

O Černobylu trochu jinak

Ing. Petr Zitko

Léto 1994 bylo prvním obdobím, kdy dva profesori biologie Ronald K. Chesser^{*)} a Robert J. Baker^{**)} začali pracovat v zakázané zóně v okruhu 30 km od černobylské jaderné elektrárny. Jejich úkolem bylo zkoumat dlouhodobé biologické účinky ionizujícího záření po explozi a požáru ve čtvrtém bloku uvedené elektrárny. Ačkoliv je tato zóna téměř opuštěná poté, co z ní bylo evakuováno na 135 000 obyvatel, vědci byli překvapeni rozmanitostí savců žijících ve stínu zničeného reaktoru, a to pouze osm let po havárii. Pracovali v oblasti označované jako „rudý les“, v němž byly ozářené uhynulé stromy zbarveny do červena. Všechny jehličnaté stromy zde uhynuly, zůstaly pouze břízy. V průběhu výzkumu odchytili několik místních myší a dalších zvířat a zjistili u nich vysokou úroveň radiace v kostech a ve svalcích, ale z fyzického hlediska byla zvířata normální. Byl to první z mnoha dalších poznatků.

Vědci trávili dvanáct let výzkumem a snažili se roztrždit účinky radioaktivního prostředí na život místní fauny. V jedné z prvních studií zjistili, že u myší populace nebylo zaznamenáno zřejmé chromozomální poškození. Když umístili myši z nekontaminované oblasti do klecí a přemístili je do rudého lesa, zjistili rovněž, že jejich chromozomy nebyly poškozeny zářením. Zdá se, že myši mají přirozenou imunitu proti radiačnímu poškození. Prokázalo se, že genetické dopady jsou jemné a pravděpodobně neohroží reprodukční schopnosti hlodavců nebo délku života. Byly porovnávány i genetické variace populací uvnitř zakázané zóny s populacemi z nekontaminovaných oblastí, přičemž nebyly zjištěny zvýšené míry mutací po ozáření. Ukazuje se, že vznikající oblast radioekologie je komplikovanější, než se dříve uvádělo. Radioaktivní spad po havárii nebyl stejnoměrný a vytvářel mozaiku radioaktivního přirozeného prostředí, které bylo odděleno od relativně nekontaminovaných území. Tato heterogenita komplikuje hodnocení účinků záření na zvířecí populace, protože zvířata z čistých prostředí migrují do kontaminovaných oblastí. Složitost habitatů je ještě zvyšována přítomností neradioaktivních polutantů.

Radiační dávky postupně klesaly a v současné době jsou na úrovni méně než 3 % původní hodnoty. Přesto zakázaná zóna představuje jedinečnou přírodní laboratoř ke zkoumání osudu a účinků radioaktivního prostředí. Opuštěné město Pripjat tvoří většinou les

s budovami, nad nimiž vyčnívají vrcholky stromů. Po původním poklesu počtu zvířecích populací, které byly decimovány radioaktivním spadem, tam nyní život v přírodě vzkvétá. Zakázaná zóna se ve skutečnosti stala přírodní rezervací, např. útlukem pro koně Převalského a evropského bizona. Hustota divokého ruského praseta je 10- až 15krát větší v zakázané zóně než v oblastech obývaných lidmi. Ohrožení černí čápi a běloocasí orli jsou zde běžní.

Vědci uvedli, že byli zcela vyvedeni z míry tím, co viděli první léto v Černobylu, a jsou i nadále překvapováni tím, s čím se setkávají v tom nesmírně krásném prostředí. Uznávají, že byli strašně naivní, co se týká radioekologie a politiky vědeckého výzkumu, když poprvé zahájili svůj výzkum. Získali určité znalosti a zkušenosti, které chtěli dále předat v podobě stručných informací.

