

Medzinárodné úsilie o širšie uplatnenie rastlinných testov

Mnohé zásadné koncepcie modernej genetiky sa zakladajú na poznatkoch získaných na vyšších rastlinách. Jedným z prvých testov hodnotiacich riziko mutagenity chemických látok pôsobiacich na živé organizmy bol „Allium test“, vyvinutý Levanom už r. 1938. Ako závažné zavádzané testy vplyvu chemických látok na životné prostredie sa však rastlinné testy nepresadili. Dnes na medzinárodnej úrovni zaznamenávame pozoruhodné úsilie vrátiť rastlinným testom ich význam, najmä vzhľadom na ich nezastupiteľnú úlohu bioindikátorov znečistenia životného prostredia priamo v teréne.

Napriek tomu, že rastliny sú známe ako vhodné objekty testovania, najmä z hľadiska fytotoxicity (na úrovni celého organizmu, resp. jeho častí), v ekotoxikológii hralo ich využitie na indikáciu genotoxicity a mutagenity (na úrovni genómovej, chromozómovej a génovej) pomerne dlhé obdobie len okrajovú úlohu.

Až od prvej polovice 80. rokov, ale najmä v poslednom období, sú zreteľné snahy o etablovanie novej batérie testov na báze vyšších rastlín, najmä vzhľadom na ich optimálnu využiteľnosť pri bioindikácii genotoxicity znečistenia životného prostredia „in situ“. Nezanedbateľná je ich ľahká dostupnosť, pomerne operatívny priebeh testu, nízka cena pri vysokom počte použitých jedincov, ako aj fakt, že indikačná schopnosť rastlinných testov je na 80 % porovnateľná s citlivosťou a preukaznosťou iných (napr. cicavčích alebo bakteriálnych) testov (Constantin, Owens, 1982). Posledných 30 rokov intenzívneho výskumu poskytlo dostatok podkladov na niekoľko komplexných štúdií využitia vyšších rastlín v monitorovaní znečisteného ovzdušia. Už r. 1978 existovala komplexná štúdia mapujúca využitie vyšších rastlín pre monitorovanie potencionálnych mutagénov v životnom prostredí (De Serres, 1978).

Prvým krokom k zhodnoteniu možnosti rastlinných testov v praxi bola snaha USEPA (U. S. Environmental Protection Agency) spracovať všetky dostupné údaje a doplniť ich o cieľné experimentálne výsledky v projekte Gene-Tox Program. V rámci neho bolo sied-

mimi rastlinnými testami (*Allium*, *Arabidopsis*, *Glycine*, *Hordeum*, *Tradescantia*, *Vicia* a *Zea*) testovaných dovedna 354 vybraných chemických látok s podozrením na mutagenitu, klastogenitu, resp. karcinogenitu a konštatovala sa vysoká indikačná schopnosť ako aj ich preukaznosť v porovnaní so štandardnými, povinnými testami na baktériách a cicavčích bunkách (Constantin, Owens, 1982). Napriek tomu, získané výsledky sa v konečnom dôsledku prezentovali ako orientačné s cieľom informovať o možnostiach týchto dovtedy nevyužitých testov. Nestali sa závažnými ani pre ďalšie projekty spomínanej renomovanej agentúry, ktorá výskum iniciovala a financovala. K zmene tohto postoja významne prispel až medzinárodný projekt štandardizácie troch vybraných rastlinných testov (*Arabidopsis*, *Tradescantia*, *Vicia*) pod priamym patronátom vrcholných medzinárodných organizácií: International Programme on Chemical Safety (IPCS), United Nations Environment Programme (UNEP), International Labour Organization (ILO) a World Health Organization (WHO) (Sandhu a kol., 1991). Tento štvorročný program (1988-1992) charakterizovalo cieľné využitie dovtedajších širokokoncipovaných štúdií. Sústredil sa na štyri chemikálie, ktoré rozoslali (s kódovým označením) do 17 laboratórií v 11 krajinách sveta (pre *Vicia* faba to napríklad boli pracoviská z Česko-Slovenska, resp. Slovenska, Indie, Japonska, Kanady, Kene, Poľska, Švédsko a U.S.A.), pričom úlohou štúdie bolo overiť preukaznosť vybraných rastlinných testov a podmienky na ich štandardizáciu v prípade rutinného praktického využitia. Pre ľahkú obsluhu, nízku cenu i nenáročné hodnotenie boli tieto testy cieľne predovšetkým do čo najväčšieho počtu laboratórií aj v krajinách, kde ešte nemajú vysoký štandard laboratórneho vybavenia a ako testy prvého sledu na zachytenie potencionálne genotoxických látok v životnom prostredí. Tieto ciele sa podarilo splniť a dosiahnuté výsledky zhrnúť na záverečnej konferencii konanej začiatkom r. 1992 v Petrohrade.

