



PESTICÍDY A ICH DOPAD NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Veronika KVORKOVÁ – Alica PASTIEROVÁ – Juraj MICHÁLEK

PESTICIDES AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT



ENVIRONMENTAL POLICY TOOLS '2020

ABSTRAKT

Pesticídy sa aplikujú ako prípravky na ochranu rastlín pred živočíšnymi a rastlinnými škodcami či hubami. Využívajú sa najmä s cieľom ochrany poľnohospodárskych plodín. Podľa odhadu sa na celom svete ročne spotrebuje asi 2,4 milióna ton pesticídov. Ich používanie sa stalo súčasťou bežného života, nachádzajú využitie na poľnohospodársky obrábanej pôde, čo predstavuje len jeden z možných zdrojov kontaminantov, ktoré nachádzame v životnom prostredí. Pesticídy sa používajú čoraz komerčnejšie a ich aplikácia nachádza uplatnenie nielen vo väčšine domácností, ale aj v mestách na úpravu trávnikov, parkov či betónových chodníkov. Ich používanie je tak všestranné a rozsiahle, že je potrebné obmedziť ich pôsobenie.

Pomocou pesticídov je možné dosiahnuť zníženie škodcov alebo burín, ale riziká spojené s ich používaním prekročili ich priaznivé účinky. Najmä neselektívne pesticídy ničia nielen svoj cieľový zdroj, ale aj ostatnú faunu a flóru v okolí.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: pesticídy, životné prostredie, ľudské zdravie

ABSTRACT

Pesticides are applied to protect plants from animal and plant pests or fungi. They are used to mainly for the protection of agricultural crops. It's estimated, about 2,4 million tons of pesticides are consumed worldwide annually. Their use has become part of everyday life and find use on arable land, which is only one possible source of contaminants that we can find in the environment. Pesticides are used more and more commercially and their application finds application not only in most households, but also on cities lawns, parks and concrete sidewalks. Their use is so versatile and extensive that it is necessary to limit their effects. Pesticides can be used to reduce pests or weeds, but the risks associated with using have outweighed their beneficial effects. Especially, non-selective pesticides destroy not only target source, but also other kind of fauna and flora in environment.

KEYWORDS: pesticides, environment, human health

ÚVOD

Kontaminácia pesticídmi patrí v súčasnosti k celosvetovým problémom, ktorý ovplyvňuje nielen ekosystémy (pôdne a vodné zdroje), ale aj zdravie ľudí, zvierat, mikroorganizmov a rastlín.

Pesticídom je akákoľvek účinná látka alebo jej zmes použitá na potlačenie nežiaducich organizmov alebo škodcov, vrátane burín, hmyzu, húb, baktérií a hlodavcov. Približne 85 % všetkých používaných pesticídov nachádza uplatnenie v poľnohospodárstve. [3] Využitie domácností a záhrade predstavuje okolo 8 – 10 % celkových herbicídov, insekticídov a fungicídov. [8] Pesticídy sa aplikujú pred alebo po zbere na ochranu a konzervovanie rastlín či rastlinných produktov, tiež pôsobia ako regulátory rastu a eliminujú rozvoj nežiaducich častí rastlín.



Od druhu pesticídu a jeho vlastností závisí aj jeho uplatnenie, použitie sa neobmedzuje len na rastliny a huby, ale potláča aj rozmnoženie škodcov. [3] Vyrábajú sa v tekutej forme (ako koncentráty, roztoky, aerosóly a plyn) a tuhej forme (ako prach, granule a prášky). [2]

Na trhu existuje široká škála aktívnych zložiek pesticídov, ktoré sa zameriavajú na konkrétnych škodcov v poľnohospodárstve, akvakultúre, záhradníctve a domácnosti. Celosvetovo je zaregistrovaných viac ako 1200 účinných látok na výrobu pesticídov. [4,5]

Pesticídy sú charakterizované niekoľkými triedami na základe typu škodcu, pre ktorý sú primárne určené. [2] Podľa cieľových organizmov sú pesticídy klasifikované do kategórií ako herbicídy, insekticídy, fungicídy, nematocídy, avicídy, sušidlá atď. Tieto predstavujú najpoužívanejšie druhy pesticídov na celom svete, možno ich zaradiť do viac ako 100 skupín. V súčasnosti sa najčastejšie používajú tieto tri klasifikácie pesticídov:

