

# Mnohozložková ochrana rastlín ako jedna z ciest zníženia záťaže životného prostredia pesticídmi

*E. Weismann: Multi-Component Plant Protection as one of the Possibilities to Decrease Pesticide Load of the Environment. Život. Prostr., Vol. 30, No. 5, 247–250, 1996.*

Preferring pesticides in plant protection the number of diseases of cultivated plants has become doubled since the year 1960. This fact together with the rise of resistant tribes of phytophagous arthropoda and phytopathogeneous organisms have led to the increase of pesticide consumption and their negative impacts on the environment. The developing multi-component plant protection is an answer to this situation. It is based on the rational connection of the methods of non-chemical protection with aimed application of pesticides used for the correction of the occurrence of diseases and pests. Thus, the strategy aims at the protection of plants and not at the eradication of the harmful organisms.

In this contribution the mentioned negative impacts of pesticides and the strategy of multi-component plant protection are elaborated on concrete examples.

Pesticídy sú rozmanité typy chemických látok používaných v boji proti živočíšnym škodcom, parazitickým hubám a burinám, ktoré ohrozujú poľnohospodárske, záhradné i lesné rastliny, zásoby potravín a potravinárskych produktov v skladoch, priemyselný materiál (textil, kožu, drevo), hospodárske zvieratá i samotného človeka (ektoparazity).

Široký záber ich využitia dokumentuje, že sa dostávajú do rôznych zložiek životného prostredia, a tým aj do kontaktu s človekom a jeho potravou. Existuje veľa dôkazov o tom, že pesticídy neraz zachránili ľudstvo od hladu alebo epidémií a iných ochorení prenášaných parazitickým hmyzom (malárie, cholery a pod.). Z tohto hľadiska predstavujú pokrok v rozvoji ľudstva. Na druhej strane je však aj mnoho dôkazov o tom, ako malé množstvo pesticídnej účinnej látky môže ohroziť živé systémy na rozmanitých úrovniach ich organizácie – od molekulevej a bunkovej až po populácie a ekosystémy. Rizikovosť pesticídov je najmä v tom, že príroda si ich sama netvorí, a že mnohé z nich organizmy nevedia biotransportovať ani biologicky využiť. V zložitých ekologicko-nutritívnych vzťahoch sú pesticídmi ohrozené najmä skupiny organizmov, ktoré sa nachádzajú na vr-

chole potravinovej pyramídy. Práve sem patrí aj človek.

Najširšie uplatnenie majú pesticídy v ochrane rastlín, ktorú v posledných 50 rokoch nielen formovali, ale aj jednostranne ovplyvňovali. Mýlna predstava, že objavenie a zavedenie pesticídov zbaví navždy poľnohospodárstvo burín, chorôb a škodcov kultúrnych rastlín, viedla k stupňovaniu ich spotreby, a tým aj zaťaženia životného prostredia cudzorodými látkami (tab. 1, 2 a 3).

Tab. 1. Celosvetová spotreba pesticídov v období 1971–1990

Ukazovateľ	Celková spotreba pesticídov [mil. USD]				
	1971	1975	1980	1985	1990
Pesticídy spolu	2 390	5 500	7 500	10 150	13 850
Herbicídy	1 181	2 300	3 400	5 140	7 790
Insekticídy	842	1 950	2 450	3 100	3 900
Fungicídy	342	1 035	1 345	1 600	1 880
Fumiganty	21	90	100	110	1 200
Regulátory rastu	40	100	120	150	180

Tab. 2. Výroba a vývoj svetovej produkcie pesticídov [mil. t]

Krajina	1970	1980	1990	2000
Severná Amerika	0,98	2,03	2,41	2,56
Latinská Amerika	0,11	0,22	0,47	1,20
Západná Európa	0,38	0,52	0,98	1,05
Východná Európa	0,25	0,40	0,51	0,59
Rusko	0,16	0,38	0,70	0,89
Japonsko	0,12	0,28	0,72	1,25
Ázia	0,16	0,39	1,95	3,77
Blízky východ	0,05	0,36	1,57	3,35
Afrika	0,07	0,21	0,67	1,42

Tab. 3. Chemická ochrana v ČSFR

Nákladnosť chemickej ochrany	Roky		
	1955	1970	1987
Ošetrovanie [ha]	903 000	3 100 000	10 500 000
Cena [Kčs.ha <sup>-1</sup> ]	60	140	250

