

Rośliny genetycznie modyfikowane i pszczoły

W poprzednim numerze "Pasieki" mieliśmy okazję zapoznać się z uwagami na temat potencjalnego zagrożenia dla pszczelarstwa, jakie niesie ze sobą uprawa roślin genetycznie modyfikowanych. Należy przyznać, że takie zagrożenia czyhają na człowieka w wielu dziedzinach życia. Każde działanie, w którym człowiek traci kontrolę nad jego przebiegiem, może w konsekwencji okazać się groźne, a czasami nawet zgubne dla organizmów żywych.

Nawet powszechnie już stosowana ochrona roślin za pomocą pestycydów przy nieumiejętnym stosowaniu może być przyczyną albo uszkodzenia rośliny chronionej przez zastosowanie zbyt wysokiego ich stężenia, albo nabycia oporności organizmów zwalczanych przy zbyt niskich dawkach substancji czynnej.

Wspomnieć należy także o zjawisku kumulacji tych szkodliwych substancji w otaczającym nas środowisku i ich pośrednim działaniu na organizmy żywe.

Podobnie rzecz się ma z uprawą roślin genetycznie modyfikowanych. Mogą okazać się one szkodliwe, jeżeli nie będziemy zdawać sobie sprawy, że mamy z nimi do czynienia. Dopóki jednak nie wymkną nam się spod kontroli, możemy spać spokojnie.

Opublikowano już szereg prac naukowych dotyczących wpływu roślin genetycznie modyfikowanych na organizm pszczoły miodnej, roli tych owadów w przenoszeniu genomów zawartych w pyłku kwiatowym na sąsiednie plantacje oraz badania uświadamiające ryzyko horyzontalnego transferu genów na inne organizmy.

Jeżeli chodzi o oddziaływanie roślin GM na pszczoły, to w naszych warunkach klimatycznych pod uwagę może być brany jedynie rzepak, który jest źródłem nektaru i pyłku oraz wiatropylna kukurydza, z której pszczoły zbierają jedynie pyłek. Ponieważ rzepak ma większe znaczenie dla pszczelarstwa, przyjrzyjmy się bliżej wynikom badań dotyczących rzepaku transgenicznego. Jak dotąd prace prowadzono na dwóch typach rzepaku zmodyfikowanego genetycznie. Jeden z nich posiadał zdolność syntezy białka toksycznego dla szkodników rzepaku (inhibitory proteazy), drugi był odporny na herbicydy. Wydaje się, że potencjalne ryzyko dla zdrowia pszczół stanowi jedynie pierwszy typ modyfikacji genetycznej.

Prowadząc badania, po pierwsze należało dowiedzieć, że w ogóle występuje ryzyko kontaktu pszczół z inhibitorami proteazy. Dlatego w badaniach francuskich, w pierwszym ich etapie, starano się określić stopień przedostawania się proteaz do nektaru i pyłku, czyli substancji roślinnych pobieranych przez pszczoły. W przypadku badanych odmian rzepaku, w których interesujący nas gen był obecny, żadnych śladów inhibitora proteazy nie stwierdzono ani w nektarze, ani w pyłku, co wyklucza ryzyko narażenia pszczół na działanie tego genu w przypadku tych roślin.

Przy okazji stwierdzono, że jeśli proponuje się pszczołom wybór pomiędzy roślinami genetycznie zmodyfikowanymi i normalnymi, pszczoły zbieraczki nie wykazują żadnych preferencji w stosunku do oferowanych odmian w warunkach pod izolatorem. Natomiast w badaniach włoskich brak jakichkolwiek preferencji między rzepakiem normalnym i GM zarówno u pszczół miodnych, jak i u trzmieli wykazano pod izolatorem i na otwartym polu.



Różnorodność form rzepaku jest naprawdę bardzo duża.

Pomimo że nie stwierdzono toksycznego wpływu inhibitorów proteazy w nektarze ani w pyłku rzepaku, białka te są spotykane u innych gatunków, jak np. w tytoniu. Również i inne geny współdziałające mogą sprzyjać większemu wpływowi tych inhibitorów na owady, zarówno szkodniki jak i owady pożyteczne. Podjęto więc następne badania, których celem było opracowanie metodyki pozwalającej przeanalizować toksyczność inhibitorów proteazy dla pszczoł.



Czy bliskie sąsiedztwo zakładów przemysłowych i plantacji zapewnia uzyskiwanie czystych i zdrowych produktów spożywczych, w tym miodu?