- **klasifikácia na základe spôsobu vstupu** - spôsoby, ako pesticídy prichádzajú do styku alebo vstupujú do cieľa, sa nazývajú spôsoby vstupu - patria sem systémové (napr. glyfosát; kyselina 2, 4-dichlórfenoxyoctová), kontaktné (napr. paraquat a diquat dibromid), žalúdočné jedy (napr. malation), fumiganty (vytvárajú pri aplikácii jedovaté plyny, napr. chlórpyktrin, fosfín) a repelenty.
- **klasifikácia na základe funkcie pesticídov a škodcov, ktoré zabíjajú** - existujú tiež pesticídy, ktoré kontrolujú viac ako jednu triedu škodcov a môžu byť zaradené do viac ako jednej triedy pesticídov. Takýmto príkladom je *Aldicarb*, ktorý sa vo veľkej miere používa pri pestovaní citrusov na Floride. Považuje sa za akaricíd, insekticíd alebo nematocíd, pretože kontroluje roztoče, hmyz a nematódy. V tabuľke 1 je uvedených niekoľko príkladov.

Tabuľka 1 Klasifikácia pesticídov podľa cieľových škodcov

TYP PESTICÍDU	FUNKCIA	PRÍKLAD
Insekticídy	Likvidácia hmyzu a iných článkonožcov	Aldicarb
Fungicídy	Likvidácia húb vrátane plesní	Azoxystrobin
Herbicídy	Likvidácia buriny a iných rastlín, ktoré rastú tam, kde nie sú potrebné	Atrazín
Akaricídy	Proti roztočom	Bifenazate
Rodenticídy	Proti myšiam a iným hlodavcom	Wafarín
Algicídy	Likvidácia a odfarbovanie rias	Síran meďnatý
Larvicídy	Zabraňuje rastu lariev	Methoprene
Repelenty	Odpudzuje škodcov svojou chuťou alebo vôňou	Metiokarb
Sušidlá	Pôsobí na rastliny sušením ich tkanív	Kyselina boritá
Nematocídy	Likvidácia nematód, hlíst pôsobiacich ako parazity	Aldicarb
Avicídy	Likvidácia vtáctva	Avitrol
Piscicídy	Likvidácia rýb	Rotenone
Termiticídy	likvidácia termitov	Fipronil

- **klasifikácia na základe chemického zloženia pesticídov** - poskytuje informácie o účinnosti, fyzikálnych a chemických vlastnostiach príslušných pesticídov. Sú veľmi užitočné pri určovaní spôsobu aplikácie a preventívnych opatrení, ktoré je potrebné prijať počas aplikácie. Na základe chemického zloženia sú pesticídy klasifikované do štyroch hlavných skupín, a to; organochlóry (OCP, organofosfáty (OP), karbamáty triazíny, fenoxycykánové pesticídy, pesticídy na báze glyfosátu. Líšia sa od seba fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami, na základe ktorých sú klasifikované. [1,2,16]

Podľa klasifikačného systému Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) z roku 2009 sa účinné látky v pesticídoch na základe toxicity klasifikujú do štyroch tried: od „veľmi alebo vysoko



nebezpečných“ (triedy Ia a Ib) po „stredne nebezpečné“ (trieda II), „mierne nebezpečné“ (trieda III) alebo „pri normálnom používaní pravdepodobne nepredstavuje akútne nebezpečenstvo“. [2,3]

Spôsob vstupu pesticídov do životného prostredia

Pesticídy sa zámerne aplikujú s cieľom odradiť, kontrolovať či až usmrtiť niektoré škodlivé populácie hmyzu, buriny, hlodavcov alebo húb. Na celom svete sa ročne používa približne 2,4 milióna ton pesticídov. [2] Odhaduje sa, že priemerná strata poľnohospodárskeho herbicidu z aplikovaného objemu pesticídov je približne 1% [17], avšak viac ako 95% až 98% rozprašovanej alebo rozprestretej postrebovej kvapaliny (herbicidu alebo insekticidu) na celom poľnohospodárskom poli môže dosiahnuť iné miesto určenia ako bola cieľová lokalita. [18]

