

Akarycydy jako sposób walki z roztoczą *Varroa destructor* w rodzinach pszczelich – skuteczność i zagrożenia

ANETA STRACHECKA, MARCIN SAWICKI, GRZEGORZ BORSUK,
KRZYSZTOF OLSZEWSKI, JERZY PALEOLOG, MILENA BAJDA, JACEK CHOBOTOW*

Katedra Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

*Zakład Zoologii Wydziału Biologii i Biotechnologii UMCS, ul. Akademicka 15, 20-033 Lublin

Strachecka A., Sawicki M., Borsuk G., Olszewski K., Paleolog J., Bajda M., Chobotow J.

Use of acaricides for fighting *Varroa destructor* mites in bee colonies: efficiency and risk

Summary

For more than 30 years varroasis has ravaged Polish apiaries. This extremely dangerous disease of bees is caused by the *Varroa destructor* mite. Each year, beekeepers undertake measures to contain the invasion of this parasite. They predominantly use varroacides, which are ready-made, commonly available treatment agents. These include preparations designed on the basis of pesticides. The most popular ones in Poland are Apiwarol, Apitraz, Biowar, Bayvarol and Perizin. Organic apiaries increasingly employ organic acids and essential oils. Scientific research has shown that an adequate use of anti-varroasis agents substantially contains infestations of bee colonies by *V. destructor*. However, failure to follow the producer's instructions, excessive doses of the drug, and inappropriate management lead to a number of undesirable side effects. The gravest include the contamination of bees, lower apian resistance, and disorders of the respiratory and alimentary systems, which result in metabolic imbalance and the contamination of bee products.

Keywords: acaricides, *Varroa destructor*, varroasis, resistance

Warroza należy do jednej z najgroźniejszych chorób pasożytniczych pszczoł. Wywołuje ją roztocza *Varroa destructor* – niezwykle groźny pajęczak, który atakuje zarówno pszczoły dorosłe, jak i czerw (46). Po raz pierwszy warroza zdiagnozowana została w pasiekach w 1980 r. na terenie województwa lubelskiego, a pięć lat później obecna była już na terenie całego kraju (5). Pasożyty *V. destructor* są uznawane obecnie za najpoważniejsze zagrożenie dla kondycji zdrowotnej pszczoł miodnych. Wynika to przede wszystkim z powszechności ich występowania (44) oraz przenoszenia i aktywowania przez nie groźnych, chorobotwórczych wirusów, takich jak wirus ostrego paraliżu pszczoł (ABPV) czy wirus zdeformowanych skrzydeł (DWV) (22).

Roztocza te cechują się stosunkowo dużymi rozmiarami ciała. Ich cechą charakterystyczną jest dymorfizm płciowy – samica odznacza się większymi rozmiarami ciała od samca. Jedynym pożywieniem *V. destructor* jest hemolimfa pszczoł. Jej pobieranie umożliwia samicom specjalnie wyspecjalizowany do tego aparat gębowy typu ssąco-klującego. Mniejsze samce umiej-

scawiają się tylko na zasklepionym czerwiu i nie odżywiają się hemolimfą, przez co giną niedługo po wygryzieniu się pszczoł (8).

Przy niewielkich porażeniach pasiek przez roztocza *V. destructor* objawy ich inwazji są praktycznie niezauważalne. Skutkuje to bardzo często zbyt późnym podjęciem przez pszczelarzy decyzji o leczeniu zarażonej rodziny (8). W przypadku znacznego namnożenia się tych pasożytów dochodzi do osłabienia rodzin pszczelich oraz skrócenia życia pszczoł. Jest to jeden z powodów zmniejszenia wydajności tych owadów, a w konsekwencji – produkcji pszczelarskiej (35).

Środki stosowane w walce z warrozą

Kluczową rolę w zwalczaniu inwazji pasożyta *V. destructor* u pszczoły miodnej odgrywa człowiek. Bez jego ingerencji pszczela rodzina skazana jest zwykle na wyginięcie. Przez wiele lat naukowcy poszukiwali niezawodnych metod walki z tym pasożytem (4). Owocem ich działań było powstanie warroacydów – specyficznych preparatów, zawierających w swoim składzie substancje chemiczne, które niszc-

czą te chorobotwórcze roztocza (16). Podawanie pszczołom coraz skuteczniejszych specyfików znacznie ograniczyło populację *V. destructor* w rodzinach pszczelich (17).

