

Biomonitoring účinkov znečisteného životného prostredia po 100-dňovej vojne v Kuvajte

Po otvorení našich hraníc a enormnom náraste možnosti výmeny vedeckých informácií vznikol nie celkom neoprávnený dojem, že "import" vedeckého know-how mnohonásobne presahuje možnosti vývozu našich vedomostí. Po osamostatnení Slovenska sa tento dojem mohol ešte zväčšiť. Projekt "Biomonitoring of polluted environment in Kuwait" je príkladom obapolne užitočnej vedeckej spolupráce medzi univerzitnými pracoviskami na Slovensku (Ústav bunkovej biológie, Univerzity Komenského, Bratislava) a v Kuvajte (Department of Botany and Microbiology, Kuwait University, Safat-Kuwait).

Invázia irackých vojsk do Kuvajtu a ich sedemmesačná okupácia krajiny priniesla nielen obeť ľudské a materiálne, ale zrejme aj dosiaľ najrozsiahlejší akútne zásah do životného prostredia. Pri ústupe realizovali irackí vojaci príkazy svojich veliteľov o "spálenej zemi" doslova a zapálili 697 naftových vrtov, pokryli krajinu kilometrovými olejovými škvrnami a vypustili do vôd zálivu odhadom do 8 miliónov barelov ropy. Počas nasledujúcich ôsmich mesiacov sa podarilo uhasiť 584 naftových vrtov. Za ten čas sa však dostalo do ovzdušia viac ako 500 miliónov barelov ropy, čo viedlo k jeho rozsiahlemu zamoreniu olejovými aerosólmi, sadzami, nespálenými uhľovodíkatými zlúčeninami, ako aj oxidmi dusíka, síry a uhlíka (Readman a kol., 1992). Mračná dymu pokryli väčšinu Kuvajtu a priľahlé oblasti. Tieto dymové mračná pozorovali ešte 1100 km južnejšie. Odhadovalo sa, že denne zhoria 3 milióny barelov ropy, čo uvoľní do ovzdušia približne 5000 t sadzí, nehoriacich o 4 % podiele síry (Boháček, 1991). Letecké merania najhustejších stĺpcov dymu vo vzdialenosti 120 km od horiacich vrtov vykazovali typickú masu čiastočiek oxidu siričitého (500-1000 ppbv) a oxidov dusíka (30-60 ppbv). Tisíc kilometrov od Kuvajtu presahovali tieto hodnoty bežné pozadie o 50 ppbv (Johnson a kol., 1991).

Ďalšou vizitkou irackej okupácie a ničivého ústupu bolo vypustenie približne 500 000 t nafty z kuvajtského terminálu Mina Al-Ahmadi 19. januára 1991. Táto obrovská olejová škvrna putovala zálivom a zamorila takmer 770 km saudske-arabského pobrežia. Na saudskej pláži Jubail, 200 km južne od Kuvajtu, namerali až 20 kg.m⁻² vrstvu nafty, skalnaté časti pobrežia boli pokryté vrstvou 1,4 kg.m⁻² (Sorkhoh a kol., 1992).

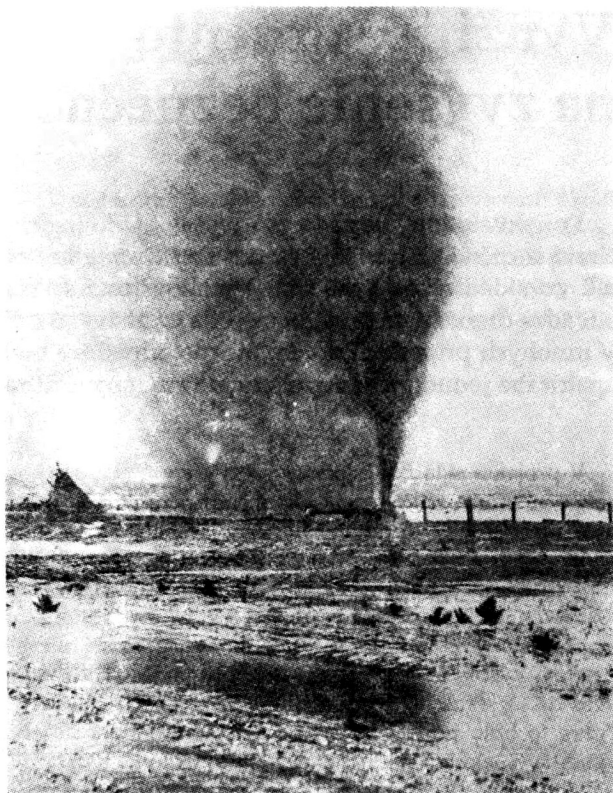
Prvé predpovede uverejnené vo svetovej tlači hovorili o možnom efekte "nukleárnej zimy" v celosvetovom meradle. Ako informovalo aj naše denné spravodajstvo, splošiny horenia dosiahli Japonsko už po piatich dňoch. Katastrofálne záplavy v marci 1991 v Číne (zahynulo tu približne 2000 ľudí, odhadované škody 7 miliárd USD) sa dávali do súvislosti práve so spomínaným efektom. V Bah-