Pesticídy ohrozujúce životné prostredie sa do pôdy dostávajú priamou aplikáciou, ale aj zmývaním z listov ošetrovaných rastlín alebo môžu byť pri aplikácii strhávané vetrom. [9] Preto aj keď sa aplikujú na veľmi malú plochu, šíria sa vzduchom, sú sorbované v pôde alebo sa rozpúšťajú v podzemnej či povrchovej vode. V konečnom dôsledku tak majú vplyv na oveľa väčšie územia. Ak sa pesticídy nastriekajú na poľnohospodársku plodinu, môžu si nájsť cestu vzduchom a nakoniec skončiť v iných oblastiach životného prostredia, na ktoré neboli určené, napríklad v pôde alebo vode. Pesticídy, ktoré sa aplikujú priamo na pôdu dokážu preniknúť až k povrchovým vodám v blízkosti povrchových tokov alebo presakujú cez pôdne horizonty k podzemným vodám. [1] Ich pretrvávajúce v pôde ovplyvňujú viaceré faktory, ako napríklad: chemická štruktúra pesticidu, typ pôdy, na ktorej sa pesticíd aplikuje (najmä obsah organickej hmoty, vodné zrážky a vlhkosť pôdy), pôdna mikroflóra v ošetrenej pôde, hĺbka, do ktorej sa pesticíd zapracuje, priemerná teplota pôdy, obsah minerálnych látok a pôdna reakcia ošetrenej pôdy, hustota rastlinného porastu, forma úpravy a koncentrácia použitého pesticidu. [9] Ak sa raz pesticídy dostanú do životného prostredia ich negatívne účinky sa môžu pohybovať od malých odchýlok od normálneho fungovania ekosystému až po stratu druhovej diverzity. Napríklad väčšina organochlórových pesticídov, ktoré dlhodobo pretrvávajú v životnom prostredí spôsobujú kontamináciu podzemných vôd, povrchových vôd, potravinových výrobkov, vzduchu a pôdy. [1] Jedným zo spôsobov ako znížiť ich reziduálne účinky a ovplyvniť spotrebu je racionálna aplikácia a dobrý technický stav aplikáčnej techniky. [9]

Osud pesticídov po aplikácii je rôzny. Existuje niekoľko možných spôsobov, ktoré zahŕňajú: a) adsorpciu na pôdne častice, vegetáciu alebo iné povrchy a retenciu v blízkosti miesta uloženia, b) adsorpciu na pôdne častice a pohyb s postihnutou pôdou prostredníctvom odtoku a vetra, c) rozpustenie vo vode a absorpcia rastlinami, pohyb odtokom a vylúhovaním, vyparovanie z listov a povrchu pôdy atď., a d) transformácia po fotodegradácii, chemickej degradácii a mikrobiálnej degradácii. [11]

Podľa relevantných údajov patria medzi početné faktory ovplyvňujúce schopnosť pesticídu kontaminovať vodu:

- jeho fyzikálno-chemické vlastnosti (rozpustnosť vo vode, polarita, prchavosť, hodnota pKa, lipofilita atď.);
- geografická vzdialenosť medzi aplikáciou
- environmentálne podmienky (teplota, vlhkosť atď.);
- typ a fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy (obsah organických látok, pH, štruktúra pôdy atď.);
- metóda použitá na aplikáciu pesticídnej chemikálie;
- faktory životného prostredia ako sú počasie, zrážky, relatívna vlhkosť atď. [19,11]

Vplyv pesticídov na ľudské zdravie

Používanie pesticídov sa v posledných desaťročiach zvýšilo, zvýšila sa aj pravdepodobnosť vystavenia nášho organizmu nežiadúcim chemickým látkam a zmesiam.

Niektorí ľudia sú po expozícii náchylnejší na toxické účinky pesticídov než iní, veľkým rizikom sú najmä pre kojencov, malé deti a pracovníkov v poľnohospodárstve, ktorí sú vystavení



priamej expozícii. Deti sú zraniteľnejšie voči vystaveniu pesticídmi, pretože ich orgány, nervový systém a imunitný systém sa stále vyvíjajú a sú obzvlášť citlivé na toxické kontaminanty. Expozícia počas určitých období raného vývoja môže spôsobiť trvalé poškodenie. Pesticídy vstupujú do ľudského tela požitím, vdýchnutím alebo penetráciou cez kožu. Väčšina ľudí je však postihnutá prijímaním potravín kontaminovaných pesticídmi. [2]

Štúdie v tejto oblasti poukázali na prudký nárast mnohých ďalších chorôb súvisiacich s pesticídmi, ako sú mentálna retardácia a reprodukčné poruchy. Pesticídy spôsobujú tri typy škodlivých účinkov, a to:

- **Akútne** - medzi akútne príznaky otravy pesticídmi patrí znížená citlivosť, pocit mravčenia, nedostatok koordinácie, bolesť hlavy, závraty, triaška, nevoľnosť, kŕče v bruchu, potenie, rozmazané videnie, ťažkosti s dýchaním a spomalenie srdcového rytmu.
- **Chronické** - chronické účinky dlhodobej expozície pesticídmi spočívajú v zhoršenej pamäti a koncentrácii, dezorientácii, depresii, podráždenosti, zmätenosti, bolesti hlavy, rečovým ťažkostiam či nespavosti.
- **Alergické** - alergický účinok pesticídov zahŕňa systémové účinky, ako je astma, podráždenie kože, pľuzgiere a podráždenie očí a nosa. [28]