Tento krok, hoci na najvyššej úrovni medzinárodnej spolupráce, ešte nestačí na úplné uznanie rastlinných testov ako závažných. Dosiahlo sa však ich zaradenie medzi odporúčané testy a zároveň dodaj praktický a detailný návod na ich využitie, ktoré bolo avizované Medzinárodnou komisiou pre ochranu proti mutagénom a karcinogénom v životnom prostredí pod patronátom UNEP, ILO a WHO už r. 1985 (IPCS).

Do spomínanej medzinárodnej spolupráce bolo už od r. 1988 zapojené Laboratórium karyológie Ústavu bunkovej biológie Univerzity Komenského v Bratislave. Táto voľba nebola náhodná. Laboratórium má viac ako desaťročné skúsenosti s praktickým testovaním fytotoxicity a mutagenity odpadových vôd v jednom z najväčších chemických podnikov v bývalom Česko-Slovensku (CHZJD, dnes Istrochem Bratislava). Na základe týchto praktických výsledkov vyvinulo dve testovacie metódy (Murín a kol., 1980; Murín, 1984), ktoré sa stretli s pozoruhodným celosvetovým ohlasom. Pracovisko získalo predstih v tejto problematike najmä včasným rozpracovaním využitia v laboratórnej praxi už osvedčeného testovacieho modelového organizmu *V. faba* pre poľné podmienky. To logicky viedlo k vypracovaniu podrobnej metodiky pre využitie širšej testovacej škály kultúrnych rastlín ako indikátorov fytotoxicity a mutagenity životného prostredia (Mičieta, 1990). Význam tohto testovacieho modelu stúpa s najnovšími poznatkami o metabolickej aktivácii promutagénov, ktoré sa nemusia v laboratórnom teste preukázať ako rizikové. V poľných kultúrach sa však metabolizujú na mutagénne látky, ktoré sa potom dostávajú do potravinového, resp. krmovínového reťazca (Mičieta, 1990). Súbežne s tým bola vypracovaná štúdia využitia kvetov rastlín divorastúcej flóry ako indikátorov mutagenity a fytotoxicity životného prostredia (Murín, 1987). Podrobné metodické spracovanie tridsiatich divorastúcich druhov našej flóry dáva možnosť aktuálneho využitia v praxi. Táto pilotná štúdia využívajúca divorastúce rastliny na bio-monitorovanie stavu životného prostredia v rizikových lokalitách by sa mala overiť v už nadviazanej medzinárodnej spolupráci s Kuvajtskou Univerzitou na spoločnom projekte „Biomonitoring of Polluted Environment in Kuwait“. Cieľom je zhodnotiť škody spôsobené na životnom prostredí vojnou v Perzskom

zálie. V tejto spolupráci má pracovisko Univerzity Komenského predovšetkým úlohu metodickú. Na základe už získaných skúseností z bioindikácie znečistenia Žiarskej doliny využitím divorastúcej flóry, bysa mali najskôr dvaja pracovníci Department of Botany and Microbiology Kuvajtskej Univerzity oboznámiť so zavedenými metodickými postupmi bratislavského pracoviska. Potom by mali slovenskí odborníci pomôcť vytípať využiteľné druhy divorastúcej kuvajtskej flóry. Okrem nesporného prínosu k medzinárodnej spolupráci by mali získané výsledky veľký význam pre overenie navrhnutých metodických postupov a mohli by byť podkladom pre ich štandardné použitie v celosvetovom meradle.

Teoretické zázemie, dlhoročné praktické skúsenosti i aktívna účasť v medzinárodných projektoch predurčujú pracovisko ÚBB UK k aktívnej úlohe na poli praktického využitia rastlinných testov vo svetovom meradle. Pracovisko je zastúpené vo vedeckom výbore pripravovaného projektu celosvetovej monitorovacej siete založenej na využití *Tradescantia*, *Allium* a *Vicia* testov. Cieľom projektu je dokázať využitie týchto testov v praktickej aplikácii vytvorením svetovej monitorovacej siete, do ktorej je v súčasnosti zapojených 22 krajín (medzi inými Austrália, Belgicko, Brazília, Dánsko, Čína, Francúzsko, Holandsko, Rakúsko, Qatar a iné). Práve v tomto období sa tento projekt prerokúva pod názvom „Plant Bioassays for Global Environment“. Projekt už má prisľúbenú podporu UNEP a aspiruje na financovanie zo zdrojov NATO. Iniciátorom a koordinátorom je prof. Ma Te-Hsiu z Western Illinois University v USA a po prvýkrát sa slovenská účasť významne mení z úlohy spolupracujúceho pracoviska na spoluorganizátora vedeckého programu projektu. V apríli 1994 by sa malo stať hositeľským pracoviskom a organizátorom celosvetového workshopu účastníkov projektu „Plant Bioassays for Global Environment“.

