



Dlaczego Mospilan 20 SP jest nietoksyczny dla pszczoł, a toksyczny dla szkodliwych gatunków owadów?

Dr Joanna Zamojska, prof. dr hab. Paweł Węgorek, mgr Daria Dworżańska
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Pytanie, co dzieje się z molekułą syntetycznego insektycydu wprowadzonego do organizmu owada lub do środowiska przyrodniczego, jest kluczowe w dobie prowadzenia integrowanych programów ochrony roślin. Wiąże się ono z wieloma aspektami, głównie toksykologicznym i środowiskowym. Jednym z głównych wymogów stawianych nowoczesnym insektycydom jest bowiem bezpieczeństwo owadów zapylających, a głównie pszczoły miodnej. Dlaczego **Mospilan® 20 SP** jest wyjątkowo toksyczny dla stonki ziemniaczanej, słodyszka rzepakowego, chrabąszczy, mszyc i wielu innych gatunków szkodników, natomiast dla pszczoły miodnej nie? Badania naukowe i obecna wiedza na temat zdolności owadów do detoksykacji insektycydów i powiązań budowy molekularnej toksyn z możliwością jej metabolizmu nie dają pełnej odpowiedzi na to pytanie. Warto jednak przyjrzeć się niektórym aspektom tego ciekawego zjawiska.

Przystosowanie drogą ewolucji

Setki milionów lat koewolucji roślin i odżywiających się roślinami zwierząt doprowadziło do wykształcenia zadziwiająco bogatego w gatunki świata flory i fauny. W celu zabezpieczenia się przed zjadaniem, rośliny w trakcie ewolucji wykształciły zdolność wytwarzania setek tysięcy różnych toksyn, natomiast zwierzęta, w tym głównie owady, w celu możliwości zjadania roślin, stworzyły własne systemy przełamania tej toksyczności. Efektem opisanego procesu jest obserwowana dziś dość wąska specjalizacja wielu gatunków owadów dostosowanych genetycznie do atakowania niektórych tylko gatunków roślin i tolerowania wytwarzanych przez nie allelochemikaliów. Przykładem niech będzie stonka ziemniaczana, która jako jeden z nielicznych gatunków wyspecjalizowała się w zjadaniu kilku gatunków roślin psiankowatych, w tym ziemniaka, zawierających

silne toksyny. Owady zapylające, w tym pszczoła miodna, odżywiające się pyłkiem i nektarem bardzo wielu gatunków roślin musiały wytworzyć mechanizmy odporności na zawarte w tych produktach rozmaite substancje chemiczne. Mechanizmy detoksykacji wykształcone przez owady w procesach ich ewolucji wykorzystywane są przez nie również do obrony przed biologicznymi i syntetycznymi insektycydami.

Ponieważ różne gatunki roślinożernych, w tym zapylających owadów, wyposażone są w odmienne wersje enzymów i w związku z tym posiadają większe lub mniejsze zdolności detoksykacji różnych trucizn, jest rzeczą naturalną, że również wytworzone przez człowieka syntetyczne trucizny wykorzystywane w ochronie roślin do zwalczania szkodników są dla niektórych gatunków owadów bardzo toksyczne, a przez inne tolerowane. Każda trucizna przedostająca się do wnętrza organizmu jakiegokolwiek gatunku owada podlega procesom prowadzącym do jej detoksykacji i wydalenia. W procesach tych szczególne znaczenie mają różne grupy białek – enzymów katalizujących metabolizm toksyn. Ich działanie polega na skomplikowanych reakcjach chemicznych, polegających na utlenianiu, hydrolizie, zmianie polarności i koniugacji molekuł toksyn. W przypadkach, kiedy procesy detoksykacji wyprzedzą osiągnięcie przez truciznę poziomu wywołującego śmierć organizmu, owad przeżywa zatrucie. Jeśli nie – wówczas ginie. To, czy toksyna wywoła farmakologiczne działanie, zależy również od jej powinowactwa do swoistych receptorów komórek nerwowych. Jeśli tego powinowactwa nie ma, lub jest słabe, nie wywołuje ona w organizmie owada żadnego skutku. Cechy związane z budową białek receptorowych dla danych substancji chemicznych są u poszczególnych gatunków owadów charakterystyczne i wiążą się ściśle z ich wyposażeniem genetycznym. Międzygatunkowe i między populacyjne różnice genetyczne wpływają więc na cechy powiązane z efektywnością detoksykacji współczesnych insektycydów należących do różnych grup chemicznych.

