DDT: POHNUTÁ HISTORIE JEDNOHO JEDU

DDT: Eventful history of a poison

7: 200 - 398, 2005
ISSN 1212-4117**Kateřina Neumannová, Jiří Patočka**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie a toxikologie

Summary

DDT is an organic chlorinated insecticide, formerly intensively used throughout the world in agriculture and in the control of insects transmitting malaria and typhus. In 1972, the use of DDT was prohibited in the USA and similarly also in some other countries. In many developing countries, DDT is ever being used in the control of mosquitoes transmitting malaria. DDT is considered as a persisting organic pollutant that shows its long-term presence in the environment and in animals that can be propagated to long distances. DDT is considered as probably carcinogenic substance by the World Health Organization. Due to its stability and ability to be accumulated in lipids, it was found in human typhus, and there is currently no organism throughout the planet that would not contain DDT. In spite of existing convincing experimental demonstrations of the carcinogenicity of DDT and of its main metabolites DDE and DDD, epidemiological studies are not demonstrable, with a prevalence of negative results. Further studies will be necessary concerning possible contributions of DDT to enhancing the risk of different types of cancer diseases and its possible negative effects on the endocrine system.

Key words: DDT – insecticide – environment – probably carcinogenic substance

Souhrn

DDT je organochlorový insekticid, kdysi intenzivně používaný v celém světě v zemědělství a při kontrole hmyzu přenášejícího malárii a tyfus. V roce 1972 bylo zakázáno používání DDT ve Spojených státech a podobně i v některých dalších zemích. V mnoha rozvojových zemích je DDT i nadále používán při regulaci komárů přenášejících malárii. DDT je považován za perzistentní organický polutant přetrvávající dlouhodobě v životním prostředí a v živočiších, schopný šíření na velké vzdálenosti. DDT je považován Světovou zdravotnickou organizací za pravděpodobný karcinogen. V důsledku stability a schopnosti akumulovat se v tukách byl nalezen v lidských tkáních a v současné době není na celé planetě jediný organismus, který by neobsahoval DDT. Ačkoliv existují přesvědčivé experimentální důkazy o karcinogenitě DDT a jeho hlavních metabolitů DDE a DDD, epidemiologické studie jsou neprůkazné a převažují negativní výsledky. Možný příspěvek DDT ke zvýšení rizika různých druhů rakoviny a jeho možného negativního účinku na endokrinní systémy si vyžádá ještě další studie.

Klíčová slova: DDT – insekticid – životní prostředí – pravděpodobný karcinogen

1. ÚVOD

DDT (p,p'-dichlor-difenyl-1,1,1-trichlorethan) je významným reprezentantem organochlorových insekticidů, látek určených k hubení škodlivého hmyzu, který působí škody na zemědělských plodinách, ohrožuje domácí i divoce žijící zvířata a přenáší nebezpečné choroby také na člověka. Na hmyz působí DDT jako kontaktní a požerový nervový jed. Od roku 1945 byl DDT používán celosvětově a je považován za první moderní syntetický insekticid.

2. OBJEV DDT A JEHO INSEKTICIDNÍCH VLASTNOSTÍ

Látka DDT byla syntetizována v roce 1874 německým chemikem Othmarem Zeidlerem v rámci jeho doktorské disertační práce v laboratořích prof. Adolfa von Baeyera na universitě ve Štrasburku. Syntéza vycházela ze snadno dostupných surovin, chlorbenzenu a chloralu: viz. obr 1.

Obr. 1: Syntéza DDT z chlorbenzenu a chloralu

Insekticidní vlastnosti DDT však byly objeveny mnohem později. Stalo se tak v laboratořích společnosti Geigy A. G. v roce 1939, když Švýcar P. H. Muller byl pověřen hledáním prostředku proti molům šatním. Jeho objev byl oceněn roce 1948 Nobelovou cenou (Raju, 1999). V roce 1940 byla látka patentována ve Švýcarsku jako prostředek proti obtížnému hmyzu. Její průmyslová výroba byla zahájena v roce 1942 a na trh se dostala pod označením Gesarol (pro ochranu rostlin) a Neocid (pro ochranu zdraví lidí). Brzy nalezla široké uplatnění a nabyla velkého ekonomického významu.

