

Pesticidy ve sladkovodních ekosystémech

Úvod

Pesticidy jsou chemické látky a přípravky, které se používají proti živočišným a rostlinným škůdcům. Aplikují se nejvíce na zemědělskou půdu a to k ochraně kulturních rostlin nebo zásobách potravin i krmiv.^{1 2} Jsou schopny ovlivňovat základní procesy v živých organismech. Nicméně se používají i v domácnostech například proti živočichům, kteří jsou škodliví pro domácí zvířata nebo člověka. Existuje mnoho druhů aplikace jako například poprašky, suspenze nebo postřiky, relativně bezpečnou formou jsou granuláty.² S nadměrným použitím pesticidů došlo i k mnoha závažným problémům. Došlo k rozšíření tisíce tun často toxických chemických sloučenin, což přispívá k zvýšené zátěži organismů a narušení jejich fyziologických procesů.¹

Podle Státního zdravotního ústavu pod tento pojem spadají přípravky na ochranu rostlin (POR), tak i biocidní přípravky. POR jsou určeny k ochraně před působením škodlivých organismů, k ovlivňování životních procesů rostlin nebo k ničení, regulaci či prevenci nežádoucího růstu rostlin.³ Biocidní přípravek je látka nebo směs určená k ničení, odpuzování nebo zneškodnění škodlivého organismu.⁴

Dále můžeme pesticidy rozdělit podle stability (lehce odbouratelné nebo perzistentní sloučeniny), podle působení (kontaktně působící v místě ošetření nebo systémově působící). Nejčastější dělení je podle biologické účinnosti. Příklady některých pesticidů viz níže.^{5 6 2}

- fungicidy (proti houbám a plísním)
 - dinitrosloučeniny
 - organortuťnaté sloučeniny- fenylrtuť
 - chlorované aromatické sloučeniny- chlorothalonil
 - benzimidazoly-benomyl
 - pirimidiny- ethirimol
- herbicidy (proti plevelům)
 - fosfonoaminokyseliny- glufosinát, glyfosát
 - fenoxycarboxylové kyseliny

- benzonitrily- bromoxynil
- amidy- difenylamid
- zoocidy (proti živočišným škůdcům)
 - insekticidy – hubení hmyzu
 - orchanochlorové sloučeniny- př. DDT, aldrin, dicofol
 - organofosforové sloučeniny- př. diazinon, ethion
 - karbamáty- př. fenoxycarb
 - syntetické pyretridy
 - benzoylmočoviny
 - akaricidy – hubení roztočů
 - dinitrosoučeniny
 - organochlorové sloučeniny
 - organocínové sloučeniny
 - rodenticidy – hubení hlodavců
 - hydroxykumariny
 - sloučeniny arsenu
 - přírodní sloučeniny- strychnin
 - nematocidy – hubení půdních škůdců
 - moluskocidy – hubení měkkýšů
 - vodní- botanické- efod, ostatní-tribulylcín
 - suchozemské-karbamáty-aminocarb, ostatní-metaldehyd

V České republice jsou nejvíce ze všech zmíněných druhů pesticidů nejvíce používané herbicidy, jejichž spotřeba se rovná přibližně polovině z celkové spotřeby všech používaných pesticidů.

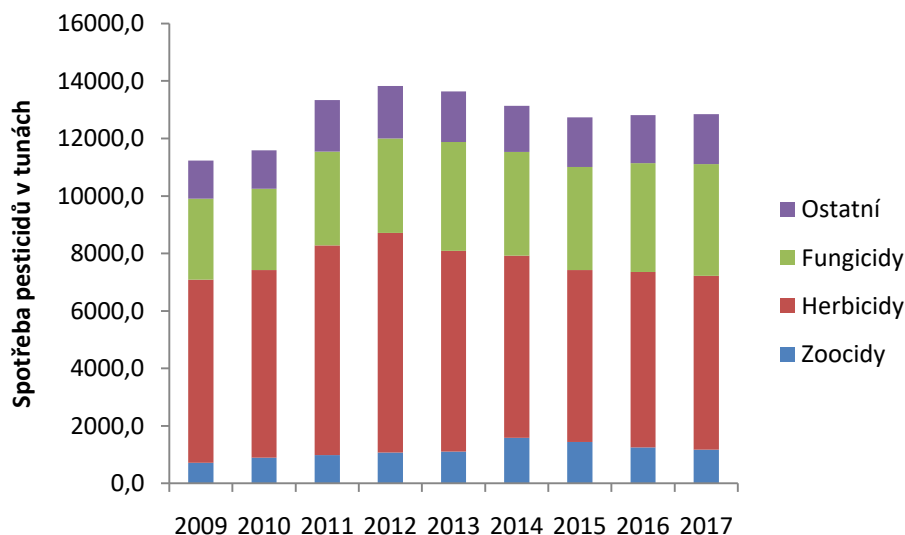
Tab. č.1 Spotřeba pesticidů v ČR na období 2009-2017 v tunách