Od momentu pojawienia się problemu warrozy przebadanych zostało kilkaset związków chemicznych pod kątem skuteczności w jej zwalczaniu. Niewiele z nich było skutecznych i miało mało niekorzystnych oddziaływań na rodziny pszczele (4). Największą efektywnością w przeciwdziałaniu tej groźnej chorobie odznaczają się akarycydy o działaniu kontaktowym w czasie rozwoju kilku pokoleń pasożytów. Ograniczają one inwazję *V. destructor* z bardzo wysoką skutecznością, wynoszącą ponad 95% (2). Należą do nich preparaty III generacji, insektycydy tej generacji, oparte na syntetycznych pyretroidach, takie jak: Apistan, Gabon PF 90 i PA 92, Fluwarol i Bayvarol oraz środki, których substancją czynną jest amitraza – Apitraz i Biowar (4). Fluwarol i Apitraz są preparatami historycznymi, wycofanymi z rynku. Z kolei Biowar ponownie zarejestrowano pod nazwą Biowar 500.

Coraz częściej pojawiają się jednak pokolenia roztoczy opornych na leki (8). Lekooporność *V. destructor* to efekt wielu czynników. Za najważniejsze z nich należy uznać podawanie zbyt dużych bądź zbyt małych dawek leków (niż ilości zalecane przez producentów), zbyt długi czas przetrzymywania ich w rodzinach pszczelich oraz wielokrotne stosowanie tych samych, wykorzystanych wcześniej leków (2). Zarejestrowane i wykorzystywane obecnie przez pszczelarzy preparaty nie oddziałują na postacie rozwojowe roztoczy *V. destructor* (16). Aby zwiększyć skuteczność zwalczania tych pasożytów oraz uniknąć wzrastania u nich oporności na leki, zalecane jest stosowanie takich zabiegów terapeutycznych, które łączą w sobie techniki farmakologiczne z biotechnologicznymi (8). Takie właśnie zintegrowane metody walki z roztoczami zapewniają najlepszy efekt podejmowanych działań w zakresie ograniczania inwazji tych chorobotwórczych pasożytów (16).

Skuteczność działania leków warroabójczych

Skuteczność środków chemicznych, wykorzystywanych do walki z roztoczem *V. destructor*, uzależniona jest od wielu czynników (16). Zależy ona od biologii samego pasożyta, ale również od biologii pszczelej rodziny. Cykl rozwojowy tych pajęczaków przebiega w komórkach z zasklepionym czerwem. Roztocza chronione są wówczas przed działaniem leków warroabójczych wieczkiem woskowym, które stanowi barierę trudną do pokonania przez związki chemiczne. Dzięki niemu pasożyty mogą przetrwać nawet w przypadku wielokrotnego podawania lub długoletniego przetrzymywania akarycydów w rodzinach (29). W kontekście skutecznego działania środków przeciw warrozie ważny jest również stopień ich niekorzystnego oddziaływania na pszczoły, a także zanieczyszczenie nimi produktów pszczelich. Czynniki te w du-

żym stopniu przyczyniają się do ograniczeń zarówno w wyborze odpowiedniego preparatu leczniczego, jak i w czasie, w którym zabieg terapeutyczny można przeprowadzić (16).

W walce z roztoczami *V. destructor* nie bez znaczenia są również rodzaje podejmowanych działań terapeutycznych, sposób, w jaki podawane są leki oraz ich dostępność dla czerwia i pszczoł, na których roztocza pasożytuje. Używane dziś akarycydy nie posiadają zdolności przenikania do zasklepionej komórki plastru, na którym rozwija się czerw. Efekt terapeutyczny uzależniony jest ponadto od przestrzegania w czasie stosowania preparatów leczniczych zaleceń producentów, zawartych w dołączonych do nich ulotkach informacyjnych (16).

W Polsce do walki z warrozą zarejestrowanych jest kilka preparatów. Można je podzielić na dwie grupy (8). Pierwszą z nich stanowią leki oparte na rozpuszczalnych w tłuszczach pyretroidach (np. flumetrynie) oraz szybko rozkładających się akarycydach (np. amitrazie) (22). Tworzą one zespół środków leczniczych, bazujących na tzw. twardej chemii (8). W Polsce są to leki takie, jak Apiwarol AS, Bayvarol. We wcześniejszych latach używane były: Biowar, Apitraz, Perizin, które obecnie są wycofane z obrotu (22). Terapeutyków tych nie stosuje się w czasie produkcji miodu konsumpcyjnego. Ich podanie pszczołom możliwe jest dopiero po zakończeniu ostatniego miodobrania (17). Drugą grupę tworzą substancje powszechnie stosowane w pszczelarstwie ekologicznym: związki na bazie tymolu i olejków eterycznych oraz rozpuszczalne w wodzie kwasy organiczne. Opierają się one na tzw. chemii lekkiej (8).