rajne zaznamenali najchladnejší máj za posledné štvrtstoročie, priemerné teploty klesli o 4° C.

Najzávažnejšie dôsledky sa však predpokladali v súvislosti s flórou a faunou postihnutej krajiny. S nastávajúcim letom sa očakávalo intenzívne UV-žiarenie s možným efektom na chemické spektrum spodín takého masívneho horenia. Priemerná teplota v Kuvajte v júli až auguste dosahuje 37° C pri najnižšej celoročnej vlhkosti. To všetko mohlo mať významné dôsledky predovšetkým na vegetáciu, ktorá aj tak nie je veľmi bohatá. Mnoho škodlivín (napríklad polyaromatické uhľovodíky) je známym svojím efektom na genetickú výbavu rôznych organizmov. Takisto sa vie, že rastliny produkujú fytoalexíny ako odpoveď na rôzne stresové faktory prostredia. V prvom vegetačnom období po vojne boli zasiahnuté územia skutočne bez akejkoľvek vegetácie a poskytovali depresívnejší obraz ako púšť, ktorá sa v takom období obvykle dokáže pokryť hoci sporadickou, predsa len pestrou vegetáciou. Na veľké prekvapenie však nasledujúce vegetačné obdobie r. 1992 prinieslo mimoriadne silný výskyt vegetácie práve v najzamorených oblastiach. Vznikli pochybnosti o pôvodných katastrofických predpovediach a vynorila sa otázka, ako mohol nastať takýto paradoxný efekt. Prvé podrobnejšie vedecké štúdie tento jav potvrdili. Opakované merania zamorenia ovzdušia vylúčili preukazný vplyv dymovej clony na globálne poveternostné pomery, vrátane letného monzúnu v Ázii (Johnson a kol., 1991). Detailné merania kontaminácie vôd zálivu preukázali intenzívnu biodegradáciu masívnej naftovej škvrny. Namerané hodnoty koncentrácie uhľovodíkov z nafty a karcinogénnych polycyklických aromatických uhľovodíkov tvorených počas horenia naftových vrtov boli relatívne nízke a v sedimentoch i ulitníkoch niektorých oblastí (Bahrajn) dokonca nižšie než pred vojnovým konfliktom (Readman a kol., 1992). Ďalšia štúdia dokumentovala napriek masovému úhynu niektorých obvyklých pobrežných živočíchov (Ocyopode, Cleistostoma) intenzívnu samočistiacu aktivitu príbrežných vôd symbiotickým pôsobením cyanobaktérií,

najmä *Microcoleus* a pod., a baktérií schopných biodegradovať naftu (Sorkhoh a kol., 1992). Tieto údaje podporujú zdanlivo kontroverzný názor, že znečistenie životného prostredia (tzv. ekologické katastrofy) majú obvykle okamžitý letálny účinok vplyvom akútnej toxicity, ale epidemiologické dôkazy vplyvu týchto udalostí napríklad na dlhodobú zdravotnú kondíciu ľudskej populácie sú problematické. V úvodníku známeho časopisu *The Lancet* M. Bobák píše: "napriek všetkým limitáciám epidemiologických štúdií kritický rozbor svetovej literatúry nenaznačuje, že by znečistenie prostredia spôsobovalo dramatický vzostup úmrtnosti, čiže, je nepravdepodobné, že rozdiely v úmrtnosti medzi populáciami možno vysvetliť znečistením životného prostredia".