U ľudí vystavenie pesticídmi a syntetickým chemikáliám súvisí s rakovinou, obezitou, narušením endokrinného systému a inými chorobami. Nedávne prieskumy zamerané na vystavenie pesticídmi a ich vplyvu na zdravie ľudí zdôraznili záťaž na ľudské zdravie a prehodnotili súčasnú toxicitu pôvodných reziduí pesticídov. Mnohé agrochemikálie sú stále viac regulované pretože u ľudí spôsobovali rôzne druhy rakoviny. [26]

Vplyv pesticídov na jednotlivé zložky životného prostredia

Používanie pesticídov je opodstatnené potrebou zabezpečiť dostatočné množstvo a kvalitu potravín a krmív, pričom zároveň predstavuje jeden z najväčších úmyselných vstupov potenciálne nebezpečných zlúčenín do pôdy, vody, vzduchu a plodín. Aj keď sa pesticídy aplikujú podľa predpisov, iba malé množstvo dosiahne svoje ciele, zatiaľ čo zvyšok predstavuje krátkodobu alebo dlhodobu pôsobiacu znečisťujúcu látku so širokou škálou možných negatívnych vplyvov. [23] Výskyt reziduí pesticídov a ich metabolitov v rôznych matriciach životného prostredia, ako sú vodné útvary, vzduch, pôda a rôzne potravinové komodity a biologických tkanivách boli nájdené obvykle v stopových koncentráciách, ktoré sa menia od ng/l do µg/l. [20]

Väčšina insekticídov určená na likvidáciu konkrétneho druhu škodcov môže v konečnom dôsledku nepriaznivo ovplyvniť aj necieľové organizmy, ako sú dážďovky, prírodné predátory a opeľovače. Napríklad, karbamátové insekticídy sú veľmi toxické pre dážďovky a ukázalo sa, že niektoré organofosfáty znižujú ich populáciu. Bohužiaľ, prírodné predátory, ako sú parazitoidy (parazitoid-živočích paratizujúci iba na jednom hostiteľovi, ktorý na konci svojho vývoja hostiteľa zabije) a predátory (nevyhnutné na kontrolu úrovne populácie škodcov), sú na insekticídy najcitlivejšie. Pesticídy tiež môžu ovplyvniť aj správanie predátorov a parametre ich života, vrátane rýchlosti rastu, času vývoja a reprodukčných funkcií. Konzumáciou a kontrolou ďalších škodcov môžu byť zas iné škodce prospešné pre potravinový reťazec. Preto likvidácia jediného druhu pomocou pesticídu dokáže spôsobiť významné zmeny. V niektorých prípadoch môže pesticíd eliminovať druh, ktorý je nevyhnutný pre fungovanie celého spoločenstva. Tým znížiť aj počet a rozmanitosť druhov oslabením dynamiky potravinových sietí v komunite a prerušiť existujúce potravinové väzby medzi druhmi. [1]

Opeľovače, ako sú včely, ovocné muchy, niektoré chrobáky a vtáky môžeme považovať za bioindikátory ekosystémových procesov, pretože ich činnosť je ovplyvnená environmentálnymi zmenami spôsobenými aplikovaním pesticídov. Zmeny pozorujeme na strate populácie opeľovačov a rastlín dôležitých pre hmyz. [25]

Podobne prítomnosť pesticídov vo vzduchu môže byť spôsobená celým radom faktorov, vrátane druhu postrekovej hmly, prchavosti z ošetrovaných povrchov a leteckého nanášania pesticídov.



Rýchlosť odstránenia prchavých látok závisí od času po ošetroaní, od povrchu, v ktorom sa pesticíd usadzuje pri teplote okolia, vlhkosti a rýchlosti vetra a tlaku pary zložiek. Prchavosť zlúčenín nachádzajúcich sa v pesticídoch predstavuje významné riziko znečistenia ovzdušia veľkých miest. [25]