Při své práci v radioaktivní zóně Černobylu dospěli dva vědci k tvrdým závěrům o politice a děláním dobré vědy

Lekce 1: Krásné teorie jsou ničeny ošklivými fakty

„Zjistili jsme velkou genetickou variaci u malých hlodavců, hrabošů rodu *Microtus*, když jsme je poprvé zkoumali v zakázané zóně. Předpokládali jsme samozřejmě, že genové rozdíly jsou způsobovány rozdílnými úrovněmi záření. K našemu zklamání se ale ukázalo, že jsme ve skutečnosti zkoumali přírodní variace čtyř druhů rodu *Microtus*, a nikoliv jediný druh, jak jsme se původně domnívali. Byl to evoluční vývoj, a nikoliv mutagenní záření, který způsoboval genetické rozdílnosti. To, co jsme považovali za účinky záření, byla lekce z taxonomie. Byl tak odhalen i náš předsudek, který jsme měli o potenciálních účincích záření. Zachytili jsme svou chybu hned v začátcích našeho výzkumu, ale přesto jsme stále byli ještě zklamáni.“

Lekce 2: Skutečný pokrok vyžaduje i změnu směru

„Než jsme začali pracovat v Černobylu, byly naše zkušenosti omezeny na evoluční genetiku a znalosti o radiačních dávkách u hlodavců byly téměř nulové. Když jsme vstoupili do Černobylu, u většiny studií na zvířatech se předpokládalo, že jedinci ze

stejných lokalit budou mít podobně velké dávky a že tyto dávky budou proporcionální se vzdáleností zvířete od reaktoru. Žádný z obou předpokladů ale nebyl správný. Myši žijící ve stejném prostředí se velmi lišily podle toho, jak velkou dávku obdržely z půdy a vegetace a jakou vnitřní dávku získaly z věcí, které zkonzumovaly. Analýza ukázala, že je třeba brát v úvahu interní a externí dávky u každého jedince a nespolehat se na průměrné hodnoty u celé populace nebo na vzdálenost od zdroje záření. Proto bylo nutné podrobně se zabývat problematikou radioizotopů, zejména Sr-90 a Cs-137, které emitují rozdílná množství energie a různě se v těle akumuluje (Cs-137 ve svalcích a měkkých tkáních a Sr-90 v zubech a kostech). Poznali jsme, že někdy musíte změnit směr výzkumu, abyste zůstali na vrcholu věcí.“

Lekce 3: Nezapomeňte na historii

U zvířecích populací se vyskytují přirozené variace s ohledem na frekvenci genů a fyzické vlastnosti jako normální produkt evolučního vývoje. U lokálních populací dochází k růstu, poklesu, rozšíření a vyhynutí, a to zcela nezávisle na jevu, který je předmětem výzkumu – v našem případě na expozici letálních dávek záření. Problém spočívá v tom, jak najít způsob k odlišení přírodních variací od vlivu sledovaného činitele. Ekotoxikologové musí zvažovat všechny historické vlivy, aby identifikovali skutečný vliv sledovaného kontaminujícího činitele.“

Lekce 4: Je moudré zachovat určitou pokoru

„Existuje široká škála názorů na biologické účinky ozáření v kontaminovaných oblastech kolem Černobylu. Rozličné studie uskutečněné u pšenice, myší, ptáků a lidí dospěly k závěru, že míra mutací je velmi zvýšená a že evoluční zdraví (pohoda) organismů je sniženo. Jiné studie ale nezjistily ani zvýšení míry genetických mutací, ani to, že by se přežití živočichů poblíž Černobylu lišilo od živočichů žijících v čistém prostředí. Mnoho času jsme strávili tím, abychom pochopili, proč aplikace vědeckých metod může vést k tak odlišným výsledkům. Jedním z vysvětlení byla i možnost, že některé studie jednoduše postrádaly údaje, které by podpořily závěry autorů. 25. dubna 1996 byl v časopise

^{*)} Ronald K. Chesser je profesorem biologických věd a ředitelem Střediska radiačních studií v životním prostředí v Texasu. V současné době se hodně věnuje radioaktivním emisím při jaderných haváriích a pokračuje ve výzkumech v Černobylu.