Z analýzy tohto stavu však vyplynulo, že ochranou rastlín, založenou iba na preferencii pesticídov, nedosiahol sa očakávaný efekt, pretože stratám na úrode nezabránili. Svedčí o tom aj vzostup počtu chorôb a škodcov. Kým r. 1965 sa na Slovensku uskutočňovala chemická ochrana proti 58 druhom fytopatogénov, 82 druhom fytofágneho hmyzu, r. 1994 to bolo 91 druhov patogénov a 131 druhov článkonožcov. Je to dôsledok narušenia prirodzených ekologických väzieb medzi fytofágny a fytopatogénnymi organizmami a ich prirodzenými antagonistami, režimom chemickej ochrany proti kľúčovým škodcom a chorobám rastlín. Napríklad len pravidelná chemická ochrana proti obaľovačovi jablčnému má za následok 50-násobnú redukciu dravých roztočca Typhlodromus píri (predátor svilušiek a mer), päťnásobné zníženie počtu slniečok, dravých druhov bzdoch a parazitických druhov blanokrídlovcov (predátorov a parazitoidov makro- a mikrolepidopter). Tým sa len v jablňových sadoch zvýšil okruh fytofágnych článkonožcov o 7 druhov sekundárnych škodcov, proti ktorým treba jablone chemicky ošetrovať (sviluška ovocná, mera jablňová, obaľovač zemolezový, podkopáčik ovocný, ploskáč jablňový, podobník okankovitý, drevotoč hruškový).

Obzvlášť kritické dôsledky malo podceňovanie jednorozmerného používania syntetických pesticídov. Síce výrazne prispeli k potlačaniu ekonomicky významného výskytu kľúčových chorôb a škodcov rastlín (ale aj burín), avšak ich masové nasadenie prispelo k selekcii rezistentných kmeňov škodlivých organizmov. V celosvetovom meradle je dnes evidovaná selekcia rezistentných populácií voči syntetickým pesticídom pri 428 druhoch článkonožcov, 91 druhoch fytopatogénov a 5 druhoch burín.

Rozvoj metód ochrany rastlín dlhé roky ovplyvňovali výrobcovia pesticídov. Treba priznať, že v mnohom aj pozitívne. Nadmerné a nekontrolované používanie týchto látok sa stalo impulzom pre tvorbu koncepcií usmernennej chemickej ochrany, zavedenie predpovedí výskytu a monitoringu ochranných zásahov, stanovovanie prahov škodlivosti, monitoringu ťažko ničiteľných burín, selektívnemu používaniu pesticídov, sledovaniu rezíduí a rezistencie, šľachteniu rastlín na odolnosť, k rozvoju biologických, ekologických a iných alternatívnych metód nechemickej ochrany. Na požiadavky ekológov reagovali výrobcovia vývojom pesticídov s vyššou účinnosťou na fytofágny hmyz a fytopatogénne organizmy pri menšej koncentrácii účinnej látky, ktoré minimálne alebo vôbec neovplyvňujú necieľové organizmy, najmä stavovce, ani pri vysokých dávkach. To všetko viedlo aj k zníženiu celkovej spotreby pesticídov. Napríklad v bývalej ČSFR bola r. 1980 spotreba účinnej látky 3,27 kg na ha ornej pôdy, kým r. 1989 poklesla na 2,01 kg.ha<sup>-1</sup>.

Napriek týmto snahám, ktoré majú prispieť k zníženiu zaťaženia životného prostredia cudzorodými látkami, musíme aj naďalej konštatovať, že niet bezpečných pesticídov, môžu byť iba bezpečné metódy ich použitia. Medzi ne patrí aj usmernená aplikácia pesticídov na korekciu nadmerných výskytov fytopatogénov a fytofágov v rámci mnohozložkovej ochrany rastlín.

Podstatné pre hodnotenie ochrany založenej iba na preferencii pesticídov, ale aj pre hľadanie nových alternatívnych stratégií mechanickej ochrany, resp. s regulovanou aplikáciou pesticídov, je to, že ochranu rastlín nemožno chápať ako intenzifikačný, ale skôr ako stabilizačný faktor tvorby úrod. Ochrana rastlín len stabilizuje úrodnostný potenciál plodiny v daných agroekologických podmienkach. V žiadnom prípade nemôže kompenzovať nedostatky pestovateľských technológií, oševných postupov, odrôd, výživy, ktoré podmieňujú výskyt chorôb a škodcov rastlín. Odstránenie pôvodných príčin výskytu škodlivých činiteľov je vždy rentabilnejšie ako akýkoľvek spôsob ochrany.