Na bojištích 2. světové války používaly armády USA a Velké Británie DDT jako vysoce účinný insekticid proti vši šatní a komárům a tím zabránily vzniku epidemií nemocí, jejichž zárodky jsou těmito druhy hmyzu přenášeny. V té době byla již označována zkratkou DDT. Od roku 1945 byl DDT používán celosvětově a je považován za první moderní syntetický insekticid. Světová spotřeba DDT v letech 1940 až 1973 se pohybovala kolem 2 milionů tun, z nichž více než 80 % bylo použito v zemědělství. U nás byl DDT součástí mnoha přípravků používaných v zemědělství proti mandelince bramborové a jiným žravým škůdcům (Gesarol, Dynocit, Dykol, Aerosol, Neraemulze 30, Dibovin a další). Pod názvem Nerakain byl u nás vyráběn a používán přípravek s obsahem DDT proti vši dětské až do roku 1984.

Období více než 60 let, které uplynuly od zavedení DDT do praxe, lze rozdělit do několika období. To prvé je možné charakterizovat jako období vzestupu, kdy přípravky na bázi DDT zcela ovládly boj se škůdci a o jejich nežádoucích účincích na životní prostředí a na člověka se ještě mnoho nevědělo nebo nechtělo vědět. Později dochází ke vzniku rezistence mnoha druhů hmyzu na DDT (Pal, Brown, 1974) a začínají se objevovat varovné zprávy o jeho nebezpečných účincích na člověka a nastává období pádu DDT.

V současné době dochází k určitému přehodnocování nežádoucích účinků DDT na přírodu a člověka, zvažují se jeho rizika a benefit, takže současné období by se dalo označit jako období renesance.

3. OBDOBÍ VZESTUPU

DDT se v krátké době stal nejúspěšnějším insekticidem všech dob a jeho používání významným způsobem zasáhlo do života lidí na celém světě. Zachránil miliony lidských životů před malárií a další miliony před smrtí hladem. Málokterá látka ovlivnila kvalitu života, zejména v rozvojovém světě, tak významným způsobem jako DDT.

Na rozhraní 50. a 60. let byl DDT nejpoužívanějším insekticidem v ČSSR. Jeho roční spotřeba přesahovala 1000 t účinné látky a byla kryta z vlastní výroby. V zemědělské praxi se užívaly přípravky ve formě prášku (popraš), emulgovatelného a suspendovatelného koncentrátu a ve formě olejového roztoku, vhodného pro aplikaci ve formě aerosolu. DDT byl používán hlavně proti mandelince bramborové a dalším škůdcům v rostlinné výrobě, ovocnářství a zelinářství a také v lesním hospodářství. Různé přípravky na bázi DDT byly používány i proti hmyzu v živočišné výrobě i v medicíně.

4. OBDOBÍ PÁDU

Na poklesu zájmu o DDT se podepsaly především četné nálezy rezistence hmyzu na tento insekticid (Ceccatti, 2004), ale doslova drtivý úder mu v očích veřejnosti zasadila kniha Rachel Carsonové *Silent Spring* (Mlčíci jaro), vydaná v roce 1962 ve Spojených státech. Autorka v ní obvinila pesticidy a především DDT ze zničujících účinků na přírodu a životní prostředí. Přestože chemické koncerny se všemožně snažily knihu bagatelizovat a nebezpečnost DDT zlehčit, odezva veřejného mínění na katastrofickou vizi R. Carsonové byla obrovská. (Např. American Cyanamid Company

označila případný zákaz DDT za návrat do „temných časů“ (Dark Age). Koncern Monsanto vydal a distribuoval 5 tisíc výtisků brožury nazvané *The Desolate Year* (Bezútěšný rok), která parodovala Mlčící jaro a předesílala čtenářům vizi devastované země v důsledku zákazu DDT. Přispěla nejen k zákazu používání DDT v USA v roce 1972 a později i jinde ve světě, ale také k založení The Environmental Protection Agency (EPA), která se dodnes významným způsobem podílí na ochraně přírody, životního prostředí a zdraví lidí. Postupně bylo používání DDT zakázáno ve většině zemí Evropy i jinde, což nebylo vždy přijímáno uživateli s pochopením. Zejména v zemích, kde byl DDT používán pro ničení přenašečů malárie. Nové prostředky proti komárům nebyly účinnější než DDT, zato byly podstatně dražší. Např. u syntetických pyrethroidů v průměru třikrát. V současnosti je DDT vyráběno jen v několika málo zemích: v Číně, v Indii a donedávna ještě snad v i Mexiku (Wong et al., 2005). Vyvází se ovšem také do některých rozvojových zemí, jejichž počet se odhaduje na dva tucty. Jeho spotřeba se však snižuje. Ještě v roce 1981 byla roční světová spotřeba DDT kolem 68 000 tun, v roce 1990 to již bylo pouze 2 800 tun (Beard, 2005).

