

MARTINA JÁNIŠOVÁ

HORMONÁLNÍ LÁTKY VE VODÁCH

METODICKÝ MATERIÁL
PRO UČITELE

ODBORNÝ TEXT



EDIČNÍ CENTRUM

MARTINA JÁNIŠOVÁ

HORMONÁLNÍ LÁTKY VE VODÁCH

METODICKÝ MATERIÁL
PRO UČITELE

ODBORNÝ TEXT

LIPKA – ŠKOLSKÉ ZAŘÍZENÍ PRO ENVIRONMENTÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ, BRNO 2013

Hormonální látky ve vodách

© Martina Jáníšová

© Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělávání, 2013

ISBN 978-80-87604-59-5

ANOTACE

Tato publikace se věnuje hormonálně aktivním látkám a jejich působení v hydrologickém cyklu Země. Popisuje, o které látky se jedná, odkud se do životního prostředí dostávají a jak se chovají, zabývá se jejich vlastnostmi a působením na organismy i celé ekosystémy. Uvádí podrobnosti o několika hormonálně aktivních látkách s největším výskytem či nejzávažnějšími důsledky.

Text se zamýšlí nad tím, jak může každý člověk ovlivnit množství těchto látek v prostředí, dotýká se i problematiky pravdivosti informací na toto téma v různých zdrojích.

V neposlední řadě nabízí didaktické náměty využívající metody kritického myšlení.

KLÍČOVÉ POJMY

Hormonální antikoncepce, znečištění vod, endokrinní disrupce, hormony

CÍLOVÁ SKUPINA

Pedagogové středních škol a vyšších ročníků základních škol zejména se specializací na chemii, ekologii a biologii

VYUŽITÍ VE VÝUCE

Vzdělávací oblasti: Člověk a příroda, Člověk a zdraví

Vzdělávací obory: Chemie, Biologie, Výchova ke zdraví

INFORMACE O AUTORCE

Mgr. Martina Jánišová

Environmentální pedagožka. Vystudovala ekotoxikologii, chemii životního prostředí a učitelství biologie pro střední školy na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně. Pracovala jako lektorka environmentální výchovy ve Středisku environmentální výchovy Modrý dům INEX – SDA Kostecké Horky a na pracovišti Rychta Lipky – školského zařízení pro environmentální vzdělávání.

E-mail: martinabara@centrum.cz

OBSAH

Předmluva	. . .	5
Úvod	. . .	5
Hormonálně aktivní látky	. . .	7
Kde se berou?	. . .	8
Jak se chovají?	. . .	8
Co mohou způsobit?	. . .	10
Tiché jaro	. . .	10
Aligátoři z jezera Apopka	. . .	11
Změny pohlaví u ryb	. . .	11
Poruchy u bezobratlých živočichů	. . .	11
Účinky u lidí	. . .	11
Ekosystémová studie	. . .	12
Čističky odpadních vod (ČOV)	. . .	12
Jak nepřispívat k chemickému zatížení	. . .	13
Antikoncepce	. . .	14
Kosmetika a čisticí prostředky	. . .	14
Syntetické vůně	. . .	15
Parabeny	. . .	15
Ftaláty	. . .	15
Alkylfenoly	. . .	16
Závěr	. . .	16
Seznam použité literatury	. . .	17
Příloha: Námět na práci s texty o hormonálních látkách	. . .	19
Soubor textů pro žáky	. . .	20
1. Mrtvá voda hermafroditů	. . .	20
2. Voda z kohoutku dělá z mužů ženy	. . .	20
3. Antikoncepce škodí mužům	. . .	21
4. Ženské hormony v povrchových vodách, čističkách a pitné vodě v Praze	. . .	21
5. Rozruch kolem estrogenů v pitné vodě	. . .	22
6. Endokrinní disruptory	. . .	22
Povaha účinků EDC	. . .	23

PŘEDMLUVA

Tato publikace je určena především učitelům chemie a biologie, ale i dalším pedagogům a odborníkům, kteří chtějí získat základní informace o moderních toxických látkách vypouštěných lidmi do životního prostředí. Nemá zdaleka ambice toto téma kompletně zpracovat, ale nabízí odkazy na zdroje s podrobnějšími informacemi. Soustředí se zejména na hormonálně aktivní látky, o kterých je publikováno mnoho ve vědecké, ale velmi málo v populární literatuře.

Chemické zamoření planety Země je jednou z aktuálních hrozeb, na kterou upozorňují vědci z celého světa. Přesto vychází ze středních škol mnoho studentů, kteří o tomto tématu nic nevědí, přitom se na vypouštění toxických látek do okolí podílejí řadou svých každodenních činností. Do školních lavic se tyto „nové“ informace dostávají jen pomalu – ztrácejí se nejen v informačním boomeru, ale také v nepřehledné záplavě environmentálních problémů. Jako by se různé hrozby v oblasti životního prostředí náhle namnožily. Působí to na nás „podezřele“, a tak máme tendenci je přehlížet, čekat, až je historie vytříbí, snižovat jejich závažnost nebo je odsouvat stranou jako příliš odborné. Skutečnost je ovšem taková, že tyto problémy nevznikly v poslední době, nýbrž v důsledku dlouhodobých procesů. Zdá se jich být mnoho najednou, protože tematika životního prostředí se stala módou ve vědeckých kruzích i mezi laickou veřejností. Není ovšem důvod nevěnovat jim pozornost jen proto, že je to móda, která obvykle odezní. Důsledky naší činnosti na Zemi totiž bohužel neodezní. Pokud je nebudeme řešit, budou se vzhledem k počtu lidí na naší planetě naopak prohlubovat.

ÚVOD

Různé chemické látky vypouští do prostředí každý den každý z nás. Bylo tomu tak vždy, ale rostoucí počet lidí na planetě a rozvoj chemie a chemického průmyslu způsobily, že se tato běžná činnost změnila ve vážný problém. Protože „všechny sloučeniny jsou jedy. Neexistuje sloučenina, která by jedem nebyla. Rozdíl mezi lékem a jedem tvoří dávka,“ jak praví asi nejstarší definice toxických látek z roku 1537, jejímž autorem je Paracelsus. A také „stokrát nic umožnilo osla“, jak praví přísloví. Jinak řečeno, každý z nás používá potraviny, kosmetiku a čisticí prostředky s regulovaným obsahem potenciálně nebezpečných látek. V kanalizaci se pak všechny tyto látky setkají a nadále působí spolu.

V poválečných dobách, kdy nastal velký rozvoj chemického průmyslu, se po celém světě vyrojily zázračné chemikálie proti „škůdcům“, nemocem, korozi, stárnutí a podobně.

Byly ve velkém aplikovány a nikdo v tu dobu nepředvídal, jaké účinky tyto látky budou mít. Ty se objevily někdy až desítky let po jejich uvedení na trh. Ještě i dnes se stále přichází na nové dopady dávno používaných látek. Proto si nemůžeme být jisti ani tím, co způsobí látky, které používáme dnes, i když pravidla testování účinků a vlastností látek před uvedením na trh jsou velmi přísná.

Věda, která se zabývá studiem osudu chemických látek v životním prostředí, se nazývá chemie životního prostředí, věda, která se zaměřuje přímo na účinky látek na ekosystémy, se nazývá ekotoxikologie.

Vzhledem k rozvoji chemie v posledních desetiletích se v současné době polutanty (znečišťující látky) dělí na tradiční a moderní. Mezi tradiční patří například oxidy dusíku a síry, fosforečnany nebo těžké kovy, mezi moderní například antibiotika, hormonálně aktivní látky, cytostatika, zhášecí hoření nebo látky z kosmetiky (Kotýza a kol., 2009). Látky z druhé skupiny bývají chemicky složitější, působí ve velmi nízkých (až obtížně měřitelných) koncentracích, těžko se rozkládají, jsou stabilní – perzistentní.