Analýza súčasného stavu ochrany rastlín tiež ukázala, že jej stratégia nemôže byť naďalej založená na chemickej prevencii a eradikácii fytofágneho hmyzu a fytopatogénnych organizmov. Kým v humánnej a veterinárnej medicíne je pochopiteľný záujem uchrániť človeka a hospodárske zvieratá pred zdravotným rizikom preventívnou eradikáciou pôvodcov chorôb, v ochrane rastlín podobný postup sklamal a musíme predpokladať koexistenciu kultúrnych rastlín a ich škodlivých organizmov na ekonomicky tolerovateľnej hladine. Preventívna ochrana sa preto posúva do oblasti posilňovania prirodzeného odolnostného potenciálu, ktorý sa formuje v priebehu celého pestovateľského systému kultúrnych rastlín. Agrotechnické opatrenia

a pestovateľská technológia sa tak stávajú súčasťou mnohozložkovej ochrany rastlín, ktorej koncepcia sa začala formovať už v 60. rokoch ako odpoveď na stupňujúcu sa chemizáciu. Jej stratégia sa zakladá na využívaní všetkých ekologicky, ekonomicky a toxikologicky prijatých metód na udržanie výskytu fytopatogénnych a fytofágnych organizmov pod hranicou ich ekonomickej významnosti, s prednostným a zámerným využívaním prirodzených regulačných mechanizmov. Cieľom sa stáva ochrana rastliny a nie eradikácia škodlivého činiteľa. Mnohozložkovú ochranu rastlín preto treba chápať ako súčasť integrovanej rastlinnej výroby, v ktorej sa stratégia ochrany plodiny vytvára počas celého osevného postupu v poľnohospodárskom podniku. Priorita jednotlivých opatrení sa mení podľa ekonomického významu a závažnosti strát, ktoré môže škodlivý činiteľ spôsobiť. Pokiaľ existujú iné spôsoby ochrany, pesticídy sa používajú cielene na korekciu nadmerných výskytov fytofágov a fytopatogénov iba v tých prípadoch, keď nechemické metódy ochrany neudržali výskyt škodlivých činiteľov na hranici ich ekonomickej únosnosti. Toto si však vyžaduje kvalifikované rozhodovanie o potrebe, spôsobe a termíne ochranných opatrení, čo sa musí čerpať z poznatkov ekologických, biologických a agronomických vied, ale aj z vlastných skúseností pestovateľa.

Úspech mnohozložkovej a cielenej ochrany je priamoumerný počtu a úrovni autekologických štúdií kľúčových druhov škodlivých organizmov a ich prirodzených antagonistov. Umožňujú poznať všeobecne platné zákonitosti, ktorými sa riadi ich vývoj, početnosť, a tým aj škodlivosť, ako aj poznať prirodzený odolnostný potenciál rastlín a možnosti jeho ovplyvnenia. Poskytujú vedecké podklady na stanovenie prahov ekonomickej škodlivosti a definujú ekologické podmienky, pri ktorých sa môžu prekročiť. Umožňujú vypracovať spoľahlivé metódy prognóz výskytu škodlivých činiteľov a monitoringu termínov a spôsobov ochranných zásahov. Bez týchto podkladov nemôže byť mnohozložková a cielena chemická ochrana úspešná. Ekologické štúdie sú nevyhnutné aj pre vývoj a zavádzanie expertných systémov ochrany riadených počítačom. Pre doplnkovú cieľnú aplikáciu pesticídov treba poznať ich toxické pôsobenie na necielené organizmy (vplyv na druhovú diverzitu v agrosystémoch), ako aj mechanizmus ich pôsobenia na realizáciu úrodotvorných procesov ošetrovaných rastlín. Bez týchto poznatkov nemôžeme hovoriť o rentabilite a efektívnosti ani pri cielenej chemickej ochrane.

Objemu a úrovni spomínaných poznatkov sú úmerné aj súčasné metódy integrovanej ochrany jednotlivých plodín. Napríklad pre jablňové sady je vypracovaná iba usmernená chemická ochrana proti článkonožcom. Výber a aplikácia vhodných selektívnych insekticídov

sa riadi monitoringom početnosti výskytu kľúčových druhov článkonožcov a neohrozuje predátory a parazitoidy necielene, t. j. druhotné škodce jabloní.

Integrovaná ochrana skleníkovej zeleniny (uhoriek, rajčiakov, papriky) využíva proti fytofágny článkonožcom už kombináciu predátorov, parazitoidov a bioinsekticídov doplnenú v prípade potreby cieľnou aplikáciou pesticídov.

Integrovaná ochrana cukrovej repy vychádza z poznania odolnostného potenciálu rastlín a možností jeho ovplyvnenia pestovateľskými metódami. Založená je na účelnom prepojení agrotechnických, ekologických a biologických metód a cielenej aplikácie pesticídov proti komplexu všetkých škodlivých organizmov, ktoré sa v cukrovej repe vyskytujú.