Pôda

Vzhľadom na ich vysokú biologickú aktivitu a toxicitu si pesticídy udržiavajú jedinečné postavenie medzi kontaminantmi životného prostredia. Väčšina pesticídov obsahuje látky, ktoré po aplikácii nerozlišujú medzi škodcami a inými podobnými náhodne vyskytujúcimi sa formami života. Pri nesprávnom použití sú potenciálne škodlivé nie len pre anorganické, ale aj organické zložky životného prostredia. [1] Najväčšie potenciálne riziko pre životné prostredie predstavujú perzistentné pesticídy. Ľahko degradovateľné pesticídy môžu byť zase príčinou závažných havárií. Medzi perzistentné pesticídy sa zaraďujú chlórované insekticídy ako aj množstvo anorganických chemikálií, niektoré herbicídy, najmä triazínové, niektoré fungicídy, najmä ortuťové. [9] Produkciu a používanie pesticídov vo všeobecnosti reguluje globálna vláda a regulačné agentúry (v EU Európska environmentálna agentúra). Monitorovanie životného prostredia a hodnotenie vyplývajúcich rizík z používania pesticídov sa vo všeobecnosti obmedzuje len na účinné látky a známe prísady pesticídnych prípravkov. [5] V rozvojových krajinách, najmä v tropických oblastiach južnej Ázie, ako sú India, Bangladéš, Nepál, Pakistan, atď., boli zaznamenané rôznych mestských častiach vyššie koncentrácie perzistentných organochlórových pesticídov, ktoré sa považujú za regionálne, ale aj globálne zdroje kontaminantov. [6,7] Ako uvádza vo svojej štúdií (Kosubová a kol. 2020) výsledkom intenzívneho využívania pesticídov je ich rozšírená prítomnosť v ornej pôde. Nachádzame aj v súčasnosti používané, ale aj zakázané pesticídy ako aj produkty ich transformácie, ktoré taktiež prispievajú k celkovému chemickému zaťaženiu orných pôd. Na 34 pôdach vzorkovaných počas štyroch po sebe nasledujúcich rokov (2014-2017), nachádzajúcich sa na území Českej republiky, bolo identifikovaných 116 rôznych zmesí. Najvyšší počet súčasne sa vyskytujúcich pesticídov bol pozorovaný na poliach, kde sa pestovala pšenica a repka. [22] Riziko požívania pesticídov spočíva jednak v zásahu aj tých organizmov, ktorým pesticíd pôvodne nebol určený, v priamom ohrození pôdných i vodných organizmov a v ohrození i ostatných organizmov a človeka prostredníctvom potravinového reťazca. [9]

Prítomnosť rezíduí pesticídov v životnom prostredí je významným rizikovým faktorom, z tohto dôvodu boli stanovené maximálne limity rezíduí pre obsah pesticídov v rôznych komoditách.

Voda

Pesticídy tiež nepriaznivo vplyvajú na životné prostredie prostredníctvom kontaminácie nielen v mieste aplikácie, ale aj mimo lokality prostredníctvom disperzných ciest. Tieto chemické látky sú často vyplavené do mestských vodných tokov, je nevyhnutné uvedomiť si účinkom všetkých týchto chemikálií aj na vodné organizmy. [5] Aj keď sa v niektorých štúdiách uvádza, že ich prítomnosť vo vodných ekosystémoch je nízka, stále sa považujú za prioritné kontaminanty z dôvodu potenciálnej akútnej a chronickej toxicity voči rôznym organizmom, ktorá je spojená s ich schopnosťou akumulácie. [16]

Aplikácia pesticídov v domácnosti na nepriepustné povrchy, ako sú betónové konštrukcie, príjazdové cesty a chodníky, je bežným postupom takmer na celom svete. Predpokladá sa, že tieto v domácnosti použité pesticídy sú počas dažďa prípadne inými zdrojmi vody spláchnuté a skončia v povrchovej a podzemnej vode. Osudu a správaniu sa pesticídov na betónových povrchoch sa však venuje len málo štúdií a tomuto problému sa neprikladá veľká pozornosť preto sú aj štandardizované metódy hodnotenia veľmi obmedzené. [10,5]

Perzistentné a bioakumulatívne chemické zlúčeniny, ako sú DDT, HCH, toxafén, aldrin, dieldrin a ďalších 12 látok boli zakázané Štokholmským dohovorom schváleným v roku 2002 a sú nahradené menej bioakumulatívnymi chemikáliami. Trend nahrádzania za environmentálnejšie varianty sa vyvíjal v posledných desaťročiach, podmienený bol najmä zistením toxicity chemických



zvyškov prítomných v potravinách ako aj pretrváváním chemikálií v životnom prostredí. Hoci zákaz používania perzistentných zlúčenín v poľnohospodárstve zabránil ich používaniu avšak dodnes tieto toxické zlúčeniny nachádzame v maticiacich životného prostredia ako odkaz predchádzajúcich aplikácií. Výsledky ročných prieskumov trendu znečistenia v USA a pobrežných prostrediach Stredozemného mora uvádzajú, že aj roky po zákaze používania týchto zlúčenín ako je DDT či chlórđan nachádzame zvyšky pesticídov v pobrežných sedimentoch a biote. [26] Podobne v biote oceánu v hĺbke viac ako 10 000 metrov bola koncentrácia perzistentných organických kontaminantov výrazne vyššia ako v iných oblastiach, čo naznačuje že tieto znečisťujúce toxické látky sú prítomné v celom svetovom oceáne nezávisiac od jeho hĺbky. [27]