Vlastnosti chemických látek předurčují jejich osud v životním prostředí – ty, které jsou rozpustné ve vodě, cirkulují po planetě ve vodním koloběhu, jsou-li rozpustné v tucích, kumulují se v sedimentech a v organismech, těkavé látky jsou rozptýleny v atmosféře, reaktivní látky mění strukturu jiných látek, stabilní látky zůstávají v přírodě dlouhé roky. Všemi těmito cestami se dostanou i velmi daleko od svého zdroje (příkladem je znečištění polárních oblastí) nebo se někde hromadí do nebezpečných koncentrací. Po Stockholmské úmluvě (2001) zabývající se perzistentními látkami vzrostl na mezinárodní úrovni (například ze strany Světové zdravotnické organizace) tlak na to, aby se přestaly používat perzistentní polutanty a látky nově uváděné na trh aby byly rychle rozložitelné.

Panuje tu velký rozpor mezi vědeckými znalostmi a praktickými opatřeními: zatímco se vědecká obec účinky látek na organismy i celé ekosystémy intenzivně zabývá, má o nich velmi dobré znalosti a neustále publikuje odborné články se znepokojivými informacemi o důsledcích znečištění, na praktické úrovni zůstávají popisované problémy neřešené. A pokud se někdy opravdu stane, že je vyrábění škodlivé látky zakázáno, trvá to neuvěřitelně dlouhou dobu.

Příkladem může být případ s TBT (tributylcín). Byl uveden na trh v 60. letech 20. století jako nátěr chránící trupy lodí před nárůstem řas. Zásadní negativní účinky na mořské měkkýše byly poprvé vědci zjištěny v 70. letech, ke stažení z výroby ovšem došlo až v roce 2003. Přispěl k tomu důležitý ekonomický argument – tributylcínem způsobený úbytek ústřic měl zásadní dopad na ekonomiku některých přímořských států.

Nebo nechvalně proslulý DDT. Ačkoli jsou škodlivé účinky tohoto pesticidu na všechna zvířata i člověka dlouho a dobře známé, nebyl dosud zakázán celosvětově. Přitom je velmi perzistentní a má poločas rozkladu v přírodě několik let, jeho staré zátěže jsou měřitelné v půdě kdekoliv v ČR i 40 let po zákazu používání (v tehdejší Československu zakázáno v roce 1974). Jeho trvalý zákaz však platí jen v zemích globálního severu. S pomocí DDT lze totiž levně a jednoduše bránit množení infekčního hmyzu v oblastech postižených malárií. Toto řešení je ovšem vzhledem k nebezpečnosti a perzistenci látky krátkozraké – jeden odstraněný problém nahradí jiný, do budoucna minimálně stejně závažný.

Ekonomický tlak jde tedy většinou proti řešení globálních problémů životního prostředí a vědecké poznatky jsou opomíjeny. To, co může udělat každý z nás, je začít přemýšlet o důsledcích vlastní každodenní činnosti – a o účincích chemických látek, které běžně a většinou nevědomky používáme. Škola by k takovému uvažování měla poskytovat relevantní informace.

HORMONÁLNĚ AKTIVNÍ LÁTKY

Jedním z moderních polutantů jsou hormonálně aktivní látky. Ani zdaleka se však nejedná jen o hormonální antikoncepci. Mezi takové látky se řadí všechny, které, byť vyrobeny s jiným záměrem, mají vliv na hormonální soustavu organismů. Hormonální soustava je založena na látkovém řízení organismu, je v souladu s nervovou soustavou a řídí přímo nebo nepřímo veškeré fyziologické procesy organismu, jako jsou růst, dospívání, rozmnožování, metabolismus, stresové reakce a činnost všech orgánů. Hormony vyplavované do organismu nasedají na specifické receptory (klíč a zámek), a tím spouští příslušný proces. Pokud je tedy nějaká cizorodá látka označena za hormonálně aktivní nebo za endokrinní disruptor, znamená to zpravidla, že je schopna aktivovat odpovídající receptory buněk v těle živočichů i člověka. Často to bývá dáno podobností molekuly polutantu s originálním hormonem. Ke spuštění procesu stačí i velmi malé množství hormonálně aktivní látky – nebezpečí je o to větší, že působí i v koncentracích neměřitelných dostupnou technikou.

Věda je zaměřena hlavně na oblast pohlavních hormonů, protože porucha v této oblasti řízení může mít významný vliv na celou populaci a následně i na ekosystém. Pohlavní hormony jsou evolučně velmi staré, to znamená, že stejné pohlavní hormony jako člověk mají i ostatní savci, ptáci, plazi, obojživelníci, ryby i bezobratlí živočichové (u bezobratlých panují často pochybnosti v detailech látkového řízení, ale v jejich tě-

lech byly odhaleny například estrogeny – samičí pohlavní hormony). Jinými slovy, látka poškozující pohlavní hormonální systém ryby může uškodit i u člověka, a naopak.

KDE SE BEROU?

Mezi cizorodé hormonálně aktivní látky, takzvané xenohormony či endokrinní disruptory, patří některé pesticidy, látky obsažené v kosmetice, v lécích, v hormonální antikoncepci, v čistících prostředcích nebo v plastech. A stále jsou objevovány další látky tohoto typu.

Evropská komise vytvořila seznam 564 látek, které jsou podle různých organizací a publikací podezřelé jako xenohormony (Groshart a Okkerman, 2000). Z nich bylo vybráno 146 látek perzistentních nebo produkovaných ve velkých objemech, aby byly otestovány jejich účinky na endokrinní systém. Seznam obsahuje mnoho biocidních látek, průmyslové chemikálie a širokou skupinu změkčovadel.

Zdrojem takových látek v životním prostředí bývají továrny vyrábějící a zpracovávající plasty, papírny, chemické závody, potravinářské závody, chovy zvířat, skládky odpadů, nemocnice, a také domácnosti, splachy z polí a z ulic.

Xenohormony se z průmyslové výroby dostanou odpadními vodami i s tuhým odpadem, uvolní se z nátěrů, spláchnou se z polí, zahrad a silnic, uvolní se z plastů do travin, do vody, do prostředí domácností, spláchneme je do odpadní vody z čistících a mycích prostředků, jsou vyloučeny lidskou močí (z léků, hormonální antikoncepce, potravin). Dále projdou čistírnami odpadních vod, které je sice dokážou odstranit, ale nikdy ne dokonale. Jsou vyloučeny močí hospodářských zvířat (růstové hormony, léky) do půdy, a odtud putují do povrchových nebo podzemních vod. Můžeme je sníst spolu s masem, mlékem i jinými potravinami, natřít je na sebe spolu s kosmetikou, metabolizovat je, nebo opět vyloučit a poslat dál. Hromadí se v organismech, které jsou potom pozřeny svými konzumenty nebo predátory, a tak putují potravním řetězcem a působí na všech jeho úrovních.

JAK SE CHOVÁJÍ?

Platí, co je uvedeno v předchozí kapitole – hormonální látky se vážou na receptory buněk. Ovšem každá látka považovaná za xenohormon působí trochu jinak, na jiné receptory a v jiných koncentracích. Liší se od sebe také silou, kterou se vážou na dané receptory. Další vlastnosti i způsob používání mají vliv na to, jak velké nebezpečí představují. Například i látka vypouštěná v malých koncentracích a se slabou vazbou na receptory může být velmi nebezpečná, pokud je perzistentní a má tendenci kumulovat se na jednom místě – zpravidla se tak chovají lipofilní látky, které se kumulují v tukích organismů nebo v sedimentech vodních toků.

Navíc síla vazby látek na receptory se testuje „in vitro“, což může být značně zavádějící informace.

Ukážeme si to na příkladu nejsledovanějších estrogenních xenohormonů. Jsou to látky podobné samičím hormonům, případně přímo ženské hormony z antikoncepčních pilulek. Míra jejich účinku (estrogenita) se stanovuje v testech, při nichž se látka v různých koncentracích aplikuje na izolované živočišné buňky geneticky upravené tak, že mají na estrogenní receptor navázanou nějakou měřitelnou reakci (například fluorescenci). Buňky pak fluoreskují tak silně, jak silná je vazba látky na receptory.

Estrogenita se vztahuje k originálnímu lidskému hormonu 17 β -estradiolu – jemu byla přisouzena estrogenita o hodnotě 1. Jde o nejsilnější estrogenní aktivitu, protože receptory v organismech jsou konstruovány přesně pro tento hormon. Čili 17 β -estradiol je ten nejlepší klíč, ten pravý pro zámek – receptor na buňce. Ale tento zámek lze otevřít i pakličí – ne tak dobře, ale jde to.