Na wstępie w laboratorium zbadano toksyczność krótkookresową według takiej samej procedury, jaka jest stosowana przy ocenie toksyczności pestycydów dla pszczoł. Test klateczkowy polegał na tym, że produkty toksyczne podawano w pokarmie, w różnych stężeniach, określonej grupie pszczoł i określano śmiertelność po 24 i 48 godzinach.

Stosowane stężenia inhibitorów proteazy zawierały się w granicach od koncentracji białek normalnie spotykanych w roślinach, aż do stężeń 10 i 100-krotnie wyższych. Nie stwierdzono żadnej ostrej śmiertelności, co sugeruje, że pszczoły zbieraczki wystawione na działanie tych białek przez krótki czas nie były na nie wrażliwe.

Badano również toksyczność długookresową poprzez określenie długości życia testowanej grupy osobników stale żywionych syropem cukrowym zawierającym różne stężenia białek. W rezultacie jedynie najwyższe stężenia, drastycznie wyższe od naturalnie występujących w roślinach, doprowadzały do istotnego skrócenia długości życia pszczoł. Można więc przypuszczać, że nawet młode pszczoły wystawione na inhibitory proteazy, np. zawarte w zapasach rodziny pszczelej, w ciągu długiego czasu nie byłyby rzeczywiście narażone na szkodliwe działanie tych substancji, dopóki ich stężenia nie osiągnęłyby bardzo wysokich poziomów.

Żeby zweryfikować tę hipotezę przeprowadzono inną serię badań na całych rodzinach pszczelich. Pszczołom zbieraczkom proponowano jako źródło pokarmu syrop zawierający realne stężenie inhibitora proteazy i określano jego zawartość w miarę upływu czasu w różnych partiach ula (pszczoły, czerw, miód, pierzga). Nie zaobserwowano żadnego zjawiska koncentracji inhibitora proteazy, ani wpływu tej substancji na rozwój rodziny pszczelej.

W następnym etapie badano wpływ inhibitorów proteazy na procesy zapamiętywania i uczenia się u pszczoł. W tym celu dokonywano analizy odruchu próbowania pokarmu języczkiem.



W tym procesie w mózgu pszczoły jest tworzona relacja pomiędzy zapachem i smakiem roztworu węglowodanów, co powoduje, że później ma ona możliwość kierowania się na dany zapach. Stwierdzono, że długotrwałe pobieranie inhibitorów proteazy serynowej w stężeniach wyższych niż występują one normalnie w roślinach powoduje zakłócenia w procesie zapamiętywania zapachów przez pszczoły.

Podsumowując te badania, można powiedzieć, że wykazano nie tyle szkodliwość roślin zawierających inhibitory proteazy, ale ustalono progi stężeń wywołujących efekty niepożądane w zachowaniu i fizjologii pszczoł. Badania te mogą również dostarczać wzorów metod określania wpływu roślin transgenicznych na pszczoły.

Drugi typ rzepaku genetycznie zmodyfikowanego poprzez wprowadzenie odporności na glifosat, substancję czynną herbicydu Roundup, może również oddziaływać na pszczoły. Chociaż ta transformacja genetyczna dotyczy bezpośrednio relacji roślinnych, to z racji istnienia efektu plejotropowego można podejrzewać, że będzie to miało jakiś wpływ na zachowanie i metabolizm pszczoł. Również chodzi o to, że choć nie powinno być efektu bezpośredniego, to jednak istnieje ryzyko zagrożenia środowiska poprzez przenoszenie genów odporności na herbicyd na chwasty, z którymi rzepak bardzo łatwo się może krzyżować, jak np. chwasty z rodziny krzyżowych (łopucha i ognicha).

Niezbędna wydawała się więc ocena atrakcyjności rzepaku klasycznego, rzepaku genetycznie zmodyfikowanego i rzodkwi świrzepy oraz zbadanie zachowania się pszczół w warunkach polowych w celu określenia, jakie są możliwości przenoszenia pyłku między obydwoma formami i między gatunkami badanych roślin. Atrakcyjność rośliny określano na podstawie ilości i jakości produkowanego nektaru, tzn. badano skład i zawartość cukrów w nektarze. Trzecim elementem było określenie ilości produkowanego pyłku.