V stratégiu mnohozložkovej ochrany majú významné postavenie buriny. Ich priama škodlivosť vyplýva z konkurencie vzídeným kultúrnym rastlinám, a to znižovaním príjmu svetla, vody, živín a v obmedzovaní nadzemného i podzemného priestoru potrebného na rozvoj rastlín. Nepriama škodlivosť burín vyplýva z toho, že niektoré druhy slúžia ako náhradné hostitele pre mnohé škodce a pôvodcov vírusových a hubových chorôb kultúrnych rastlín. V čase kvitnutia poskytujú zdroj doplnkovej výživy (cukry, vitamíny), potrebný na tvorbu vajčiek tým druhom hmyzu, ktorých imága po vyliahnutí nemajú dozreté vajčka. Napríklad pravidelné ničenie merlíkovitých burín, resp. pupenca, zredukovalo hospodársky význam niektorých druhov satiac a mor. Buriny sú však počas kvitnutia aj významným zdrojom doplnkovej výživy pre imága užitočného hmyzu (napr. pestrice).

Nedostatočné poznanie vzájomných alelopatických funkčných vzťahov medzi plodinami a burinami z hľadiska tvorby úrod neumožňuje stanoviť ekonomické prahy škodlivosti burín, ktoré tvoria základ ich racionálnejšej regulácie. Preto na veľkých plochách aj v integrovanej ochrane naďalej zotrúva popri agrotechnike eradikácia burín pomocou herbicídov, ktoré tvoria podstatnú časť pesticídov aplikovaných v poľnohospodárstve (tab. 1). Všestranný výskum alelopatických vzťahov otvára nové perspektívy programovému regulovaniu rastlinných spoločenstiev v agroekosystémoch, ale aj dotváraníu prírodných ekosystémov.

V mnohozložkovej ochrane možno využiť aj vzťahy, ktoré existujú medzi rastlinami a hmyzom. Rastliny vylučujú do prostredia pachové látky. Sú to kairomóny, ktoré orientujú hmyz pri vyhľadávaní vhodnej hostiteľskej rastliny, alebo alomóny, ktoré zasa hmyz odpudzujú. Napríklad striedaním riadkov fazule a zemiakov sa znižuje výskyt pásavky zemiakovej. Kombináciou riadka cibule s riadkom mrkvy sa zabezpečí ich ochrana proti hmyzím škodcom. Výsádzanie aksamietnic (*Tagetes*) medzi ruže zabezpečuje ochranu ruží proti

voškám. (Živé, ale aj suché kvety aksamietnice v obytných miestnostiach pôsobia repelentne proti muchám a komárom.)

Niektoré rastliny si vytvárajú účinné látky proti hmyzu, napr. žihľava. Ak sa stromy postrekujú vodným roztokom z kvitnúcej žihľavy, majú pekné zelené listy bez vošiek (aj bez múčnatky). Podobné insekticídne účinky majú aj vodné extrakty z cibuľových šupiek. Už dávnejšie je známe, že extrakt z tabaku nepriaznivo ovplyvňuje hmyz. Aj sedmokrásky vytvárajú látky pôsobiace na hmyz toxicky.

Osobitnou formou stratégie mnohohozložkovej ochrany, ktorá sleduje maximálnu podporu regulačných mechanizmov vlastných prírodným ekosystémom, sú metódy biologického boja. V biologickom boji s hmyzími škodcami sa spravidla úspešne využívajú fylogeneticky nižšie skupiny bezstavovcov, napríklad drobnenka *Trichograma* sp. (vaječný parazit) proti vyačke kukuričnej, morám, obaľovačovi jablčného. V skleníkovom hospodárstve možno nahradiť pesticídnu ochranu proti škodlivým druhom článkonožcov komplexným využitím entomofágov a akarifágov, a to dravého roztočca *Phytoseilus persimilis* proti fytofágny roztočcom, druh *Encarsia formosa* proti molici skleníkovvej, dravého byľomora *Aphidoletes aphidimyza* proti voškám. Pre všetky tieto druhy sú vypracované metódy ich hromadného chovu i aplikácie v ochrane rastlín, použiteľné priamo v jednotlivých poľnohospodárskych závodoch.

Okrem spomínaných druhov sa na Slovensko do voľnej prírody introdukovali (zavliekli) ďalšie tri druhy parazitoidov. "Vajcojed" *Oeno cyrtus cuwanai* (z bývalej Juhoslávie) parazituje na 10–15 % objemu vajčiek mníšky veľkohlavej, parazitoid *Coptera occidentalis* (z USA) o 20 % zvýšil parazitáciu kukiel vrtivky čerešňovej a parazitoidný druh *Prospaltella perniciosi* radikálne znížil škodlivosť štítničky nebezpečnej.