Jako pakličče fungují například některé pesticidy, které mají estrogenitu asi 10⁻⁶, alkyfenoly (látky z běžných detergentů) 10⁻⁶, změkčovače plastů 10⁻⁸, látky izolované ze sóji 10⁻³. Zdálo by se tedy, že nejnebezpečnější by měla být sója, zatímco pesticidy nepředstavují větší nebezpečí. Ale perzistentní a kumulativní pesticidy jsou reálnými původci změn pohlaví u vodních živočichů. Se sójou byly provedeny experimenty na zvířatech i na lidech a prokázaly například kauzalitu mezi požíváním sójových produktů a sníženým počtem spermií mužů (Chavarro, 2008). Na druhou stranu se uvažuje o používání látek ze sóji k hormonální léčbě v menopauze jako o prevenci rakoviny. Jenže u těchto látek se objevuje jak inhibice, tak potence karcinomů (Lapčík, 2004). Navzdory extrémní estrogenitě sóji v buněčných testech nejsou pozorovány žádné změny pohlaví a nic podobného u zvířat. Někdy není zcela jasné, proč silně estrogenní látky nepůsobí na celé organismy tak silně, jak předpokládá jejich estrogenita naměřená v buněčných testech – důvodem může být třeba to, že je trávicí soustava rozloží dřív, než se k buňkám dostanou.

Relevance (míra, v jaké hodnoty naměřené v testu vypovídají o reálné situaci v ekosystému) ekotoxikologických testů tedy stoupá od in vitro buněčných testů, přes krátkodobé testy s organismy, dlouhodobé testy s organismy, testy s mikrokosmy (malými laboratorními ekosystémy), mezokosmy (částečně uzavřenými ekosystémy v terénu) až po terénní studie, kde testy probíhají přímo ve zkoumaném prostředí. Stejně tak ovšem stoupá také složitost a ekonomická náročnost testů.

Nesmíme také zapomínat na to, že účinek xenohormonů ve směsi se může sčítat. V řece pod čističkou odpadních vod je celá řada látek, a pokud se navzájem neblokují, všechny jejich estrogenní účinky spolupůsobí. Pohlavní hormony jsou steroidního charakteru, což znamená, že jsou lipofilní a dobře přecházejí přes buněčnou stěnu. Stačí tedy kontakt s kůží, aby se xenohormony dostaly do organismu.

Jde opravdu o reálný problém. Vzhledem k tomu, že estradioly jsou velmi účinné a hormonální antikoncepce masově používaná, jsou přímo estradioly nejzávažnější příčinou změn pohlaví a dalších poruch u vodních živočichů po celém světě včetně evropských vod. „Pomáhají“ jim pesticidy, alkylfenoly a další látky, které jsou sice o několik řádů slabší, zato se vyskytují v prostředí v řádově vyšších koncentracích. V povrchových vodách po celém světě včetně Evropy byly naměřeny takové koncentrace estrogenů, u nichž je prokázán účinek na živé organismy (Cargouët et al., 2004; Rodgers-Gray et al., 2000; Rodgers-Gray et al., 2001; Ternes et al., 1999).

CO MOHOU ZPŮSOBIT?

Jak působí xenohormony na živočichy a ekosystémy? Pohlavní xenohormony mohou měnit pohlaví u nedospělých živočichů – vznikají nepravé samice nebo nepraví samci (v případě androgenních látek), nepraví hermafroditi se samčími i samičími znaky, ale neplodní jedinci. Dále mohou způsobit neplodnost dospělých živočichů a rakovinu, poškozovat vajíčka a plod nebo měnit některé prvky chování a vzhledu související s pohlavním životem (např. druhotné pohlavní znaky). V případě ostatních xenohormonů byly zaznamenány deformace těla vyvíjejících se organismů, změny počtu končetin, měknutí skořápek vajíček, poruchy růstu a další.

Takové účinky byly pozorovány v přírodě i v testech. Je důležité upozornit, že dospělce už žádný xenohormon na opačné pohlaví nepředělá. To je možné jen při působení před narozením, po něm a v mládí, před dospěním. Dospělý jedinec je ovšem ohrožen ztrátou plodnosti – a to samci i samice. Pokud působí na samici samičí xenohormony, naruší její hormonální rovnováhu a samice se stává neplodnou, má nekvalitní vajíčka, rodí jen samice a podobně.

Účinky se na živočichovi nemusí projevit hned, ale až v průběhu života, zejména v dospívání, nebo dokonce až v další generaci. Uvedme několik příkladů pozorování působení xenohormonů přímo v přírodě.

Tiché jaro

Vědci pozorovali v 60. letech velký úbytek dravých ptáků po celém světě. Rachel Carson pak ve své knize *Silent spring* uvedla tento úbytek do souvislosti s používáním DDT – to se kumuluje v tělech hlodavců a přechází do dravých ptáků, kteří se jimi živí. Způsobuje nízkou plodnost, degeneraci mláďat a měknutí skořápek vajec – ptáci si je sami rozsednou při hnízdění. Na tento výzkum navázaly další a zjistilo se, že mecha-

nismus působení DDT jako xenohormonu je složitější než jen vazba na receptory a že DDT má vliv i na změny pohlaví u potkanů, slepic a žab a na vznik rakoviny (Burlington a Lindeman, 1950; Fitzhugh a Nelson, 1974; Reeder et al., 2004; Welch et al., 1969).

Aligátoři z jezera Apopka

Na Floridě byl v 90. letech pozorován úbytek aligátorů v jezeře Apopka. Vědci zjistili, že na vině je nedostatečný růst pohlavních orgánů samců, kteří pak nebyli schopni se rozmnožovat. To způsobilo, že většina narozených mláďat byly buď samičky, nebo nepraví hermafroditi. Pravděpodobným důvodem se ukázal být únik DDT, který pohlavní orgány ovlivnil (Guillette et al., 1996).

Změny pohlaví u ryb

V Evropě i v severní Americe byly pozorovány změny pohlaví ryb v tocích pod čistírnami odpadních vod (převažovaly tu samice), pod výpustěmi z papíren (převažovali samci), nebo pod farmami s hospodářskými zvířaty (převažovaly samice). Někde došlo až k vymizení celé populace ryb, jako v případě pstruhů v jezeře Ontario v Kanadě (Hewitt et al., 2008; Jobling a Tyler, 2003; Matthiessen et al., 2006; Tyler a Jobling, 2008; Peňáz, 2005).

Poruchy u bezobratlých živočichů

Byl zjištěn pokles populace raků bahenních v rybnících na Karvinsku, protože se u nich objevily změny pohlaví vedoucí k neplodnosti. Raci měli často samčí i samičí znaky a byly neplodní. Důvodem jsou zřejmě uhelné kaly (Bláha et al., 2004). U měkkýšů byl po působení alkyfenolů pozorován efekt zvaný superfemale – pohlavní orgány samic a snůška byly tak velké, že praskly a vedly ke smrti samice – nebo efekt intersex – samec se změnil v jedince se samčími i samičími znaky. Podobné efekty na měkkýších byly pozorovány i po působení organocínů, například TBT (tributylcín), který se používal na nátěry trupů lodí. Vyhynutí populace měkkýšů přitom může vést ke změně celého ekosystému.

Účinky u lidí

Také u lidí je v posledních desetiletích zaznamenán úbytek spermií, zvýšená neplodnost a výskyt rakoviny související s hormonálními poruchami. Prokázat kauzalitu s konkrétními chemickými látkami je však velmi komplikované. Většina studií, které se o to pokusily, byla později kritizována pro zavádějící nebo nedostatečně spolehlivé postupy. Je totiž nemožné zopakovat testy v laboratorních podmínkách. Je také zcestné předpokládat, že u lidí s velmi rozličnými životními návyky pochází jejich problémy ze stejného zdroje – v případě úbytku spermií může být na vině rovněž stres, špatné stravování, nezdravý životní styl, těsné kalhoty, umělé plenky (přehřívají nedozrálá varlata), kouření a další faktory. Kdo může říci, co z toho všeho bylo u konkrétního člověka příčinou

nízké plodnosti, když to nejspíše bude vše dohromady? Každopádně výskyt estrogenů byl, byť v nízké koncentraci, naměřen i v pitné vodě v Evropě, a to jak v kohoutkové, tak v balené (Casajuana, 2003; Kuch, 2001). Jde nicméně o koncentrace, u kterých žádný vliv na člověka nebyl prokázán.