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Zoocidy	712.2	886.3	983.7	1069.1	1107.3	1585.3	1433.1	1247.0	1168.0
Herbicidy	6378.5	6537.2	7296.6	7649.3	6978.8	6334.3	5986.1	6108.9	6046.7
Fungicidy	2811.7	2831.2	3262.3	3286.4	3796.4	3611.9	3588.7	3782.2	3896.3
Ostatní	1327.8	1333.3	1793.7	1820.9	1754.9	1609.5	1724.1	1671.7	1730.2
Celkem	11230.2	11587.9	13336.4	13825.7	13637.4	13140.9	12732.0	12809.8	12841.2

Zdroj eAGRI⁷

Poznámky: Skupina ostatní zahrnuje regulátory růstu, pomocné přípravky na ochranu rostlin, repelenty, minerální oleje aj.

Graf č.1 Celková spotřeba pesticidů v ČR na období 2009-2017 v tunách



Zdroj eAGRI ⁷

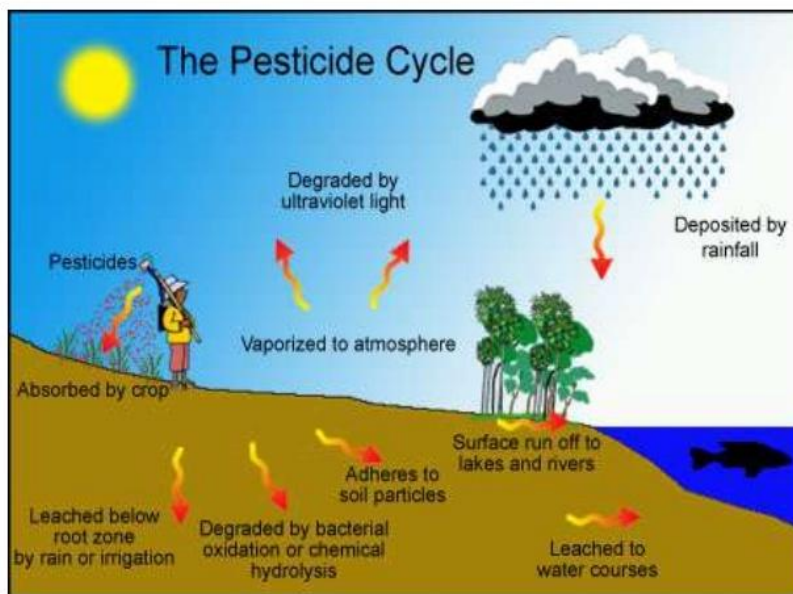
Zdroje

Pesticidy se v největších množstvích vyskytují v povrchových vodách. Nejvíce se zde nacházejí biochemicky stabilní látky, jako jsou organochlorové (doba rozpadu až několik desítek let) a triazinové (doba rozpadu 1-2 roky) pesticidy, dále fenoxycarboxylové kyseliny (doba rozpadu 1-6 měsíců) a málo stálé karbamáty (doba rozpadu 4-6 týdnů). Ve vodě mohou být přítomny v nerozpuštěné nebo rozpuštěné formě. Do vodních ekosystémů se mohou dostávat splavem z míst, kde byly použity ve velkém množství. Pesticidy se vyskytují i v podzemních vodách, jelikož se ale mohou silně sorbovat v půdě, vyskytují se zde v omezené míře. ⁶

Osud v prostředí

Přestože by se měly pesticidy aplikovat podle zásad správné zemědělské praxe, nelze vyloučit zasažení necílových organismů nebo kontaminaci životního prostředí. Odhaduje se, že při použití přípravku k ošetření ovocných stromů 65% přípravku zasáhne listovou plochu, 25% půdu a 10% se během aplikace uvolní do atmosféry. Přestup do jednotlivých složek

životního prostředí je ovlivněn řadou faktorů, jako jsou jejich fyzikálně-chemické vlastnosti, teplota, dešťové srážky, rychlost větru, druh půdy a další. Do podzemních a povrchových vod se mohou dostávat působením deště, kdy dochází k přesunu reziduí pesticidů z nadzemních částí rostlin do půdy. Prostředky aplikované na půdu se do prostředí dostávají stejným způsobem. Ve vodách se pesticidy mohou ukládat v říčních sedimentech. Kontaminace závisí i na dalších faktorech například průtok vody, charakter dna nebo teplota. Degradace pesticidů probíhá vlivem působení fyzikálních, chemických a biologických vlivů.⁵



Zdroj: <https://www.slideshare.net/vibhurathore9/environmental-alteration-of-pesticides>

Degradace pesticidů:

- Fotolýza- Účinkem záření dochází k termickému rozkladu karbamátových pesticidů. Mezi tyto reakce patří i procesy iniciované působením volných radikálů (nepřímá fotolýza)
 - Degradace trazinů- Ve vodném prostředí dochází vlivem UV záření k odštěpení postranních alkylových řetězců z trazinového kruhu za vzniku hydroxytrazinu a kys. kyanurové (hlavní degradační produkty).
 - Degradace karbamátových pesticidů- Ionty Fe^{3+} inicují radikálovou reakci vedoucí k degradaci.