Bayvarol to środek terapeutyczny, który dostępny jest w postaci pasków wykonanych z tworzywa sztucznego. W paskach tych znajduje się substancja czynna – flumetryna (8). Najlepsze efekty osiąga się, zakładając 4 paski Bayvarolu na okres 6-8 tygodni (29). 6-tygodniowa ekspozycja tego preparatu w rodzinach pszczelich ogranicza inwazję roztoczy w 91,63%. Z kolei przetrzymanie pasków z Bayvarolem przez okres 8 tygodni zwiększa jego skuteczność do 94,01% (34). Dłuższe ich pozostawienie w gnieździe niż czas zalecany (głównie w okresie zimowym) powoduje wzrost oporności *V. destructor* na działanie tego leku (8).

Kolejne zarejestrowane w Polsce preparaty do zwalczania warrozy: Apiwarol AS, Biowar i Apitraz zawierają substancję czynną – amitrazę. Pierwszy z nich jest preparatem w postaci tabletek do spalania. Biowar i Apitraz natomiast występują w formie pasków z amitrazą (44). W latach 1981-2009 w PIWET-PIB w Puławach prowadzono badania nad efektem działania Apiwarolu AS w zwalczaniu warrozy. Średnia skuteczność tego preparatu w badanym okresie wyniosła 94,39%. Wynik ten dowiódł wysokiej efektywności działania tego preparatu w ograniczaniu inwazji roztoczy *V. destructor* (12). Wysoką skutecznością w zwalczaniu pasożytów odznacza się również Biowar.

Badania przeprowadzone przez naukowców z Zakładu Pszczelnictwa Akademii Rolniczej w Szczecinie w latach 2005 i 2006 wykazały, iż efekt terapeutyczny przy użyciu Biowaru 400 mg jest znaczący i wynosi 87,1% (10 rodzin pszczelech objętych leczeniem) oraz 81,07% (14 rodzin pszczelech objętym leczeniem). Największą skuteczność uzyskano w rodzinach, w których podczas wyciągania z gniazda pasków Biowaru nie zaobserwowano obecności czerwiu. Przypuszcza się zatem, iż efektywność działania tego terapeutyku uwarunkowana jest obecnością czerwiu w pszczelej rodzinie (10). Obecnie dostępny jest Biowar 500, który zawiera 500 mg substancji czynnej w jednym pasku.

Innym specyfikiem jest lek o nazwie Perizin, którego substancją czynną jest kumafos (związek fosforoorganiczny). Nie jest on zarejestrowany w naszym kraju. Największą skuteczność w leczeniu Perizinem uzyskuje się wtedy, gdy temperatura powietrza jest wyższa niż 5°C, a w gnieździe nie notuje się obecności czerwiu (1). Sokół (39) badał skuteczność działania tego preparatu w pasiece naturalnie porażonej roztocznymi *V. destructor* i nie leczonej wcześniej związkami fosforoorganicznymi. Po 7 dniach leczenia jego efektywność w 10 badanych rodzinach wyniosła 82,9%, zaś po 14 dniach – 81,7%, co przyjęte zostało za wynik zadowalający.

W zwalczaniu *Varroa* warto również zwrócić uwagę na preparaty, które opierają się na chemii lekkiej. Leki te nie przyczyniają się do zanieczyszczania produktów pszczelech, dlatego też powszechnie stosowane są w pasiekach ekologicznych (37). W celu zmniejszenia liczebności populacji chorobotwórczych roztoczy *V. destructor* u pszczół w krajach Unii Europejskiej, w ekologicznych gospodarstwach pasiecznych mogą być wykorzystywane leki, które oparte są na kwasach organicznych oraz substancjach i związkach roślinnych (35). Stosuje się je przede wszystkim wtedy, gdy leczenie warrozy tradycyjnymi środkami terapeutycznymi zwiększa lekooporność pasożytów (31). Do najczęściej używanych substancji leczniczych w pasiekach ekologicznych należą kwasy: szczawiowy, mrówkowy i mlekowy (8) oraz preparaty na bazie tymolu i olejków eterycznych, np. Api Life Var (35).

Kwas mrówkowy to organiczny związek, który naturalnie występuje również w miodzie (26). W celach pszczelarskich zalecane jest stosowanie roztworu tego kwasu o stężeniu 65%. Spośród wszystkich dostępnych środków warrozobójczych jako jedyna substancja odznacza się zdolnością do niszczenia pasożytów na zasklepionym czerwiu. Głównym czynnikiem wpływającym na skuteczność działania kwasu mrówkowego jest jego ilość, jaka odparowuje w rodzinie pszczelej. Dawka odparowanego kwasu nie może być większa niż 13 ml/dobę/korpus. Istotne znaczenie ma również temperatura otoczenia. Powinna wahać się w zakresie 12-25°C (8). Badania naukowców dowiodły zadowalającej skuteczności kwasu mrówkowego w zwalczaniu warrozy u pszczół (32). Dwukrotne podanie

rodzinom tego związku cechuje się większą skutecznością (90-95%) niż jednokrotne (60-80%) (19).