Ekosystémová studie

Za zmínku stojí ekosystémová studie provedená v Kanadě v letech 2000–2007. Byla vybrána dvě srovnatelná jezera a do jednoho z nich byl aplikován estrogen v koncentraci 5 ng/l (v povrchových vodách v Evropě bylo naměřeno 0–23ng/l, jde tedy o environmentálně relevantní koncentraci). Estrogen byl aplikován třikrát týdně. Po jednom roce byly pozorovány nejdůležitější účinky u ryb s kratší dobou života, které se třou jen jedenkrát za sezonu (střevle) – šlo o zpoždění vývoje gonád samců. Druhý a třetí rok byla v samčích gonádách střevlí nalezena vajíčka, poklesla reprodukce, nenarodila se téměř žádná nová generace, což znamenalo kolaps celé populace. Podobné, ale méně výrazné účinky se objevily u tloušťů (žijí déle, třou se vícekrát za sezonu). Třetí rok nastal pokles populací a snížení počtu mláďat i u dravých ryb především kvůli nedostatku potravy. Byl tedy ovlivněn celý ekosystém. Dva roky po ukončení aplikace estrogenu se začaly znovu budovat populace střevlí a tloušťů, zvýšila se populační hustota pstruha. Ekosystém se tedy vrátil do původního stavu. (Kidd et al., 2007; Werner et al., 2006)

ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD (ČOV)

Pronikání chemických látek do životního prostředí mají bránit čistírny odpadních vod. Vlastní čistírnu mívají obce, nemocnice, průmyslové podniky, rekreační zařízení, hotely atd. V případě nemocnic a průmyslových podniků se používají specifické čisticí procesy, zaměřené přímo na konkrétní typy znečištění. Ve městech bývá do kanalizace (a tedy do ČOV) svedena odpadní voda jak z domácností a podniků, tak i z ulic. Ve vesnicích je většinou kanalizace pro vodu z domácností oddělena a splachy z ulic se odvádějí bez čištění rovnou do vodních toků.

I ČOV jsou postiženy moderními polutanty. Jejich systém je totiž nastaven na tradiční znečištění – fekálie a živiny –, nikoli na moderní polutanty. Velká metabolická aktivita bakterií si poradí i se složitými látkami, takže estradioly vyčistí z více než 90 % (Andersen, 2003). Estradioly totiž nejsou příliš stabilní. Horší je to se stabilními pesticidy, alkyfenoly a změkčovači, ty projdou čistírnou nedotčené mnohem snadněji. A protože estrogenu působí i v nízkých koncentracích, stačí jich méně než 10 % z původního množství, aby se projevil jejich nepříznivý vliv.

V primárním stupni čištění škodí moderní polutanty například tím, že detergenty, zejména mycí prostředky do myček na nádobí, emulgují tuky. Ty se potom nesráží v plovoucí kry a projdou do dalšího stupně čištění, kde se do nich „lepí“ bakterie a nemohou pak konat svou práci – metabolizovat ostatní látky. Tuky samy o sobě jsou pro

bakterie těžko rozložitelné, takže snižují výrazně čisticí schopnost biologického stupně. Někdy přejdou až do třetího stupně, kde zalepují mikrofiltry. Do tuků se také váže mnoho toxických organických látek, bývají totiž lipofilní. Dříve se výrazná část těchto látek z vody odstranila spolu s tukem už v primárním stupni, což bylo velkou výhodou.

V sekundárním stupni škodí hlavně léčiva – antibiotika, cytostatika a dezinfekce. Léčiva vyloučená močí lidmi i hospodářskými zvířaty nebo dezinfekce, která se v dnešních dobách v domácnostech nadužívá, zabíjí bakterie a biologický stupeň je potom zcela nefunkční.

Je opravdu obtížné to řešit a kromě neustálého přidávání bakterií do vody ani žádná systémové řešení neexistuje. Dezinfekci z velkých provozů (nemocnic, bazénů) lze odstranit jednotkou s aerací, která se postaví před ČOV – chlor je pak z vody odvětrán. Mnohé čistírny však nemají prostředky, aby zjišťovaly aktuální stav bakterií, a tak se může stát, že voda projde ven prakticky nevyčištěná. V sekundárním stupni také někdy dochází k aktivaci toxických látek – tedy k procesu, při kterém se z netoxických látek stanou toxické. Je to mimo jiné případ detergentů, které bakterie přemění na hormonálně aktivní alkylyfenoly (Křesinová, 2009).

Chemické znečištění mohou zvýraznit výkyvy počasí související se změnami klimatu – ČOV nemají kapacity na velké přívalové deště. Pokud při přívalech nestačí dešťová zdrž, padá voda nepřečištěná přepadem rovnou do řeky. To by mohlo vysvětlovat vysoký objem hormonálních látek v řekách pod ČOV, přestože ČOV tyto látky umí čistit.

Pod ČOV bývá v řekách a potocích nejhorší chemický stav vody – mimo jiné i proto, že to bývá v místech, kde řeka už protekla obcí, takže případně černé výpustě a splachy přidávají na znečištění. Přesto je bezesporu potřeba stavět další čistírny a modernizovat ty stávající. Zvláště v době, kdy se městští lidé stěhují do vsí, nestačí jejich dosavadní jednoduchá zařízení většímu počtu obyvatel a s ním spojenému zvýšenému přílivu právě moderních polutantů – z léčiv, antikoncepce, kosmetiky. Jakákoliv ČOV je samozřejmě lepší než žádná, ale bylo by naivní si myslet, že jde o zázrak, který vyřeší všechny problémy. Mezi laiky lze narazit na názor, že ČOV čistí vodu v řekách. Opak je ale pravdou: ČOV čistí vodu z kanalizace a to, co z ní vytéká, vodu v řece zpravidla znečišťuje.

Jak nepřispívat k chemickému zatížení

My všichni vypouštíme vodu do kanalizace a přispíváme k tomu, co teče do ČOV – jsme tedy schopni změnit kvalitu vody v našich řekách svým každodenním chováním, výběrem kosmetiky, mycích a pracích prostředků a tím, co do odpadu splachujeme.

Co můžeme udělat? Například oleje a tuky vytřít ubrouskem a ten hodit do kontejneru smíšeného odpadu – nesplachovat tuk do odpadu spolu s detergenty. Nevylévat nikdy do odpadní vody, co do ní nepatří – například rozpouštědla či barvy, ty patří do kontejneru na nebezpečný odpad. Dát si práci se čtením složení produktů, které kupujeme, a s hledáním těch, které jsou pro nás a životní prostředí přátelštější.

Antikoncepce

Hormonální antikoncepce je velmi oblíbená – podle České gynekologické a porodnické společnosti ji v Česku užívá 54 % žen mezi 15 a 49 lety. Hodně se mluví o výhodách antikoncepce, méně již o jejích rizicích. Mezi ty vědecky potvrzené patří tloušťnutí, celková změna chování a jako nejzávažnější vznik hormonálně závislého karcinomu (Kumle, 2002) a žilní trombóza a následná embolie (Lidegaard, 2009). Je třeba zmínit, že tato rizika klesají spolu s množstvím hormonů v antikoncepci – a to se v jednotlivých preparátech liší.

V hormonální antikoncepci se používají přímo estradioly – tedy látky sice uměle vyrobené, ale jinak odpovídající přirozeným ženským hormonům. Jsou nebezpečné především proto, že jsou těmi pravými klíči k receptorům, působí tedy ve velmi malých (často neměřitelných) koncentracích. Na druhou stranu se v životním prostředí relativně rychle rozkládají (poločas rozkladu je v řádu dnů nebo týdnů), nejsou tedy perzistentní. Problémy s nimi nastávají v místech s jejich trvalým přísunem – například v tocích pod ČOV.