^{**)} Robert B. Baker je profesorem biologických věd a ředitelem laboratoře pro výzkum přírodních věd na univerzitě v Texasu. Jeho výzkumný program hodnotí molekulární variace v organismech vystavených záření v černobylské oblasti. Je jednou ze světových kapacit v oblasti genetických variací a fylogenetiky u netopýřů.

Nature uveřejněn náš článek, který ukazoval, že hraboši žijící kolem Černobylu mají zvýšenou míru genetických mutací. Byli jsme o tom přesvědčeni na základě pracných, námi ručně vykonaných experimentů. Brzy po uveřejnění článku jsme získali automaticky pracující zařízení, které bylo přesnější než manuální metody používané ke stanovení sekvence DNA. Protože jsme měli k dispozici tkáně ze všech zvířat z původních experimentů, rozhodli jsme se zopakovat výzkum s pomocí automatizovaného zařízení. K našemu zděšení se nepodařilo zopakovat výsledky výzkumu skutečně manuálně. Přesnější metoda nepotvrdila zvýšenou míru mutací, i když jsme sekvenci opakovali několikrát. Po několika týdnech jsme si uvědomili, že původní článek musíme odvolat. Ne všichni ze sedmi spoluautorů s tím souhlasili, ale nakonec všichni souhlasili s tím, aby byl článek stažen, a 6. listopadu byla uveřejněna stručná poznámka.“

Lekce 6: Neuvěřitelné výsledky vyžadují neuvěřitelné důkazy

„Zdá se, že některé zprávy o biologických dopadech radiačního spadu jsou zcela mimo hranice rozumných očekávání. Jedna ze studií uváděla, že vlaštovky ze severní Ukrajiny vykazovaly částečný albinismus, zvýšené mutace zárodků a ztrátu evolučního zdraví. Její autoři bohužel neuvedli přesně, odkud byli ptáci shromážděni, neanalyzovali radiační dávku a poskytli málo informací o kontaminaci půdy. Na rozdíl od toho náš vlastní výzkum vlaštovek v okruhu 10 km od Černobylu odhalil, že vnitřní radiační dávky byly zanedbatelné, a to méně než 10 μSv (mikrosievert) za den, což je méně než desetina dávky obdržené při rentgenovém vyšetření plic nebo po tříhodinovém letu ve výšce 10 000 m. Bylo by proto velmi překvapující, kdyby uvedená dávka zapříčinila zvýšenou míru mutací uváděnou autory zmíněné studie. Místní genetické variace jsou běžné u zvířecích populací v přírodě. Bylo by rovněž překvapující, kdyby byly zjištěny populace bez geografických variací. Autoři zmíněné studie o vlaštovkách dedukovali, že variace mezi ptáky byly výsledkem radiací indukovaných mutací, ale neposkytli žádné důkazy pro svá tvrzení. Nevyloučili možnost, že geografické mutace jsou přirozené nebo že mutace mohly být způsobeny něčím jiným.“

Lekce 7: Dobrá myšlenka ne vždy přitahuje finance

„Černobyl je znám jako dosud největší havárie jaderné elektrárny na světě. Naivně jsme předpokládali, že díky tomuto jménu a dobrému vědeckovýzkumnému plánu brzy získáme finanční podporu. Na jednom setká-

ní ve Washingtonu jsme předložili dobře připravený plán o vědeckých přínosech navrhovaného výzkumu v Černobylu. Jeden z politiků řekl: „Dobrá, to je pěkné, ale jak to mám prodat svým kolegům kongresmanům?“ Později jsme si uvědomili, že jsme mu neposkytli nic užitečného pro jeho agendu. Politici potřebují konkrétní závěry a výsledky, nikoliv pravděpodobné odhady relativních rizik záření, která se navíc ještě ukazují jako méně nebezpečná, než se všeobecně věřilo. Mnozí služebníci veřejnosti nesdílejí nadšení vědců, které se týká vědeckého procesu. Nako-

provokuje kontroverzi nebo když naznačuje, že vlády neuváženě ohrožují životy občanů. Z dlouhodobého hlediska špatná věda plodí špatnou politiku.