Literatúra

Constantin, M. J., Owens, E. T., 1982: Introduction and perspectives of plant genetic and cytogenetic assays. A Report of U.S. Environmental Protection Agency Genetox Program. *Mutat. Res.*, 99, p. 1-12.

De Serres, F. J., 1978: Utilization of higher plant systems as monitors of environmental mutagens. *Environ. Health Perspect.*, 27, p. 3-6.

IPCS, 1985: Guide to Short-term Tests for Detecting Mutagenic and Carcinogenic Chemicals, 1985. Environmental Health Criteria 51, WHO, Geneva, p. 79-89.

Levan, A., 1938: The effect of colchicine on root mitosis of *Allium*. *Hereditas*, 24, p. 471-486.

Mičieta, K., 1990: Bioindikácia mutagénnych účinkov znečisteného životného prostredia vyššími rastlinami. *Živ. Prostr.*, 5, p. 267-270.

Murín, A., 1984: Simultánny test fytotoxických a mutagénnych účinkov chemicky znečistených vôd a látok herbicídnej povahy. *Biológia (Bratislava)*, 39, p. 15-24.

Murín, A., 1987: Kvety ako indikátory mutagenity a fytotoxicity znečisteného životného prostredia. *Biológia (Bratislava)*, 5, p.447-456.

Murín, A., Koleková, A., Váchová, M., Regula, Š., 1980: Jednoduchá orientačná metóda na určenie fytotoxicity chemicky znečistených odpadových vôd pomocou modelových organizmov vyšších rastlín, *Biológia (Bratislava)*, 35, p. 937-943.

Sandhu, S. S., de Serres, F. J., Gopalan, H. N. B., Grant, W. F., Velemínský, J., Becking, G. C., 1991: Status report of the International Programme on Chemical Safety's Collaborative Study on plant test systems. *Mutat. Res.*, 257, p. 19-25.

Gustáv Murín
Karol Mičieta

Kyslé zrážky v juhovýchodnej časti Kanady a severovýchodnej časti USA

Environmentálnym zmenám sa nevyhol ani severoamerický svetadiel, napríklad rozľahlá oblasť Veľkých kanadsko-amerických jazier a údolie rieky sv. Vavrinca. Je takmer neuveriteľné, že na tomto území, ktoré má v súčasnosti niekoľko desiatok miliónov obyvateľov, poskytovala príroda pred 200 rokmi takmer idyllický obraz.

Premena prostredia sa však uberala rýchlymi krokmi, pretože rieka sv. Vavrinca a mierne zvlnený reliéf ufahčovali prístup do vnútrozemia. Za posledných 100 rokov sa z tejto oblasti, ktorá zahŕňa 8 amerických a 1 kanadskú provinciu (Ontario, resp. časť provincie Quebec), vytvorilo významné priemyselné centrum Severnej Ameriky. Tým sa v tejto časti výrazne zhoršil stav životného prostredia. Negatívny vplyv sa prejavuje najmä kyslými zrážkami, zakyslovaním pôdy, zmenou kvality povrchových vôd a pod. Kyslých zrážok pribudlo najmä v 70. rokoch, keď sa v dôsledku ropnej krízy v USA prebudovali viaceré tepelné elektrárne z ropného paliva na uhlie.

Kyslé zrážky sú najvýznamnejším faktorom znižovania kvality životného prostredia. Objavili sa v 50. a 60. rokoch v dôsledku prevažujúceho západného a juhozápadného prúdenia z USA zo štátov Ohio, Indiana a Illinois. Najväčší vplyv na prostredie sa prejavil najmä v kanadskej provincii Ontário. K alochtónnym sa pridružili aj autochtónne zdroje znečisťovania (metalurgické závody v Sudbury, oceliárne vo Wawa a viaceré klasické tepelné elektrárne). Kyslé zrážky intenzívne ovplyvňujú i provinciu Quebec. Prispieva k tomu aj metalurgický závod v Norande (mapa). V týchto oblastiach sú zrážky kyslejšie ako je obvyklé, čo nepriaznivo pôsobí na citlivé ekosystémy. Minimálne hodnoty pH dosahujú len 4,1. Kyslé zrážky priamo vplyvajú na horninové prostredie, ktoré však reaguje na zakysľovanie rozdielne. V juhozápadnom Ontáriu prevažujú vápencové substráty, ktoré čiastočne neutralizujú kyslé zrážky. Naopak, odlišná situácia vzniká na kryštalinických horninách (hlavne granitoch), ktoré majú ne-