Kosmetika a čisticí prostředky

Výběr kosmetiky a čisticích prostředků je na nás samotných a s trochou trpělivosti si lze vybrat ty, které neobsahují potenciálně nebezpečné látky, nebo lépe řečeno jsou založeny na rychle a snadno se rozkládajících látkách. Ve většině obchodních řetězců už takové najdeme. V této kapitole zmíním několik nejpoužívanějších, a tudíž i nejproblematičtějších potenciálních endokrinních disruptorů obsažených v kosmetice a čisticích prostředcích. Všechny tyto látky jsou kontrolovány a jejich obsah v každém výrobku je limitován zákony. Limity by měly být nastaveny tak, aby byl při dodržování správného postupu výrobek zcela neškodný.

Testy, ze kterých často vychází články s apokalyptickými varováními před některými přípravky, jsou založeny na testování účinku mnohonásobně vyšších koncentrací dané látky na mnohonásobně menší tvory, než jsou lidé. Například pokud 10 mg nějaké látky způsobí karcinom u myši, neznamená to a priori, že šampon s koncentrací stejné látky 1 mg/l způsobí karcinom člověku.

Na druhou stranu je třeba připomenout, že působení látek z různých výrobků se může sčítat či jinak spolupůsobit – v našem těle, ale zejména pak v odpadních vodách a následně v povrchových vodách. Nejde tedy ani tolik o ohrožení našeho zdraví, jako spíše o ohrožení zdraví živočichů a rostlin a celých ekosystémů. Seznam potenciálně nebezpečných chemikálií, se kterými můžeme přicházet každodenně do styku, a jejich zdrojů a účinků, můžete najít na webových stránkách neziskové organizace Arnika. Je však dobré ověřit si informace z těchto stránek v odborné literatuře. Pokud není na těchto stránkách uvedena citace nebo zdroj informace, nelze zaručit jejich věrohodnost.

Dále uvádím nepoužívanější endokrinní disruptory obsažené v kosmetice a čistících prostředcích. U jednotlivých skupin látek najdete i různé názvy, pod kterým se mohou skrývat ve složení na etiketách.

Syntetické vůně

galaxolid, xylenové pižmo (5-tert-butyl-2,4,6-trinitro-m-xylen)

Syntetické vůně jsou používány ve většině kosmetických i čistících prostředků. Mohou vyvolávat alergické reakce. Sledování jejich působení v životním prostředí je na počátku. Xylenové pižmo bylo nalezeno v krvi lidí, je lipofilní, kumuluje se tedy v tukových tkáních. Zjistilo se, že je toxické pro ryby. Některé látky obsažené v syntetických vůních jsou podezřelé z neurotoxických účinků a z toho, že mohou ovlivňovat hormonální soustavu zvířat i lidí.

Evropská agentura pro chemické látky (ECHA) doporučila, aby bylo sedm nejnebezpečnějších chemikálií na základě procedury autorizace podrobena restrikcím. Mezi těmito sedmi látkami je také xylenové pižmo (Patočka, 2010).

Parabeny

metylparaben, etylparaben (E 214), propylparaben (E 126), butylparaben, heptylparaben

Jedná se o skupinu chemických látek, které se hojně používají jako konzervační činidla v potravinářství, kosmetice nebo farmaceutických výrobcích. Denně s nimi můžeme přicházet do styku třeba v některých šamponech a sprchových gelech, deodorantech, zubních pastách, líčidlech. Způsobují podráždění poškozené (popraskané, poraněné) kůže. Podle studií nemají karcinogenní účinky. Jsou ale toxické pro vodní organismy a fungují jako estrogenně aktivní látky, napodobují tedy samičí hormony, a mohou tak negativně působit na plodnost a pohlaví u živočichů (Soni et al., 2005).

Ftaláty

dibutylester kyseliny ftalové (DBP), di(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP), Plantinol DOP, Octoil, Silicon 150, Bisoflex 81, Eviplast 80, Staflex DOP

Dlouhodobé testy DBP na zvířatech odhalily celkový pokles tělesné hmotnosti. Ftaláty mají negativní vliv na plíce a játra. Výzkum na zvířatech dále prokázal, že DBP může negativně ovlivnit vývoj plodu a samčí reprodukční systém. To je také hlavní důvod, proč je v EU, ale i jinde, legislativně omezován. DBP je značně toxický pro vodní organismy.

DEHP je podle studií prováděných na zvířatech znám jako jedovatá látka ohrožující schopnost reprodukce (poškození samčího i samičího rozmnožovacího ústrojí), způsobující vrozené vady (např. kosterní vady, oční vady, vady nervového seskupení tvořícího základ nervové soustavy staršího embrya), kardiovaskulární problémy a neplodnost. DEHP rovněž poškozují ledviny a játra, kde se hromadí.

Tučné potraviny jako olej, mléko, sýry, maso a ryby obvykle obsahují výrazně vyšší koncentrace DEHP než ostatní potraviny, protože DEHP se snadno rozpouští v tukách (Arnika, 2012).

Alkylfenoly

nonylphenol, Emulgen 91, Synperonic NP, Tergitol NP, Agral 90, octylphenol, Antarox A 200, Polyethylene glycol mono[4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl]ether, bisphenol A, 2,2-bis(4-hydroxyfenyl) propan a další

Takzvané alkylfenol etoxyláty se vyráběly donedávna ve velkém množství (stovky tun ročně v ČR) zejména jako průmyslové detergenty. Ve vodě se rozloží na alkylfenoly – velice stabilní látky. V posledních letech byly výroba a používání ve státech EU a v Kanadě výrazně omezeny. Ve Spojených státech v některých případech k omezení alkylfenolů nedošlo, v rozvojových zemích jsou produkovány bez omezení. Bývaly součástí nátěrových barev, plastů, spermicidů, kosmetiky a čisticích prostředků. Dnes jsou obsaženy zejména v novém oblečení (používají se při jeho výrobě) a plastech. Vzhledem ke své perzistenci se stále ve velkém množství vyskytují v našich vodách. Navíc mají tendenci hromadit se v organismech. U vodních i suchozemských živočichů způsobují feminizaci, tedy změny směrem k samičímu pohlaví. Dále mají některé alkylfenoly rakovinotvorné účinky a vliv na imunitní systém (Soares et al., 2008; WHO, 2009).

ZÁVĚR

Chemické zamoření Země je nenápadné, často ani není vidět. Jeho následky se projevují někdy až desítky let od zavedení nových látek na trh. Už nelze spoléhat jen na naše smysly, i čirá nepáchnoucí voda může být toxická. Na to, abychom ve vodě zjistili přítomnost látek, které jsme pomocí sofistikovaných strojů vyrobili, potřebujeme stroje neméně sofistikované.

Vyrobili jsme kvalitní chemikálie, které vydrží a zničí pro nás nebezpečné bakterie. A až nyní si uvědomujeme, že ničí i bakterie nezbytné pro nás i pro fungování ekosystémů. Vyrobili jsme látky, které mohou způsobit, že jsme neplodní. A až teď si uvědomujeme, že způsobují neplodnost i jiných organismů. Vyrobili jsme látky, které ničí škodlivý hmyz. A až nyní si uvědomujeme, že ničí všechn hmyz, ptáky, a dokonce i nás samé. Je to pro nás překvapení, nevěděli jsme to.

Denně používáme potenciálně nebezpečné chemikálie, ale často o tom nikdo z nás nemá tušení – výrobci nám to neřeknou. A škola? O čem bychom se měli ve škole dozvědět, když ne o tom, s čím přicházíme denně do styku? V chemii se učí výroba mýdla, ale kolik z nás dnes klasické mýdlo používá? Je přehnané říct, že mezi mladými dívkami je takových méně než těch, které užívají hormonální antikoncepci?