Oceniane były także rozmiar i forma kwiatu, ponieważ wpływają one na częstotliwość odwiedzania kwiatów przez pszczoły, jak również warunkują dostępność pyłku i nektaru. Oceniano również obsadę kwiatów na powierzchni łąki, ponieważ wpływa ona na liczebność pszczół zbieraczek i liczbę odwiedzin kwiatów. Dane wyrażono w liczbie pszczół na 1000 kwiatów. Ponadto brano pod uwagę wczesność genotypów i synchronizację okresów kwitnienia. Zespół tych danych pozwolił wytłumaczyć różnice w ilości odwiedzin pomiędzy badanymi typami roślin.

Czy taka odległość plantacji zapewnia dostateczne bezpieczeństwo i chroni rośliny przed przekrzyżowaniem? Zapewne nie.

Zdjęcia Zbigniew Kottowski

W celu oceny ryzyka przemieszczania pyłku na odległość prowadzono również szczegółowe obserwacje zachowania pszczół na kwiatkach i na plantacjach. Mierzono aktywność pszczół poprzez pomiar liczby wejść i wyjść z ula, a także analizowano miód pod kątem zawartości produktów syntetyzowanych przez geny wprowadzone do rzepaku modyfikowanego. Całość tych badań pozwoliła stwierdzić, że odmiany rzepaku zmodyfikowane pod kątem odporności na glifosat nie wykazują żadnego efektu plejotropowego na charakterystykę kwiatów. U pszczół nie zaobserwowano żadnego typu preferencji pomiędzy rzepakiem klasycznym a transgenicznym, co więcej, wydaje się potwierdzać całkowita nieszkodliwość rzepaku zmodyfikowanego w ten sposób. Wykazano, że pszczoły bardziej interesowały się rzepakiem niż rzodkwią i z racji wierności określonemu typowi kwiatów nie będą one odwiedzać dwóch różnych gatunków jednocześnie. W konsekwencji niekontrolowane przenoszenie pyłku pomiędzy rzepakiem a rzodkwią podczas zbierania pożytku jest bardzo mało prawdopodobne.

W innych badaniach, opublikowanych już w 2001 roku, oceniano ryzyko możliwości przenoszenia ziaren pyłkowych rzepaku przez pszczoły miodne, dzikie pszczoły samotnice jak również przez nieodłącznego szkodnika rzepaku □ chrząszcza słodyszka rzepakowego (*Meligethes*).

Podczas badania zawartości woli miodowych za pomocą analizy pyłkowej okazało się, że w przypadku rzepaku ozimego ponad 94% znalezionych ziaren stanowiły ziarna pyłkowe rzepaku. Natomiast w przypadku rzepaku jarego pyłek ten stanowił jedynie niewiele ponad 40% obrazu pyłkowego zawartości wola miodowego. Wśród 30 analiz pyłku zebranego przez pszczoły samotnice 18 próbek zawierało pyłek innego gatunku, co przeciwstawia się zasadzie wierności kwiatowej tych pszczół. Pyłek zebrany z ciała *Meligethes* w 89% pochodził z rzepaku. W miodzie zebranym z rzepaku jarego znaleziono od 12 do 77% pyłku rzepakowego, a więc średnio 44,7%. W miodzie zbieranym z rzepaku ozimego znaleziono 94,3% pyłków rzepakowych.

Podsumowując te różnorodne doświadczenia, można stwierdzić, że zbieranie pożytku przez pszczoły wyspecjalizowane w jednym typie kwiatu nie jest takie stałe, jak jest to opisywane w literaturze. Jeśli zaś niektóre pszczoły zbierają wziętek specyficznie tylko z rzepaku, to w ulu pozostają w kontakcie z pszczołami oblatującymi inne gatunki kwitnące w tym samym czasie.

Słowniczek:

efekt plejotropowy - zjawisko wywoływania przez

jeden gen wielu różnych efektów fenotypowych

fenotyp - dające się zaobserwować cechy organizmów

żywych, będące rezultatem współdziałania genotypu

danego organizmu i wpływu środowiska

gen marker - zawarty we wstawianej krótkiej

cząsteczce DNA dodatkowy gen razem z genem

modyfikującym organizm, umożliwiający identyfikację

komórki zawierającej powielone wstawione DNA,

zwykle gen ten koduje charakterystyczne białko

lub łatwo dostrzegalną cechę organizmu

genom - całość informacji genetycznej

organizmu, czyli haploidalny zespół chromosomów

zawierający wszystkie geny występujące

w komórkach generatywnych

genotyp - wszystkie geny organizmu, tu

Podczas kwitnienia rzepaku ozimego ryzyko rozprzestrzeniania się pyłku GMO jest mniejsze, ponieważ nie ma odpowiednich partnerów do zapłodnienia roślin kwitnących w tym samym czasie. Ryzyko rozprzestrzeniania się pyłku GMO w przypadku rzepaku jarego jest ewidentne i stwarza duże niebezpieczeństwo, ponieważ w tym czasie kwitnie wielu partnerów odpowiednich do zapłodnienia.