Bohužiaľ, väčšina pesticídov obsahuje látky, ktoré sú chemicky stabilné. Preto nie sú ľahko degradovateľné abiotickými alebo biotickými procesmi. Patria do triedy perzistentných organických znečisťujúcich látok, z tohto dôvodu nie sú účinné konvenčné techniky úpravy vody a odpadovej vody na ich odstránenie požadovanej úrovne. Chemické zrážanie, flokulácia / koagulácia, biologická oxidácia a iné základné konvenčné techniky úpravy vody sa používajú iba na odstránenie konkrétnych pesticídov a len v určitom rozsahu. [16] Na druhej strane sa preukázalo, že niekoľko techník patriacich do skupiny progresívnych oxidačných procesov (AOP) majú účinnosť na odstránenie širokého spektra organických znečisťujúcich látok z kontaminovaných matic. Vývoj mnohých rôznych AOP si získava nepochybne veľkú pozornosť ako sľubné a mimoriadne účinné techniky úpravy vody a odpadovej vody. [21]

Legislatívne požiadavky Európskej únie

Používanie pesticídov zohráva dôležitú úlohu v poľnohospodárskej výrobe Európy tým, že udržiava rastliny zdravé a zabráňuje ich zničeniu v dôsledku choroby a zamorenia. Pesticídy aplikované na plodiny však môžu odplavovaním a presakovaním prenikať do pôdy a povrchových vôd a môžu sa dostať do podzemných vôd, pričom vzniká riziko negatívneho vplyvu na necieľové druhy v suchozemských aj vodných ekosystémoch. Toto má vplyv na funkciu biotopu a prispieva k strate biodiverzity vrátane veľkého zníženia populácií hmyzu; ovplyvňuje to aj tvorbu pôdy a jej zloženie a zabezpečenie čistej pitnej vody. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/128/ES o trvalo udržateľnom používaní pesticídov preto ustanovila niekoľko opatrení. Prostredníctvom znižovania rizík a vplyvov používania pesticídov na ľudské zdravie a životné prostredie, podpory využívania integrovanej ochrany proti škodcom či alternatívnych prístupov alebo techník, ako sú nechemické alternatívy pesticídov, prispievajú k dosiahnutiu trvalo udržateľného používania pesticídov v EÚ. [14,15] EÚ vydala Rámcovú smernicu o vode 2000/60/ES, kde sa zameriava na opatrenia v oblasti vodného hospodárstva a ustanovuje pravidlá na zastavenie zhoršenia stavu vodných útvarov Európskej únie (EÚ) a na dosiahnutie „dobrého stavu“ európskych riek, jazier a podzemnej vody do roku 2015. Pri povrchových vodách je cieľ vymedzený limitmi koncentrácií špecifických znečisťujúcich látok (prioritné polutanty) s významom pre EÚ. Normy environmentálnej kvality v oblasti vodnej politiky určuje smernica 2008/105/ES. Dôraz sa kladie aj na dobrý chemický stav podzemných vôd. Toto obsahuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd proti chemickému znečisteniu a zhoršovaniu stavu, ktorá stanovuje opatrenia k posudzovaniu, monitorovaniu a limity znečistenia podzemných vôd. Pre jednotlivé pesticídy a ich metabolity je určený limit 0,1 µg/l a pre súčet jednotlivých stanovených pesticídov a ich metabolitov platí limit 0,5 µg/l v podzemných vodách. [13]

Politika členských štátov EÚ týkajúca sa používania pesticídov je voči iným krajinám prísnejšia. Cieľom smernice 2009/128/ES je dosiahnuť trvalo udržateľné využívanie pesticídov v EÚ najmä znížením rizík a vplyvov na ľudské zdravie a životné prostredie súvisiacich s používaním pesticídov. Podporovaním používania integrovanej ochrany proti škodcom a alternatívnych prístupov alebo techník, ako sú nechemické alternatívy k pesticídom. Krajiny EÚ vypracovali národné akčné plány na vykonávanie škály opatrení stanovených v smernici. Hlavné body sa týkajú školenia používateľov, poradcov a distribútorov pesticídov, kontroly zariadení na aplikáciu pesticídov, zákazu leteckého postreku, obmedzenia používania pesticídov v citlivých oblastiach a zvyšovania informovanosti o rizikách pesticídov. [24]