Množství chemických látek v našem životním prostředí může každý z nás ovlivnit drobnými rozhodnutími v každodenním životě. Potřebujeme však spolehlivé a srozumitelné informace, o které svá rozhodnutí opřeme. Tady může škola přispět – nejen jako zdroj informací, ale jako pomocník při jejich hledání a ověřování a při kritickém přemýšlení o jejich významu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ANDERSEN, H., H. SIEGRIST, B. HALLING-SØRENSEN a T. A. TERNES. Fate of Estrogens in a Municipal Sewage Treatment Plant. *Environmental Science & Technology*. 2003, č. 37, s. 4021–4026.
- Skupiny chemických látek. *Arnika* [online]. ©2010 Arnika [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://arnika.org/chemicke-latky>
- BLÁHA, L., E. MAZUROVÁ a Z. ĎURIŠ. Intersex occurrence in freshwater crustacean *Pontastacus leptodactylus* in the Czech Republic – biology and environmental factors. In: *SETAC-Europe 14th Annual Meeting*. Praha: 2004, s. 251–251.
- BURLINGTON, H. a V. F. LINDEMAN. 1950. Effect of DDT on Testes and Secondary Sex Characters of White Leghorn Cockerels. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1950, č. 74, s. 48–51.
- CARGOUËT, M., D. PERDIZ, A. MOUATASSIM-SOUALI, S. TAMISIER-KAROLAK a Y. LEVI. Assessment of river contamination by estrogenic compounds in Paris area (France). *Science of The Total Environment*. 2004, č. 324, s. 55–66.
- CARSON, R. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1962.
- CASAJUANA, N. a S. LACORTE. Presence and release of phthalic esters and other endocrine disrupting compounds in drinking water. *Chromatographia*. 2003, č. 57, s. 649–655.
- FITZHUGH, O. G. a A. A. NELSON. 1974. The Chronic Oral Toxicity of DDT (2,2-bis (p-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane). *Pharmacol Exp Ther*. 1974, č. 89, s. 18–30.
- GROSHART, C. a P. C. OKKERMAN. *Towards the establishment of a priority list of substances for further evaluation of their role in endocrine disruption*. Delft and Zeist: Evropská komise DG ENV: 2000.
- GUILETTE, L. J., D. B. PICKFORD, D. A. CRAIN, A. A. ROONEY a H. F. PERCIVAL. Reduction in Penis Size and Plasma Testosterone Concentrations in Juvenile Alligators Living in a Contaminated Environment. *General and Comparative Endocrinology*. 1996, č. 101, s. 2–42.
- HEWITT, L. M., T. G. KOVACS, M. G. DUBÉ, D. L. MACLATCHY, P. H. MARTEL, M. E. MCMASTER, M. G. PAICE, J. L. PARROTT, M. R. VAN DEN HEUVEL a G. J. VAN DER KRAAK. Altered reproduction in fish exposed to pulp and paper mill effluents: Roles of individual compounds and mill operating conditions. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2008, č. 27, s. 682–697.
- CHAVARRO, J. E., T. L. TOTH, S. M. SADIO a R. HAUSER. Soy food and isoflavone intake in relation to semen quality parameters among men from an infertility clinic. *Human Reproduction*. 2008, č. 23, s. 2584–2590.
- JOBLING, S. a Ch. R. TYLER. Topic 4.3: Endocrine disruption in wild freshwater fish *Pure Appl. Chem*. 2003, č. 75, s. 2219–2234.
- KIDD, K. A., P. J. BLANCHFIELD, K. H. MILLS, V. P. PALACE, R. E. EVANS, J. M. LAZORCHAK a R. W. FLICK. Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen. *Proc. of the Nat. Acad. of Scien*. 2007, č. 104, s. 8897–8901.
- KOTYZA, J., P. SOUDEK, Z. KAFKA a T. VANĚK. Léčiva – „nový“ environmentální polutant. *Chemické listy*. 2009, č. 103, s. 540–547.
- KŘESINOVÁ, Z., K. SVOBODOVÁ a T. CAJTHAML. Mikrobiální degradace endokrinně disruptivních látek. *Chemické listy*. 2009, č. 103, s. 200–207.
- KUCH H. M. a K. BALLSCHMITER. Determination of Endocrine-Disrupting Phenolic Compounds and Estrogens in Surface and Drinking Water by HRGC-(NCI)-MS in the Picogram per Liter Range. *Environmental Science & Technology*. 2001, č. 35 (15), s. 3201–3206.

- KUMLE, M., E. WEIDERPASS, T. BRAATEN, I. PERSSON, H. O. ADAMI a E. LUND. Use of Oral Contraceptives and Breast Cancer Risk: The Norwegian-Swedish Women's Lifestyle and Health Cohort Study. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2002, č. 11, s. 1375–1381.
- LAPČÍK O. Endocrinological aspects of dietary habits. *Czech J. Food Sci.* 2004, č. 22, s. 29–38.
- LIDEGAARD, Ø., E. LØKKEGAARD, A. L. SVENDSEN a C. AGGER. Hormonal contraception and risk of venous thromboembolism: national follow-up study. *British Medical Journal*. 2009, č. 339, b2890.
- MATTHIESSEN, P., D. ARNOLD, A. C. JOHNSON, T. J. PEPPER, T. G. POTTINGER a K. G. T. PULMAN. Contamination of headwater streams in the United Kingdom by oestrogenic hormones from livestock farms. *Science of The Total Environment*. 2006, 367, s. 616–630.
- PATOČKA, J. Pižmo a jeho syntetické náhražky – toxikologická rizika. *Toxicology* [online]. ©2010 UNITED-NUKE 12. 5. 2010 [cit. 2013-12-06]. Dostupné z: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=323>
- PEŇÁZ, M., Z. SVOBODOVÁ, V. BARUŠ, M. PROKEŠ a J. DRASTICHOVÁ. Endocrine disruption in a barbel, *Barbus barbus* population from the River Jihlava, Czech Republic. *Journal of Applied Ichthyology*. 2005, č. 21, s. 420–428.
- REEDER, A. L., M. O. RUIZ, A. PESSIER, L. E. BROWN, J. M. LEVENGOOD, CH. A. PHILLIPS, M. B. WHEELER, R. E. WARNER a V. R. BEASLEY. Intersexuality and the Cricket Frog Decline: Historic and Geographic Trends. *Environ Health Perspect*. 2004, č. 113, s. 261–265.
- RODGERS-GRAY, T. P., S. JOBLING, C. KELLY, S. MORRIS, G. BRIGHTY, M. J. WALDOCK, J. P. SUMPTER a C. R. TYLER. Exposure of Juvenile Roach (*Rutilus rutilus*) to Treated Sewage Effluent Induces Dose-Dependent and Persistent Disruption in Gonadal Duct Development. *Environmental Science & Technology*. 2001, č. 35, s. 462–470.
- RODGERS-GRAY, T. P., S. JOBLING, S. MORRIS, C. KELLY, S. KIRBY, A. JANBAKSH, J. E. HARRIES, M. J. WALDOCK, J. P. SUMPTER a C. R. TYLER. Long-Term Temporal Changes in the Estrogenic Composition of Treated Sewage Effluent and Its Biological Effects on Fish. *Environmental Science & Technology*. 2000, č. 34, s. 1521–1528.
- SOARES A, B. GUIEYSSE, B. JEFFERSON, E. CARTMELL a J.N. LESTER. Nonylphenol in the environment: a critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. *Environment International*. 2008, č. 34(7), s. 1033–1049.
- SONI, M. G., I. G. CARABIN a G. A. BURDOCK. Safety assessment of esters of phydroxybenzoic acid (parabens). *Food and Chemical Toxicology*. 2005, č. 43, s. 985–1015.
- TERNES, T. A., M STUMPF, J. MUELLER, K. HABERER, R. D. WILKEN a M. SERVOS. Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants – I. Investigations in Germany, Canada and Brazil. *Science of The Total Environment*. 1999, č. 225, s. 81–90.
- TYLER, CH. R. a S. JOBLING. Roach, Sex, and Gender-Bending Chemicals: The Feminization of Wild Fish in English Rivers. *BioScience* 58 (11). 2008, s. 1051–1059.
- WELCH, R. M., W. LEVIN a A. H. CONNEY. Estrogenic action of DDT and its analogs. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 1969, č. 14, s. 358–367.
- WERNER, J., V. P. PALACE, K. G. WAUTIER, K. H. MILLS, S. M. CHALANCHUK a K. A. KIDD. Reproductive fitness of lake trout (*Salvelinus namaycush*) exposed to environmentally relevant concentrations of the potent estrogen ethynylestradiol (EE2) in a whole lake exposure experiment. *Scientia Marina*. 2006, č. 70, s. 259.
- WHO a FAO. *BISPHENOL A (BPA) – Current state of knowledge and future actions by WHO and FAO*. INFOSAN Information Note No. 5/2009.