Biologický boj sa prenáša z roviny makroorganizmov aj do roviny mikroorganizmov (baktérie, huby). Mnohohozložková ochrana má k dispozícii bakteriálne prípravky na báze *Bacillus thuringiensis* (Bathurín, Dipel, Biobit, Novodor), určené najmä na ochranu zeleniny a ovocných drevín proti voľne žijúcim húseniciam motýľov. Na ničenie cicavého hmyzu na zelenine je to mikrobiálny insekticíd *Verticon* (z huby *Verticilium lecanii*). Konídiové prípravky z huby *Beauveria bassiana* (Boverol, resp. Boverosil) sú určené proti pásavke zemiakovej, resp. škodcom v skladoch. Na Slovensku je vyvinutý biofungicíd *Trichomil* (z huby *Trichoderma harzianum*) na ochranu osiva kukurice proti hubovým chorobám.

Z bioracionálnych prostriedkov sa v cielenej ochrane uplatňujú feromónové a vizuálne lapače. Na Slovensku je registrovaných 17 typov lapačov na báze syntetických

feromónov, ktoré slúžia na signalizáciu 16 druhov fytofágneho hmyzu ovocných drevín a 3 druhov škodcov poľných kultúr.

Signalizácia náletu hmyzích škodcov umožňuje voľbu vhodného termínu ochrany, čo je spolu s vhodným (selektívnym) insekticídnom zárukou maximálnej možnej ochrany užitočného hmyzu ako prirodzeného regulátora početnosti kľúčových a sekundárnych škodcov.

Vizuálne lapače možno využiť na redukciu výskytu piliarok na slivkách a jabloniach (tabule bielej farby) a na signalizáciu náletu s čiastočnou reguláciou vrtivky čerešňovej (tabule žltej farby). Vyvinuté sú aj vizuálne lapače na priamy boj s nepríjemným lietajúcim hmyzom v skleníkoch, domácnostiach a komunálnych priestoroch.

Spomenuté príklady iste nevyčerpávajú všetky možnosti, ktoré sa uplatňujú v mnohohozložkovej ochrane rastlín. Sú však dostatočným dôkazom, že jej realizácia, najmä zavedenie prvkov nechemickej ochrany, vyžaduje určité penzum vedomostí z bionómie a ekológie jednotlivých škodlivých činiteľov a ich hostiteľských rastlín, z pestovateľskej technológie a výživy pestovaných plodín a drevín, získané nielen zo štúdia odbornej literatúry, ale aj potvrdené alebo doplnené praktickými skúsenosťami. Nízka úroveň takýchto vedomostí sa v ochrane rastlín kompenzuje spravidla aplikáciou pesticídov.

Napriek pokroku v uplatňovaní nechemickej metód predpokladáme, že ešte najmenej 10 rokov zostanú usmernené a korigujúce spôsoby chemickej ochrany významným prostriedkom aj v integrovanej ochrane rastlín. Tento predpoklad vychádza zo skutočnosti, že doteraz sa nepodarilo nechemickejmi prostriedkami znížiť pod hranicu hospodárskej významnosti výskyt viacerých kľúčových škodcov a chorôb rastlín. Sú to napríklad škodce, ktorých larvy žijú skrytým spôsobom života (piliarky, kvetopasy, vrtivka čerešňová, obaľovač jablčný, tmavka lucernová atď.). Bez pesticídov nemožno zabezpečiť ochranu viniča hroznorodého proti perenospóre, múčnatke, botritíde, ochranu zemiakov proti plesni zemiakovej, broskyne proti kučeravosti listov, jablone proti strupovitosti a pod. Predpokladáme však postupné znižovanie spotreby pesticídov, vykompenzované ich cieľnou aplikáciou na základe monitoringu výskytu chorôb a škodcov kultúrnych rastlín a prahov ich ekonomickej škodlivosti, ale aj postupným skvalitňovaním pestovateľských technológií, najmä vyrovnanou výživou porastov. Sľubnou perspektívou je aj rozširovanie škály bioracionálnych prostriedkov o kairomóny a repelenty i ďalšie, založené na prírodných ochranných látkach mikrobiálneho pôvodu, s priamym účinkom, resp. zvyšujúcim prirodzený odolnostný potenciál rastlín. Mnohohozložková ochrana rastlín je jedným z východísk na dosiahnutie zdravšej výživy pre človeka.