Záver

Pesticídy sa ukázali byť prínosom v poľnohospodárskom, ale i v nepoľnohospodárskom prostredí a u ľudí na celom svete. Zvýšil sa poľnohospodársky výnos plodín, zamedzilo sa ohrozovaniu škodcami a nepriamo sa ich použitím spoločnosti poskytlo nespočetne veľa výhod. Avšak tieto chemické látky začali po čase predstavovať pre ľudské zdravie a životné prostredie záťaž, čo vyvolalo obavy týkajúce sa bezpečnosti pesticídov. Hlavné riziko požívania pesticídov pochádza najmä zo zásahu organizmov, ktorým pesticíd pôvodne nebol určený, v priamom ohrození sú preto pôdne, vodné i ostatné organizmy a v neposlednom rade aj človek prostredníctvom potravinového reťazca.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] YADAV, I., DEVI, N.L. 2017. Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment. In *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND ENGINEERING*. Vol 6: Toxicology. Chapter 7. pp.140-158
https://www.researchgate.net/publication/313445102_Pesticides_Classification_and_Its_Impact_on_Human_and_Environment
- [2] KAUR, R., MAVI, G. M., RAGHAV, S. 2019. Pesticides Classification and Its Impact on Environment. In *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(03): 1889-1897. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.224>
- [3] FAO. 2020. In *Agricultural pollution: pesticides*. Retrieved on: 12 January, 2020, pp. 6
<http://documents.worldbank.org/curated/en/689281521218090562/pdf/124345-BRI-p153343-PUBLIC-march-22-9-pm-WB-Knowledge-Pesticides.pdf>
- [4] ALAVANJA, M.C. 2009. Introduction: Pesticides Use and Exposure, Extensive Worldwide. In *Rev. Environ. Health*, 24 (4), pp. 303-310. doi: 10.1515/reveh.2009.24.4.303
- [5] van de MERWE J.P., NEALE, P.A., MELVIN, S.D., LEUSCH, F.D. 2018. In vitro bioassays reveal that additives are significant contributors to the toxicity of commercial household pesticides. In *Aquatic Toxicology*. Vol. 199. pp. 263-268. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.03.033>
- [6] ALI, U., SYED, J.H., MALIK, R.N., KATSOYIANNIS, A., LI, J., ZHANG, G., JONES, K.C. 2014. Organochlorine pesticides (OCPs) in South Asian region: A Review. In *Sci. Total Environ.* 476. pp. 705-717. doi: [10.1016/j.scitotenv.2013.12.107](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.12.107)
- [7] POKHREL, B., GONG, P., WANG, X., CHEN, M., WANG, C., GAO, S. 2018. Distribution, sources, and air-soil exchange of OCPs, PCBs and PAHs in urban soils of Nepal. In *Chemosphere*. 200. pp. 532-541. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.119>
- [8] BUSH, E.A. 2018. Reducing pesticide use in the home lawn and garden. In *Virginia Cooperative Extension*. VCE Publications 450/450-725. Dostupné na internete: https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/450/450-725/450-725.pdf
- [9] KROČKOVÁ B., 2019. Spotreba priemyselných hnojív a pesticídov. *Enviroportal*. Dostupné na internete: <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=621&print=yes>
- [10] JIANG, W., LIN, K., HAVER, D., QIN, S., AYRE, G., SPURLOCK, F., GAN, J. 2010. Wash-off potential of urban use insecticides on concrete surfaces. In *Environmental Toxicology and Chemistry* 29 (6), pp. 1203-1208. doi: [10.1002/etc.184](https://doi.org/10.1002/etc.184)
- [11] Md MEFTAU, I., VENKATESWARLU, K., DHARMARAJAN, R., ANNAMALAI, P., MEGHARAJ, M. 2020. Pesticides in the urban environment: A potential threat that knocks at the door. In *Science of The Total Environment*, Vol. 711. 134612. ISSN 0048-9697. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134612>
- [12] GEVAO, B., SEMPLE, K.T., JONES, K.C. 2000. Bound pesticide residues in soils: a review. In *Environmental Pollution*, Volume 108., pp 3-14. ISSN 0269-7491., doi: [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00197-9)
- [13] SMERNICA 2000/60/ES EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY z 23. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva



- [14] GUTELAND, J., RIBEORO, S., 2019, Správa o vykonávaní smernice 2009/128/ES o trvalo udržateľnom používaní pesticídov. Dôvodná správa- Súhrn skutočností a zistení. In *Europaortal*. 30.1.2019, Dostupné na internete: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2019-0045_SK.html#top
- [15] SMERNICA 2009/128/ES EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY z 21. októbra 2009, ktorou sa ustanovuje rámec pre činnosť Spoločenstva na dosiahnutie trvalo udržateľného používania pesticídov
- [16] VAGI, M. C., PETSAS A. S. 2020. Recent advances on the removal of priority organochlorine and organophosphorus biorecalcitrant pesticides defined by Directive 2013/39/EU from environmental matrices by using advanced oxidation processes: An overview (2007–2018). In *Journal of Environmental Chemical Engineering*. Vol. 8 . 102940 doi: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.102940>
- [17] CARTER, A. D. 2000. Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes. In *Weed Res.* 40 (2000), pp. 113-122. doi: [10.1046/j.1365-3180.2000.00157.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2000.00157.x)
- [18] MILLER, G. T. 2004. Sustaining the Earth: An Integrated Approach. *Thomson Brooks Cole Publishing*, Pacific Grove, United States 2004
- [19] PEHKONEN, S. O., ZHANG, Q. 2002. The Degradation of Organophosphorus Pesticides in Natural Waters: A Critical Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 32:1. pp 17-72. doi: [10.1080/10643380290813444](https://doi.org/10.1080/10643380290813444)
- [20] GOLFINOPOULOS, S.K., NIKOLAOU, A. D., THOMAIDIS, N. S., KOTRIKLA, A. M., VAGI, M. C., PETSAS A. S., LEKKAS D. F., LEKKAS, T. D. 2017. Determination of the priority substances regulated by 2000/60/EC and 2008/105/EC Directives in the surface waters supplying water treatment plants of Athens. *Greece. J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.* 52 (4). pp. 378-384. doi: [10.1080/10934529.2016.1262600](https://doi.org/10.1080/10934529.2016.1262600)
- [21] POYATOS, J. M., MUÑO, M. M., ALMECJA, M. C., TORRES, J. C., HONTORIA, E., OSORIO, F. 2010. Advanced oxidation processes for wastewater treatment: State of the Art. In *Water Air Soil Pollut.*, 205 (2010). pp. 187-204. doi: [10.1007/s11270-009-0065-1](https://doi.org/10.1007/s11270-009-0065-1)
- [22] KOSUBOVÁ, P., ŠKULCOVÁ, L., POLÁKOVÁ, Š., HOFMAN, J., BIELSKÁ, L. 2020. Spatial and temporal distribution of the currently-used and recently-banned pesticides in arable soils of the Czech Republic. In *Chemosphere*. Vol. 254. 126902. ISSN 0045-6535. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126902>
- [23] HVĚZDOVÁ, M. et all. 2018. Currently and recently used pesticides in Central European arable soils. In *Science of The Total Environment*. Volumes 613–614. pp 361-370. ISSN 0048-9697. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.049>
- [24] EUROPEAN COMMISSION. 2016. Suitable use oesticides. EU Pesticide database. Dostupné na internete : https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides_en
- [25] FISHEL, F. M., FERRELL, J. A. 2013. Managing pesticide drift. In *Agronomy department*. PI232 University of Florida. Gainesville. FL. USA. Dostupné na internete: <https://edis.ifas.ufl.edu/pi232>
- [26] CARVALHO, F. (2017). Pesticides, environment, and food safety. In *Food and Energy Security*. 6. 48-60. doi: 10.1002/fes3.108.
- [27] JAMIESON, A. J., MALKOCS, T., PIERTNEY, S. B., FUJII, T., ZHANG, Z. 2017. Bioaccumulation of persistent organic pollutants in the deepest ocean fauna. In *Nature Ecology and Evolution*. 1, 0051 doi: <https://doi.org/10.1038/s41559-016-0051>
- [28] BAGCHI, K.K., AGARWALLA, K., SARKAR. C., DATTA, K. 2020. Pesticides Use in Indian Agriculture – A Study on Its Effects on Human Health and Environment. In *UGC Care Journal*. Vol. 40. (3). ISSN: 2394-3114



ADRESY AUTOROV

Veronika KVORKOVÁ, Ing.

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika
e-mail: [>veronika.kvorkova@stuba.sk<](mailto:veronika.kvorkova@stuba.sk)

Alica PASTIEROVÁ, Ing. PhD.

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika
e-mail: [>alica.pastierova@stuba.sk<](mailto:alica.pastierova@stuba.sk)

Juraj MICHÁLEK, Ing.

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika
e-mail: [>juraj.michalek@stuba.sk<](mailto:juraj.michalek@stuba.sk)

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.