Je možné jen spekulovat, zda zákaz používání DDT zabránil úplné eradikaci malárie, či nikoliv. Faktem je, že uvedená choroba i v dnešní době stále ještě postihuje ve světě ročně zhruba 300 milionů lidí (různé prameny udávají 200 až 500 milionů). Z tohoto počtu je minimálně jeden milion případů ročně smrtelných, když opět určité prameny udávají počet někdy i více než dvojnásobný.

5. OBDOBÍ UMÍRNĚNÉ RENESANCE

Ve dnech 22.-23. května 2005 se ve Stockholmu konala ekologická konference OSN, na které byla přijata úmluva o zákazu, nebo minimalizaci užívání dvanácti chemických látek označovaných jako POPs (Persistent Organic Pollutants). Tato Stockholmská konvence vstoupí v platnost po ratifikaci parlamenty signatářských zemí, což je pravděpodobně otázkou několika příštích let. Závěry z konference mohou ovlivnit velmi podstatně úspěšnost boje s jednou z nejvýznamnějších chorob současnosti – s malárií, protože mezi posuzovanými látkami byl i DDT.

Pro mnohé střeoevropany může být překvapivé, že DDT stále hraje rozhodující roli v mnoha oblastech světa při potlačování přenašečů malárie. Z tohoto důvodu DDT jako jediná látka z 12 posuzovaných dostala na Stockholmské konferenci nikoliv generální pardon, ale přijatelnou

výjimku, takže může být za určitých podmínek dále vyráběna a používána.

Odhaduje se, že tato látka zachránila od doby svého zavedení do praxe mnoho desítek milionů lidí od smrti způsobené nemocemi, jejichž původci jsou přenášeni členovci, nebo od smrti hladem z nedostatku potravin, které by jinak ještě na poli, nebo později při skladování zničily škodlivé druhy hmyzu. Nejčastěji je v této souvislosti uváděn vztah DDT k malárii (Stapleton, 2004). Např. v Indii se průměrná délka života prodloužila díky protimalarickému programu za použití DDT z 32 let v roce 1948 na 52 let v roce 1970. Současně se snížil počet nemocných malárií v této zemi ze 75 milionů (odhad pro rok 1951) na 50 000 případů v roce 1961 (Konradsen et al., 2004). Díky používání DDT se podařilo na mnoha místech zeměkoule malárii eradikovat, nebo ji dostat pod kontrolu (Brown et al., 1976).

Jako příklad neuváženého přerušení používání DDT v boji s malárií může sloužit Jihoafrická republika. Národní protimalarický program se v roce 1996 vzdal používání DDT ve prospěch dražší, ale pro lidské zdraví méně nebezpečných syntetických pyrethroidů. Během následujících tří let se však např. v provincii KwaZulu-Natal znovu rozšířil nejvýznamnější přenašeč malárie komár *Anopheles funestus*, dnes již rezistentní i k pyrethroidům, jehož výskyt zde nebyl zaznamenán od 40. let minulého století, kdy se začalo s postřiky DDT (Mabaso et al., 2004). Dramaticky stoupl výskyt malárie, a to i v dalších provinciích. Jihoafrická republika byla nucena vrátit se v roce 2000 k postřikům DDT, protože z hlediska finančních možností a účinnosti nenašla jinou alternativu.

Jihoafrická republika je považována za nejobtativnější a pokud jde o uplatňování vědeckých poznatků i nejpokročilejší africkou zemí na jihu od Sahary. Jestliže se ani taková země nedokáže obejít bez DDT, nelze to očekávat od chudých zemí s endemickou malárií, jako je např. Mozambik, Tanzanie, Kongo nebo Zimbabwe.