PŘÍLOHA

NÁMĚT NA PRÁCI S TEXTY O HORMONÁLNÍCH LÁTKÁCH

Čas: 40 minut

Aktivita může být zaměřena na hormonálně aktivní látky, na látky v kosmetice nebo na jiné téma. Jejím cílem je také rozvíjet kritický přístup žáků k informacím a jejich zdrojům, naučit je analyzovat texty, porovnávat je, kompilovat a vytvářet vlastní závěry.

Popis činnosti

Učitel rozdělí žáky na skupiny po maximálně 5 členech, každé dá k dispozici stejný soubor několika textů z různých zdrojů (viz níže). Zdroj textu musí být vždy uveden.

Žáci ve stanoveném čase 20 minut přečtou a zpracují texty – například takto:

- vypisují informace do odrážek,
- u každého textu odpovídají na sestavený soubor otázek,
- podtrhují zajímavé, nové, důležité nebo pochybné informace.

Potom ve skupinách texty porovnávají, zjišťují, v čem se informace shodují, a kde si naopak odporují, hodnotí, jak články působí, a podobně. Každá skupina pak vytvoří z informací v člancích svůj kompilát údajů, které jim připadají pravdivé, a argumentů, které považují za důvěryhodné, a přečtou ho ostatním skupinám. Zmíní také informace, kterým naopak nedůvěřují, a zdůvodní proč. Mohou pak diskutovat o tom, zda všechny skupiny dospěly ke stejným závěrům, případně proč dospěly k různým závěrům, které informace jim připadají nevěrohodné nebo vysloveně nepravdivé, a proč...

Je možné použít soubor otázek, na které žáci při čtení odpovídají u každého textu zvlášť. Otázky jsou sestaveny tak, aby se odpovědi u jednotlivých textů lišily a žáci se museli shodnout na tom, která informace jim připadá věrohodnější.

Příklady otázek k textům

1. Pocházejí hormonálně aktivní látky ve vodách výhradně z hormonální antikoncepce?
Ne, pocházejí i z pesticidů, alkylfenolů z detergentů, změkčovačů plastů atd.
2. Způsobují hormonálně aktivní látky v pitné vodě neplodnost mužů?
To nikdy nebylo prokázáno.
3. Jsou ČOV schopny odstranit estrogenu z vody?
Ano, odstraňují kolem 90 % estrogenu.
4. Mohou hormonálně aktivní látky změnit pohlaví dospělého jedince (ryby)?
Ne, ale mohou jej učinit neplodným.
5. Umí příroda rozložit hormonálně aktivní látky?
Ano, hormony jsou jak přírodní, tak syntetické, všechny se v přírodě rozkládají.

SOUBOR TEXTŮ PRO ŽÁKY

1. Mrtvá voda hermafroditů

Část článku z časopisu *Instinkt* 34/2009:

První podezření, které odstartovalo sérii následných znepokojujících zjištění, vzbudil případ v Británii. V jedné z tamních řek vědci objevili samce plotic, kterým se pohlavní ústrojí částečně proměnilo v samičí pohlavní žlázy: jejich těla se nepřipravovala na produkci spermií, ale – zcela mimo otcovskou přirozenost – na kladení jiker! Nejprve se předpokládalo, že za mutací rybích samců bude lokální ekologická havárie, podrobnější výzkum však prokázal něco mnohem děsivějšího. Zvrat pohlaví u plotic způsobily hormony pocházející z obyčejné ženské hormonální antikoncepce. Vyloučené močí, dostaly se skrze splašky a čistírny odpadních vod zpět do přírodního koloběhu a těla ryb „přeprogramovaly“ k obrazu svému.

Časem se ukázalo, že britský případ z osmdesátých let není ojedinělou výjimkou. Zprávy o mutacích či zvratech pohlaví živočichů začaly přicházet a stále přicházejí ze všech míst planety. Označovat je na mapě praporečky, vytvořila by pro mnohé možná překvapivě hustou síť.

Zdroj: KOZUMPLÍK, M. Mrtvá voda hermafroditů. *Instinkt* [on-line]. 2009, č. 34, 27. 8. 2009 [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: http://instinkt.tyden.cz/rubriky/ostatni/tema/mrtva-voda-hermafroditu_24516.html

2. Voda z kohoutku dělá z mužů ženy

Z příspěvku na stránkách tvořených jejich návštěvníky – www.granosalis.cz:

Dnešní generace mladých mužů má počet životaschopných spermií o řád menší než jejich dědové a rapidně roste také počet zcela neplodných mužů. Estrogeny z ženské hormonální antikoncepce se dostávají z odpadních vod znovu do životního prostředí. Jsou to cizorodé látky, se kterými si příroda neumí poradit, nedokáže je rozložit. Je prokázáno, že několik kilometrů po proudu pod čistíčkami odpadních vod je řeka mrtvá, ryby se zde nemnoží. Už při koncentraci 10 mg estrogenu v litru vody změní rybi samečci pohlaví na samičí. Přitom z našich čistíček vytéká voda zamořená estrogenem o koncentraci vyšší než 100 mg/l.

Zdroj: Intimty: Hormonální antikoncepce zamořuje životní prostředí. *Granosalis* [on-line]. 23. 4. 2011 [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: <http://www.granosalis.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=11488>

3. Antikoncepce škodí mužům

Z webových stránek společnosti WH Optimum s. r. o., která prodává filtry na vodu:

Objevují se nové hrozby, o kterých jsme nevěděli. Jednou z nich je ženská hormonální antikoncepce. Ukazuje se, že z moči ženy se užívané hormony dostávají do odpadních vod, procházejí čistíčkami, které je nedokážou zachytit, a vrací se zpět do vodovodního řádu. Někdy se mění i na látky se silnějšími účinky, než měla původní antikoncepce. To může mít za následek mužskou neplodnost, uvádí biolog Jaroslav Petr, který vychází i ze studií zahraničních kolegů.

Zdroj: Aktuality. Antikoncepce škodí mužům. *Optimum* [on-line]. ©2009–2013 WH Optimum s r.o., 4. 3. 2013 [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: http://www.optimumvoda.cz/index.php?dispatch=news.view&news_id=9

4. Ženské hormony v povrchových vodách, čistíčkách a pitné vodě v Praze

Z článku Tomáš Pačesa z České geologické služby:

V posledních letech vzrůstá zájem o znečištění látkami z farmaceutického průmyslu. Nebezpečí takových látek spočívá v tom, že se ve vodách vyskytují v nesmírně malém množství, řádově v jednotkách až desítkách nanogramů v litru vody (1 nanogram v litru vody = 0,00000001 g/l). Přes tato malá množství mohou mít při dlouhodobém výskytu negativní vliv na životní prostředí, na organismy a v konečném důsledku na člověka. Konkrétní údaje a poznatky o takovém působení na člověka však dosud chybí.

Většina hormonů odtéká do čistíček, kde se jich velká část zachytává v čistírenských kalech. Přesto jejich malá část opět uniká do vodních toků. Otázkou zůstává, zda malé koncentrace těchto látek nemohou projít i úpravami pro pitné vody. Z toho důvodu provedl mezinárodní tým geochemiků studii výskytu estrogenů ve Vltavě a jejích přítocích v Praze. V některých tocích byly celkové koncentrace estrogenů na úrovni detekčních limitů nebo pod nimi. Ale v řadě případů byla celková koncentrace zvýšená. Do Prahy přitéká Vltava prakticky těmito látkami neznečištěná. To ovšem neznamená, že je její voda neznečištěná po celém horním toku na jih od Prahy. Ovšem lze předpokládat, že koncentrace estrogenů budou velmi nízké, protože se zachycují na částečkách říčního sedimentu a také se rozkládají, takže pokud ve větších městech byla jejich hladina zvýšena, je pravděpodobné, že po proudu vody jejich koncentrace klesala.

Zdroj: PAČES, Tomáš. Ženské hormony v povrchových vodách, čistíčkách a pitné vodě v Praze. *Aquatronic* [on-line]. ©2010 Aquatronic, 4. 3. 2013 [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: <http://www.aquatronic.cz/content/ovode/2.pdf>

5. Rozruch kolem estrogenů v pitné vodě

Z článku na zpravodajském serveru *Novinky.cz*:

Tým vědců vedený doc. RNDr. Tomášem Pačesem, DrSc., z České geologické služby měřil v Praze a okolí, ale také v Želivce a v Káraném obsah estrogenů ve vodě. V nízkých hladinách, které podle současných poznatků neohrožují naše zdraví, je našel prakticky všude. Na několika místech byly v potocích a řekách zvýšené, někde i dost vysoké.