Najważniejsza jest selektywność

Każdy współczesny insektycyd posiada tylko pewien zakres przydatności do zwalczania szkodników. W dniu dzisiejszym kluczowa w ochronie niektórych roślin rolniczych, sadowniczych, warzywniczych i leśnych jest selektywność insektycydu w stosunku do pszczoły miodnej. W każdej grupie chemicznej tych związków, pomiędzy substancjami czynnymi występują duże różnice w poziomie toksyczności dla pszczoły miodnej. Na przykład, wśród neonikotynoidów w badaniach toksyczności ostrej LC50 imidachloprydu dla pszczoły miodnej wynosi 0,0037 ppm, dla chlotianidyny 0,004 ppm, co oznacza wysoką toksyczność przy zalecanych dawkach, a dla acetamiprydu 8,09 ppm, co oznacza wysoki poziom bezpieczeństwa. Podobne różnice znajdziemy również w grupach związków fosforoorganicznych, karbaminianów, pyretroidów, chlorowanych węglowodorów i innych. Przykładowo, LC50 dla pszczoły popularnego pyretroidu – deltametryny wynosi 0,0015 ppm, co jest wartością oznaczającą większą toksyczność niż w przypadku najbardziej niebezpiecznego dla tych owadów neonikotynoidu. Jednak o toksyczności substancji czynnej dla pszczoły miodnej decydują również inne jej cechy: trwałość w środowisku, toksyczność jej metabolitów, rozpuszczalność w lipidach, zdolność do systemicznego działania w roślinach, parowanie, zmywanie, fotodegradacja i wiele innych.

Odporność pszczół na acetamipryd

Mospilan® 20 SP jest insektycydem z grupy neonikotynoidów, którego substancją czynną jest molekula chemiczna popularnie zwana acetamiprydem. Acetamipryd, podobnie jak większość szeroko stosowanych w praktyce insektycydów jest neurotoksyną, która zakłóca działanie komórek odpowiedzialnych za przewodzenie impulsów nerwowych w organizmie owadów. Działanie wykorzystywanych w ochronie roślin neurotoksyn polega najczęściej na zakłócaniu, w rozmaity sposób, funkcjonowania kanału sodowego, receptorów acetylocholiny, kwasu gamma-amino masłowego, kwasu glutaminowego oraz innych neurotransmiterów, a także na inhibicji kluczowego dla systemu nerwowego enzymu – acetylocholinoesterazy.

Zastosowany w Mospilan® 20 SP acetamipryd, podobnie jak inne neonikotynoidy działa na receptory acetylocholino. Do wnętrza organizmu owada przedostaje się drogą kontaktową lub żołądkową wraz z pokarmem. Jak wspomniano, najbardziej charakterystyczną cechą tej substancji czynnej jest bardzo wysoka toksyczność dla wielu gatunków szkodników i jednocześnie tolerowanie jej przez pszczołę miodną. Monitorowanie tych unikatowych wśród insektycydów cech potwierdzają wieloletnie badania prowadzone w IOR-PIB. Mospilan® 20 SP w dawkach zalecanych do ochrony rzepaku przed stodyszkiem rzepakowym i chowaczami oraz ziemniaka przed stonką śmiertelności pszczoł, a co więcej, w warunkach doświadczalnych nie obserwuje się zmian w zachowaniu ani w rozwoju tych pożytecznych owadów. Wysoka odporność pszczoł na acetamipryd tłumaczona jest współdziałaniem wielu czynników, zarówno związanych z funkcjonowaniem organizmu pszczoły miodnej, jak i charakterystyką molekuly acetamiprydu. Jak wynika z badań, acetamipryd ulega w środowisku bardzo szybkiej degradacji do nietoksycznych produktów rozpadu. Nie kumuluje się w pyłku ani w nektarze, tak więc w środowisku naturalnym pszczoły nie są narażone na wzrastanie poziomu tej toksyny w ich organizmie i pożywieniu dla larw.

Z badań nad odpornością szkodników prowadzonych w IOR-PIB wynika, że głównym czynnikiem odporności na toksyny u wielu gatunków owadów (stodyszek rzepakowy, chowacz podobnik, stonka ziemniaczana) jest metabolizm oksydacyjny. Jednak blokowanie enzymów oksydacyjnych u pszczoł w doświadczeniach IORPIB nie wpłynęło na wzrost toksyczności substancji czynnych insektycydów dla tych owadów, co świadczy o innym głównym czynnikiem detoksykacyjnym lub receptorowym. W celu dokładnego zrozumienia zjawiska tolerancji acetamiprydu przez pszczoły konieczne są dalsze badania, szczególnie powiązane z genetyką i etologią tego gatunku. W świetle dotychczasowej wiedzy, opartej na badaniach naukowych nad opisanymi zjawiskami, dowiedziona bardzo wysoka tolerancja pszczoły miodnej dla acetamiprydu pozwala na zalecanie ochrony rzepaku i innych roślin przy użyciu Mospilan® 20 SP, nawet w okresie ich kwitnienia. Dzięki swym unikatowym cechom Mospilan® 20 SP wykorzystywany jest również w zabiegach ochrony upraw ogrodniczych i leśnych.