6. JAKÁ JE TEDY PRAVDA O DDT?

Představuje tato látka skutečné nebezpečí pro přírodu a pro lidstvo? Bylo jeho masové používání v 50. a 60. letech minulého století neuváženým omylem, na nějž lidstvo dodnes doplácí? Byl jeho téměř celosvětový zákaz tím správným rozhodnutím? Nebo šlo o uspěchaný a nedomyšlený krok, za nějž dodnes platíme miliony zbytečně ztracených životů? Odpověď není jednoduchá.

Existují důvodná podezření, že tehdejší ředitel EPA rozhodl o zákazu DDT ve Spojených státech i proti vůli odborníků vlastní organizace. Ti

daný problém studovali několik měsíců a obrátili se na více než 120 předních vědců různých oborů a na základě jejich vyjádření došli k závěru, že DDT nepředstavuje karcinogenní nebezpečí pro člověka, ani nebezpečí mutagenní či teratogenní. Jinými slovy – odpovědný činitel podlehl tlaku veřejného mínění a médií a jeho rozhodnutí bylo spíše politické než odborné.

Dodnes je zaznamenáváno mnoho naprosto odsuzujících mínění o knize *Silent Spring*. Usuzuje se, že cílem knihy bylo vyvolat strach z pesticidů, obzvláště DDT, i když mnohá její obvinění byla z pohledu tehdejších i současných vědeckých znalostí naprosto neopodstatněná (Turusov et al. 2002). Nicméně všeobecné povědomí vnímá DDT jako neobyčejně stálou látku, která se ukládá v tukách, je karcinogenní a ohrožuje všechny živé organismy, především ptáky, u jejichž vajec se ztenčují skořápky, které při sezení ptáka na vejcích snadno praskají. Některé laboratorní testy prokazují karcinogenitu DDT, jiné nikoliv a situace je dosti nepřehledná (Sekihashi et al., 2002). Naproti tomu je dost známou skutečností, že z oněch tisíců profesionálních pracovníků, kteří prováděli v malarických oblastech postřiky proti komárům, prakticky bez jakýchkoliv ochranných pomůcek, nikdo na otravu DDT nezemřel a nebyly u nich nalezeny příznaky otravy či zdravotní potíže, které by bylo možné dát do souvislosti s kontaktem s DDT (Mouchet, 1994). Naopak zavedení alternativních pesticidů mělo v malarických oblastech, hlavně zpočátku, často doslova katastrofické následky v důsledku podceňování rizik nových insekticidů u personálu, což vedlo k mnoha smrtelným otravám.

Také zeslabování skořápek ptačích vajec nebylo pravděpodobně důsledkem účinku DDT, protože nové experimenty a nová pozorování tento efekt neprokázaly (viz např. Blus et al., 1997; Falk et al., 2005).

7. BUDEME DDT ZNOVU TOLEROVAT?

DDT, podobně jako i další v přírodě perzistující organické látky, je pod silným tlakem mnoha environmentalisticky zaměřených organizací, které argumentují jeho nepříznivým vlivem na životní prostředí, ale i možnými důsledky na zdraví lidí. Např. nálezy reziduí DDT v mateřském mléce (např. Minh et al., 2004), vlivem na imunitní a nervový systém živočichů apod. (např. Misumi et al., 2005; Erikson, Talts, 2000). Aktivita bojovníků za zákaz DDT a jemu podobných látek se projevuje i v České republice. Dne 27. listopadu 2000 uveřejnily naše deníky zprávu s názvem „Aktivisté požádali Havla o zákaz toxických látek“. Zpráva informuje o akcích členů ekologické-

ho sdružení Děti země, v souvislosti s nastávajícím jednáním o mezinárodní úmluvě v Johannesburgu a postupné eliminaci či zákazu perzistentních organických látek. Aktivisté požadovali, aby jejich používání bylo okamžitě a celosvětově zakázáno.

Naopak více než 350 světově proslulých lékařů, ekonomů a vědců, včetně tří laureátů Nobelovy ceny již v roce 1999 podepsalo otevřený dopis, adresovaný delegátům konference v Johannesburgu, ve kterém důrazně varují před důsledky předčasného vyloučení některých insekticidů z boje s přenašeči malárie. Na stranu obhájců rozumného používání DDT se postavil i prestižní britský lékařský časopis *The Lancet*.