Několik set metrů od těchto míst však hodnoty rychle klesaly. Ve vzdálenosti jednoho až dvou kilometrů byly nízké nebo jen minimální. Také se ukázalo, že čističky, které nedokážou estrogenu odstranit úplně, zachytí většinu z nich.

Podle vědců není důvod k panice ani k přehnaným obavám. Shodují se ale v tom, že v budoucnu bude dobré hladiny estrogenů v povrchových vodách monitorovat a sledovat závěry studií, které zkoumají, jestli dlouhodobé působení estrogenů v povrchových vodách nemá na lidský organismus přece jenom nějaké negativní vlivy.

Docent Pačes na semináři v Karlových Varech zdůraznil, že zvýšené hladiny estrogenů zasáhly hlavně povrchové vody. „Vody z hlubinných zdrojů jsou v tomto případě bezpečné,“ říká.

Někteří novináři uváděli to, že estrogenu vyvolávají rakovinu. Ale neexistuje výzkum, který by dokazoval, že množství naměřená v našich povrchových vodách něčím takovým hrozí. Existují sice studie, které zaznamenaly nepatrně zvýšený počet rakoviny prsu u žen v klimakteriu, ale ty se týkaly užívání estrogenu v pilulkách v rámci hormonální terapie. Jednalo se o množství nesrovnatelně vyšší, než která naměřili vědci v povrchových vodách v ČR. A i na výsledky těchto studií se gynekologové neřívají zcela jednotně.

Zdroj: VESELÝ, P. Rozruch kolem estrogenů v pitné vodě. *Novinky.cz* [on-line]. ©2003–2013 Borgis, a. s., 10. 8. 2007 [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/zena/zdravi/120547-rozruch-kolem-estrogenu-v-pitne-vode.html>

6. Endokrinní disruptory

Z článku prof. Drahošlavy Hrubé z Ústavu preventivního lékařství, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity:

V posledních letech roste zájem o problematiku tzv. endokrinních disruptorů (ECD), chemických látek vyskytujících se v životním prostředí, které mohou vyvolávat škodlivé účinky prostřednictvím interference s endokrinním systémem zvířat a lidí. Pod názvem endokrinní disruptory se sdružují různé chemické látky: přírodní i syntetické hormony, přírodní součásti rostlin, pesticidy, látky používané při výrobě plastických hmot a různých konzumních výrobků a další průmyslově využívané látky a také odpady. Mnohé

z nich jsou velmi perzistentní, jiné se naopak rychle rozkládají a mohou tak působit jen po omezenou dobu, ale v kritickém období vývoje.

Povaha účinků EDC

Endokrinní disrupce není pokládána za konečný projev toxického poškození chemickými látkami, ale za funkční změny, které mohou dále vést k poškození. EDC mohou působit mnoha mechanismy na mnohých orgánech. Největší pozornost je věnována mechanismům vazby na receptory, ale jsou studovány i další způsoby, jako syntéza, transport a metabolismus hormonů, které mohou být expozicí chemickým látkám rovněž ovlivněny. Zatím jsou tyto mechanismy ještě spíše neznámé, neumíme obvykle rozhodnout mezi přímými a nepřímými vlivy, mezi primárním a sekundárním efektem expozice. Velmi obtížná je extrapolace výsledků získaných *in vitro* na účinky *in vivo* a také zhodnocení výsledků experimentů na zvířatech pro expozici člověka. Nicméně některé poznatky už byly zveřejněny:

- expozice EDC v době, kdy se vyvíjí endokrinní systém, může vést k trvalým změnám funkce nebo citlivosti ke stimulačním a inhibičním signálům;
- expozice v dospělosti může být kompenzována homeostatickými mechanismy, takže nějaké účinky se vůbec neprojeví;
- expozice stejné dávce chemické látky, ale v různých etapách života (nebo v různých ročních obdobích), může vyvolat různě se manifestující poškození;
- účinky expozice se mohou nečekaně projevit v jiném endokrinním systému, než u kterého se změny předpokládaly.

Dosavadní epidemiologický výzkum v oblasti endokrinních disruptorů prokázal, že:

- škodlivé účinky chemických látek v životním prostředí se projeví u některých divoce žijících zvířat;
- zvyšuje se trend výskytu některých onemocnění lidí, které jsou na bázi žláz s vnitřní sekrecí.

Téměř absolutní jsou neznalosti v oblasti účinků při nízkých expozicích, kterým bývají obvykle vystaveni lidé. Kritický význam má načasování doby expozice v průběhu života.

Zdroj: HRUBÁ, D. Endokrinní disruptory. *Hygiena*, 2009, roč. 54, č. 1. Dostupné z: <http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/full09/h2009-1-06-full.pdf>

Martina Jáníšová

Hormonální látky ve vodách

Metodický materiál pro učitele

Odborný text

Redakce: Lenka Kopáčková

Odborné a metodické konzultace: Jiří Vorlíček

Jazykové korektury: Vendula Kůrková

Grafická úprava: Miroslav Švejda

Vydala Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělávání

Lipová 20, Brno, www.lipka.cz

Brno 2013

První vydání

24 stran

Tisk: Tiskárna Helbich, a. s., Valchařská 36, Brno

Vytištěno na recyklovaném papíře.

V EDIČNÍ ŘADĚ ODBORNÉ TEXTY DOPOSUD VYŠLO:

- Krajhanzl, J.** Dobře utajené emoce a problémy životního prostředí (2012)
- Kala, L.** Energie a společnost (2012)
- Kala, L.** Riziková společnost: Jak se v ní naučit žít (2012)
- Zahradníková, Š.** Zvířata ve škole (2012)
- Křivánková, D.** Machátová, I. Cesta k ukázkové školní přírodní zahradě (2012)
- Trávníček, J.** Trojan, J. Svobodné informace pro environmentální výchovu (2012)
- Trnová, E.** Základy kvalitní projektové výuky (2012)
- Máchal, A.** O co nám jde v environmentální výchově (2012)
- Máchal, A.** Jak na pracovní listy ve výuce environmentálních témat (2012)
- Máchal, A.** Mýty a omyly o environmentální výchově a v environmentální výchově (2012)
- Kažmierski, T.** Základy pro environmentální výchovu na školách (2012)
- Kažmierski, T.** Jak připravit úspěšný školní projekt (2012)
- Jánišová, M.** Hormonální látky ve vodách (2013)
- Kažmierski, T.** Značení regionálních produktů v České republice (2013)
- Kellnerová, D.** Chov zvířat ve školách (2013)
- Trávníček, J.** Trojan, J. Využití mapových produktů Google pro environmentální výchovu (2013)

V EDIČNÍ ŘADĚ DIDAKTICKÉ NÁMĚTY DOPOSUD VYŠLO:

- Milěj, T.** Svobodová, J. Hrátky se Sluncem (2012)
- Kala, L.** Simulační hry na téma Energie a společnost (2012)
- Kala, L.** Didaktické aktivity na téma Riziková společnost (2012)
- Vorlíček, J.** V zeměpise prakticky jinak (2012)
- Kolektiv autorů Lipky.** Co se děje v lese (2012)
- Kolektiv autorů Lipky.** Jen ta kráva mléko dává? (2012)
- Řepík, M.** Navrhni svůj ekodům (2013)
- Zouharová, D.** Investiční záměr hýbe obcí. Simulační hra o zapojení veřejnosti do řešení environmentálního problému (2013)

Metodický materiál je součástí souboru textů, jenž vznikl v rámci projektu Vzdělávání k udržitelnému rozvoji pro střední školy (CZ.1.07/1.100/14.0151), který byl spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR. Publikace navazují na dvě započaté ediční řady: Odborné texty (žlutá řada) a Didaktické náměty (modrá řada). Snahou je vytvořit informační materiály, které se stanou inspirací učitelům různých předmětů pro začleňování environmentální výchovy do výuky.



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