Vědec by proto měl být vždy připraven změnit názor

Lekce pro vědu

Uplynulo již 20 let od černobylské havárie, ale stále se ještě diskutuje o tom, do jaké míry byli poškozeni lidé, zvířata a životní prostředí. Rozporuplné zprávy o genetických a biologických opadech záření způsobují, že i pro většinu vědců je obtížné vyznat se ve všech těchto údajích. Je pozoruhodné, že dodnes neexistují přesné údaje o počtu úmrtí nebo zdravotních poruchách způsobených havárií. Výzkum o účincích ionizujícího záření na živé organismy by měl být založen na správných vědeckých principech, a to z jednoduchého důvodu: rozborů rizika, zákonodárné normy a efektivnost nápravných opatření jsou často založeny na těchto studiích. Veřejnost a vědecká komunita si musí uvědomit, že ekologické studie o Černobylu, které nezahrnují přesné informace o ozáření zvířat, nelze kvalifikovat jako radiologický výzkum. Správná nulová hypotéza by měla znít tak, že účinky černobylského prostředí na lidský organismus se neliší od účinků mimo toto prostředí. Falšování nulové hypotézy má výrazné dopady pro společnost.

Pokud existuje zvýšená míra mutací a poškození zdraví, pak je třeba přijímat odpovídající nápravná opatření. S tím musí každý souhlasit. Musíme ale mít na paměti to, že náklady na přemrštěnou regulaci mohou být značné. Např. bývalý předseda Vědeckého výboru OSN o účincích atomového záření (UNSCEAR) profesor Zbigniew Jaworowski odhadl, že prosazování norem radiační bezpečnosti v USA stojí asi tři miliardy amerických dolarů na zachránění jednoho života. Ve srovnání s tím stojí zachránění jednoho života v případě použití vakcíny proti spalničkám pouze 99 dolarů.

Domníváme se, že problém vyžaduje koordinované úsilí, které prosadí standardy sběru a analýzy údajů. Toto úsilí vytvoří podmínky pro kolegiální ověřování výsledků a uchování vzorků pro budoucí studie. Bez této koordinace se promarní skrovné zdroje na přerušené a neopakovatelné studie. Měli bychom se snažit vyřešit problematiku ekologického zdraví a bezpečnosti, dokud na zemi a v dotčených organismech ještě existují známky radiace.

[CHESSER, R. K. – BAKER, R. J.: *Growing up with Chernobyl*. American Scientist, 2006, č. 6, s. 542–549. Zkrácený překlad: Václav Vaněk.]
Foto: <http://cs.wikipedia.org>



Letecký snímek okolí Černobylu

nec jsme byli úspěšní, získali finance na několik let výzkumu a vybudovali mezinárodní radioekologickou laboratoř ve Slavutuči. Nebylo to ale snadné a vyhlídky na budoucí financování nejsou radostné.“

Lekce 8: Buďte připraveni na to, že budete nepopulární a nepohodlní

„Ve zprávách k 20. výročí černobylské havárie byly uváděny rozdílné údaje o počtu mrtvých: 93 500, 70 000, 4 000, několik set a 31. Nenašli jsme ani jeden článek, který by se snažil vysvětlit velké obtíže při stanovování přesného počtu dodatečných úmrtí na rakovinu způsobených zářením ze spadu radioaktivních látek po havárii. Tisk se nesnažil vysvětlit rozdíly v názorech vědců nebo rozporuplné výsledky výzkumu na zvířatech vystavených záření. Místo toho různé skupiny ukazovaly prsty na vědce a ptaly se, proč se snaží zakrývat skutečný dopad záření na lidi a životní prostředí. Vědci se často dostávají do nepopulární a trapné pozice. Je to však jen součást jejich práce, když musí uvést pravdu. Závěry vědců pomáhají vést veřejnou politiku, připravovat předpisy a vyvíjet nové technologie. Výsledky dobré vědy jsou příliš důležité, než aby byly ovlivňovány snahou zalíbit se. Špatná věda často bohužel získává velkou publicitu, zvláště když vy-