- Degradace organochlorových pesticidů- Chemické přeměny vlivem UV záření. Vysoké dávky UV záření mohou vést až ke vzniku oxidu uhličitého a kyseliny chlorovodíkové.
- Fotooxidace- Přeměny chlorovaných cyklodienů.
- Fotolýza- Může probíhat jak ve vodě a v atmosféře, tak i při aplikaci pesticidů na povrch ošetřených rostlin.
- Hydrolýza- Probíhá velmi rychle při extrémních hodnotách pH.
 - Organofosfáty- Podléhají hydrolýze velmi snadno. Například hydrolýzou diazinonu vzniká 2-isopropyl-6-methyl-4-pyrimidinol. Po dvou dnech se obsah této látky ve vodě sníží na 5% původního množství, reakce zde probíhá velmi snadno.
- Oxidačně-redukční procesy
 - Degradace triazinů- Dochází k eliminaci atomu chloru z molekuly. Ve vodném prostředí při hodnotách pH=1-4.
 - Degradace organochlorových a organofosforových pesticidů- Například při oxidaci malathionu vzniká ve vodě malaoxon, které má rovněž insekticidní účinek (inhibitor acetylcholinesterázy) a je toxičtější než mateřský insekticid.
- Konečná fáze eliminace- Dochází k ní působením mikroorganismů. Pesticidy buď vstupují do běžných metabolických dějů v mikrobiální buňce, nebo mohou být zdrojem uhlíku a dusíku. Pseudomonas, Flavobacterium nebo Serratia způsobují degradaci reziduí chlorovaných organických látek (př. DDT) přítomných ve vodě, ale i v půdě. ⁵

Potencionální účinky a rizika

Pesticidy a jejich metabolity mají nepříznivý vliv na celý vodní ekosystém a na navazující složky potravního řetězce. Nejhorší dopady mají nebo měly organofosfáty, triaziny, karbamáty, chlorované uhlovodíky, pyretroidy a sloučeniny kovů. V 60. až 80. letech 20. století bylo v ČR zaznamenáno nejvíce otrav ryb pesticidy (až 6%). Od 90. let 20. století došlo ke snížení těchto otrav (do 2%). ⁸

Malé dávky pesticidů mohou u organismů vést ke změnám v chování, ztrátě hmotnosti, narušení reprodukce nebo neschopnosti vyhnout se predátorům. Například u ryb v tocích, které protékají zemědělskými oblastmi, bude docházet k opakovanému působení nízké dávky

pesticidů. Opakované vystavení určitým pesticidům může mít za následek nízkou úroveň rezistence, hormonální změny, sníženou produkci vajec, sterilitu nebo nízkou odolnost proti chorobám.⁹

Mezi další rizika patří rezistence hmyzu na určité pesticidy, což je způsobeno dlouhodobým používáním některých přípravků.¹

Zdroje

1. Arnika. Pesticidy. (2014). Available at: <https://arnika.org/pesticidy>. (Accessed: 1st December 2018)
2. Bukáčková, M. STANOVENÍ VYBRANÝCH PESTICIDŮ POMOCÍ PLYNOVÉ CHROMATOGRRAFIE. (Vysoké učení technické v Brně, 2012).
3. Státní zdravotní ústav. Přípravky na ochranu rostlin. (2016). Available at: <http://www.szu.cz/tema/pripravky-na-ochranu-rostlin>. (Accessed: 1st December 2018)
4. Státní zdravotní ústav. Biocidní přípravky. (2015). Available at: <http://www.szu.cz/tema/biocidni-pripravky>. (Accessed: 1st December 2018)
5. Hajšlová, J. & Kocourek, V. *Osud prostředků pro ochranu rostlin v potravním řetězci člověka*. (2004).
6. Bukáčková, M. MULTIREZIDUÁLNÍ METODY PRO STANOVENÍ PESTICIDŮ VE VODÁCH. (Vysoké učení technické v Brně, 2010).
7. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. *Česká republika - Spotřeba POR a DP v letech 2009-2017 (kg, l)*. (2018).
8. Stará Alžběta. *Pesticity v životním prostředí- Pesticidy ve vodním prostředí a jejich vliv na vodní organismy*. (2015).
9. Helfrich, L. A. *Pesticides and Aquatic Animals: A Guide to Reducing Impacts on Aquatic Systems*. (2009).