Tymczasem dwóch niemieckich naukowców stwierdziło, że badając przemiany pyłku z rzepaku zmodyfikowanego genetycznie w przewodzie pokarmowym pszczoły, znaleziono bakterie i drożdże zawsze obecne w jelitach, które absorbowwały materiał genetyczny z roślin zmodyfikowanych genetycznie. Wiadomo, że wraz z wprowadzeniem genu odporności wprowadzany jest gen marker, którym czasami jest gen odporności na antybiotyk albo inny. Jest on zawsze stowarzyszony z genem właściwym. Te dwa geny wprowadzone do rośliny powodują, że staje się ona organizmem zmodyfikowanym genetycznie. W roślinach zmodyfikowanych genetycznie geny markery są niejako nieaktywne. Jednakże jeśli ten gen przejdzie z rośliny zmodyfikowanej genetycznie do bakterii, wówczas staje się ona oporna na antybiotyk ze wszystkimi tego konsekwencjami. Antybiotyki powszechnie stosowane w medycynie lub leczeniu weterynaryjnym nie będą wówczas skuteczne. Jest to kolejne, na szczęście na razie hipotetyczne, zagrożenie wiążące się z wprowadzaniem roślin zmodyfikowanych genetycznie.

W świetle ostatnich badań okazało się, że rzeczywiście w przewodzie pokarmowym pszczoły, niektóre zwykle obecne tam mikroorganizmy zmutowały i miały gen odporności na herbicyd. A więc rzeczywiście, ryzyko poziomego transferu genów istnieje i niejako zostało potwierdzone. Jednak te zmutowane drożdżaki po 8 dniach przebywania w naturalnych warunkach jelita pszczoły bez jakiegokolwiek ingerencji całkowicie znikły, podczas gdy te niezmutowane były nadal obecne.

Należy zdawać sobie sprawę, że nie wszystkie aspekty zagrożenia, jakie niosą ze sobą organizmy genetycznie modyfikowane, zostały jeszcze poznane. Nauka jednak wciąż podąża naprzód i pozwala nam zarówno poznawać zagrożenia, jak również uczy nas wystrzegać się ich. Organizmy genetycznie modyfikowane są konsekwencją wielkiego ukierunkowania nauki na biotechnologie, które lansowano we wszystkich dziedzinach rolnictwa przed kilkunastu laty. Obecnie znajdujemy się w okresie dużego nacisku na ekologię. Trudno się więc dziwić, że wszelkie sygnały o zagrożeniach dla naszego środowiska są skwapliwie wykorzystywane i nagłaśniane. Myślę jednak, że w pełni świadome wykorzystanie roślin transgenicznych, przy zachowaniu wielkiej ostrożności, pozwoli uprościć produkcję, a pszczelarstwu nie przyniesie szkody.

*Dr Zbigniew Kottowski
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa
Oddział Pszczelnictwa w Puławach
e-mail: zbigniew.kottowski@man.pulawy.pl*

Pasieka nr 1/2005

Źródło:

http://www.pasieka.pszczoly.pl/index.php?s=vjufile&grkat=nauka_w_pasiece&artplik=2005_01_08_kottowski.html

w znaczeniu genotyp nie zmieniony i genotyp zmieniony - po modyfikacji niektórych

glifosat - substancja czynna znanego herbicydu o nazwie Roundup

horyzontalny transfer genów - przemieszczanie się genów między organizmami należącymi do odmiennych grup systematycznych

inhibitory (tu: inhibitory proteazy) - substancje powodujące zwolnienie lub zahamowanie procesów chemicznych, tu: zahamowanie działania enzymu

poziomy tranfer genów - przemieszczanie się genów między organizmami należącymi do odmiennych grup systematycznych

proteza serynowa - enzym warunkujący rozkład białek i uwalnianie aminokwasu seryny

transgeniczny (organizm) - organizm zawierający w swoim materiale genetycznym obce dla gatunku geny, organizm genetycznie zmodyfikowany, GMO

wczesność genotypów - tempo rozwoju nie zmienionych i zmienionych genotypów - głównie chodzi o porę zakwitania