Obě strany sporu však stále trvají na svém stanovisku. Jejich zástupci si také často na podporu svých stanovisek vybírají a citují jen ty odborné publikace, které podporují jejich argumenty. A protože takových i onakých prací existuje nepřehledné množství (jen v databázi MEDLINE jsme ke dni uzavření rukopisu našli 6608 článků na klíčové slovo DDT), není o potřebné argumenty nouze. A tak se příslušníci obou soupeřících táborů častěji nejenom vědeckými a odbornými údaji v odborných i populárních časopisech nebo novinách, ale i různými invektivami, z nichž za zmínku stojí termíny „environmentální kolonialismus“ či „eko-imperialismus“.

8. ZÁVĚR

Zdá se, že na určitou dobu nastal mezi oběma tábory klid. Johannesburgská konference připravila podklady pro Stockholmskou konvenci, v nichž převládlo realistické vidění problémů a delegáti rozhodli, že DDT nebude zahrnuto do totálního zákazu perzistentních organických látek a že pro některé specifické účely může být dále vyráběno a používáno.

LITERATURA

- Beard J. 2005:** DDT and human health. *Sci. Total. Environ.* 2005 May 12 (Epub ahead of print).
- Blus L.J., Wiemeyer S.N., Bunck C.M. 1997:** Clarification of effect of DDE on shell thickness, size, mass, and shape of avian eggs. *Environ. Pollut.* 95: 67-74.
- Brown A.W., Haworth J., Zahar A.R. 1976:** Malaria eradication and control from a global standpoint. *J. Med. Entomol.* 13: 1-25.
- Ceccatti J.S. 2004:** Biology in the chemical industry: scientific approaches to the problem of insecticide resistance, 1920s – 1960s. *Ambix* 51: 135-147.
- Ericsson P., Talts U. 2000:** Neonatal exposure to neurotoxic pesticides increases adult suscepti-

bility: a review of current findings. *Neurotoxicology* 21: 37-47.

Falk K., Miller S., Mattox W.G. 2005: A long-term increase in eggshell thickness of Greenlandic Peregrine Falcons *Falco peregrinus tundrius*. *Sci. Total. Environ.* 2005 May 7 (Epub ahead of print).

Konradsen F., van der Hoek W., Amerasinghe F.P., Mutero C., Boelee E. 2004: Engineering and malaria control: learning from the past 100 years. *Acta Trop.* 89: 99-108.

Mabaso M.L., Sharp B., Lengeler C. 2004. Historical review of malarial control in southern African with emphasis on the use of indole-residua house-spraying. *Trop. Med. Int. Health* 9: 846-856.

Minh N.H., Someya M., Minh T.B. et al. 2004: Persistent organochlorine residues in human breast milk from Hanoi and Hochiminh City, Vietnam: contamination, accumulation kinetics and risk assessment for infants. *Environ. Pollut.* 129: 431-441.

Misumi I., Vella A.T., Leong J.A., Nakanishi T., Schreck C.B. 2005: p,p'-DDE depresses the immune competence of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) leukocytes. *Fish*

Shellfish Immunol. 19: 97-114.

Mouchet J. 1994. DDT and public health (Article in French). *Sante* 4: 257-262.

Pal R., Brown A.W. 1974: Probleme of insecticide resistance. *Z. Parasitenkd.* 45: 211-219. —

Raju T.N. 1999: The Nobel chronicles. 1948: Paul Hermann Muller (1899-1965). *Lancet* 353: 1196.

Sekihashi K., Yamamoto A., Matsumura Y., Ueno S., Watanabe-Akanuma M., Kasaje F., Knasmuller S., Tsuda S., Sasaki Y.F. 2002: Comparative investigation of multiple organs of mice and rats in the comet assay. *Mutat Res.* 517: 53-75.

Stapleton D.H. 2004: Lessons of history? Anti-malaria strategy of the International Health Board and the Rockefeller Foundation from the 1920s to the era of DDT. *Public Health Rep.* 119: 206-215.

Turusov V., Dakotsky V., Tomatis L. 2002: Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risk. *Environ. Health Prospekt.* 110: 125-128.

Wong M.H., Leung A.O., Chan J.K., Choi M.P. 2005: A review on the usage of POP pesticides in China, with emphasis on DDT loadings

Kateřina Neumannova a Jiřı Patocka
prof.patocka@gmail.com