Na pozadí týchto poznatkov rozbehol sa na Katedre botaniky a mikrobiológie Kuvajtskej univerzity projekt "Biomonitoring of polluted environment in Kuwait", na ktorom odborne participuje aj Ústav bunkovej biológie Univerzity Komenského v Bratislave. Zo slovenskej strany sa tak využívajú získané poznatky o biomonitorovaní znečisteného životného prostredia pomocou divorastúcej flóry (Murín, 1987; Mičieta, 1990; Murín, Mičieta, 1993) a zároveň sa táto metodika overuje na medzinárodnom projekte. Projekt je terminovaný rokmi 1993-1995, hoci prvé odbery sa v Kuvajte uskutočnili už v apríli a máji 1992 (nasledujúci vo februári až apríli 1993). Odbralo sa 59 druhov divorastúcich rastlín (napríklad *Gastroctyle hispida*, *Atractylis carduus*, *Malva parviflora*, *Plantago boissieri*, *Reseda arabica*, *Datura innoxia* a i.) spomedzi 18-tich čeľadí (ako napríklad *Asclepiadaceae*, *Cistaceae*, *Convolvulaceae*, *Geraniaceae*, *Liliaceae*, *Orobanchaceae*, *Rutaceae*, *Zygopyllaceae* a i.). Odbery sa uskutočňovali opakovane v najvýraznejšie znečistenej oblasti (Burgan), ako aj v kontrolných oblastiach (Shuweich, Qurtuba, Khaldiga a Andalus). Pri zbere vzoriek bol výber znečistených oblastí obmedzený vzhľadom na možnosti ich dosahu (míny a pod.). Kontrolných oblastí sa zvolilo viac, keďže v Kuvajte sa nedá hovoriť o nezasiahnutej oblasti, len o najmenej znečistenej. Na bratislavskom pracovisku sme spoločne (počas mesačného pobytu dvoch kuvajtských kolegýň) hodnotili možné prejavy fytoxicity a genotoxicity na troch úrovniach - abortívnosť peľových zŕn, poruchy meiózy (odber z kvetných vzoriek) a chromozomálne aberácie počas mitózy (odber z koreňových špičiek). Pozoruhodné boli výsledky najmä u peľových zŕn, kde sme u dvoch druhov (*Arnebia decumbens* a *Plantago amplexicaulis*) zo znečistenej oblasti zaznamenali preukazné zvýšenie abortívnosti peľu. U iných dvoch druhov (*Neurada procumbens* a *Brassica tournifortii*) sme však pri opakovaných hodnoteniach zaznamenali opačný, hoci menej výrazný efekt. U ďalších druhov sa zatiaľ žiadny preukazný rozdiel nepodarilo zistiť. Ani pri hodnotení aberantných meióz a mitóz sme nezaznamenali výraznejšie rozdiely medzi odbermi zo znečistenej oblasti a z kontrolných oblastí. Hodnotenie ďalších vzoriek pokračuje na



oboch pracoviskách súbežne. Preto ešte nemožno hovoriť o jednoznačných konečných výsledkoch. Predbežné výsledky by sa mali prezentovať na medzinárodnej konferencii "The International Conference on the Effects of the Iraqi Aggression on Kuwait" zvolanej Kuvajtskou Univerzitou na začiatok apríla 1994.

Literatúra

- Bobák, M., 1992: The fatal impacts of the polluted environment: does the evidences exist? *The Lancet*, 340, p. 821-822.
- Johnson, D. W. a kol., 1991: Airborne observations of the physical and chemical characteristics of the Kuwait oil smoke plume. *Nature*, 353, p. 617-621.
- Murín, A., 1987: Kvety ako indikátory mutagenity a fytoxicity znečisteného životného prostredia. *Biológia (Bratislava)*, 5, p.447-456.
- Mičieta, K., 1990: Bioindikácia mutagénnych účinkov znečisteného životného prostredia vyššími rastlinami. *Život. Prostr.* 5, p. 267-270.
- Murín, G., Mičieta, K., 1993: Medzinárodné úsilie o širšie uplatnenie rastlinných testov. *Život. Prostr.*, 6, p. 322.
- Readman, J. W. a kol., 1992: Oil and combustion-product contamination of the Gulf marine environment following the war. *Nature*, 358, p. 662-664.
- Sorkhoh, N. a kol., 1992: Self-cleaning of the Gulf. *Nature*, 359, p. 109.