Jako związek wspomagający w leczeniu tej niebezpiecznej choroby w okresie jesiennym w pasiekach ekologicznych wykorzystuje się kwas mlekowy. Jest to zarazem produkt metabolizmu roztocza *V. destructor*, przez co pasożyty nie wykazują lekooporności na ten związek. W warunkach naturalnych kwas mlekowy jest składnikiem miodu pszczelego. Najlepszy efekt leczenia uzyskuje się wówczas, gdy w rodzinie pszczelej nie występuje czerw. W chwili przeprowadzania zabiegu terapeutycznego temperatura otoczenia nie powinna być niższa niż 7°C. Badania dowodzą, że przy dwukrotnym opryskaniu jesienią z obu stron plastrów 15% roztworem tego kwasu skuteczność działania tego preparatu jest wysoka i osiąga poziom 83-99% (8).

Warto zwrócić uwagę również na inny związek organiczny – kwas szczawiowy (27), który z roku na rok zyskuje wśród pszczelarzy coraz większą popularność (44). Spośród wykorzystywanych w pasiece ekologicznej środków warrozobójczych związek ten stosowany jest najczęściej. Podobnie jak kwas mrówkowy i kwas mlekowy, w warunkach naturalnych stanowi składnik miodu. Skuteczność, z jaką kwas szczawiowy niszczy roztocza *V. destructor*, jest bardzo wysoka (35), a kluczowy wpływ na nią ma stężenie kwasu. Duże wartości skutkują lepszym efektem terapeutycznym niż stężenia niskie. Mogą jednak niekorzystnie wpływać na rodziny pszczele w okresie wiosennym (11). Skubida i Semkiw (36) w swoich badaniach wykazali, że po zastosowaniu 5,2% roztworu kwasu szczawiowego u rodzin pszczelech zaatakowanych przez *V. destructor* średnia skuteczność działania tego preparatu wynosi 99,9% (36). Leczenie przynosi najlepszy rezultat, gdy jesienią w rodzinach pszczelech czerw jest nieobecny, a w czasie przeprowadzania zabiegu leczniczego temperatura jest nie niższa niż 0°C (8).

Coraz częściej do zwalczania inwazji tych groźnych roztoczy wykorzystywane są preparaty oparte na olejkach eterycznych (15). Takim specyfikiem jest Api Life Var (35). Występuje on w postaci płytek nawilżonych olejkami eterycznymi. Płytki te w swoim składzie zawierają głównie tymol – związek, który nie tylko zwalcza roztocza, ale wykazuje również zdolność do niszczenia bakterii i grzybów. Tymol nie wykazuje ponadto toksycznego działania na pszczoły (38). Skuteczność preparatu Api Life Var zależy w dużej mierze od temperatury otoczenia. Wraz z jej wzrostem wzrasta również efekt terapeutyczny (46). Wg badań Skubidy i Semkiwa (35), średnia skuteczność tego leku wynosi 90,5%, przy czym efektywność ta zwiększa się, gdy rodzinom pszczelech podane zostaną nie dwie, a trzy płytki tego preparatu.

Stosowanie tych wszystkich związków chemicznych nie zawsze przynosi oczekiwany rezultat (13). Odpowiedzialne są za to takie działania pszczelarzy, jak sto-

sowanie przez dłuższy czas tych samych środków warzobójczych oraz nie poddawanie zabiegom leczniczym pasiek sąsiednich. Pasieki te stwarzają ryzyko ponownego zarażenia roztocami rodzin poddanych leczeniu (8). By leczenie przyniosło zamierzony efekt, stosowanie jedynie preparatów chemicznych nie wystarcza. Ważne jest również wprowadzenie monitoringu poziomu inwazji pasożyta w rodzinach pszczelich w połączeniu z metodami biotechnicznymi (13).

Walka z warrozą a zdrowotność pszczół

Badania naukowców pokazują, że wykorzystywanie leków weterynaryjnych pociąga za sobą wiele negatywnych skutków (40).

W walce z *V. destructor* pszczelarze coraz częściej sięgają po kwasy organiczne, które są preparatami ekologicznymi (22). Zabiegi lecznicze wykonywane przy ich użyciu muszą być prowadzone w ściśle określonych warunkach, w ulach natomiast nie powinien znajdować się miód towarowy (8). Gdy podczas terapii akarycydowej kwasy organiczne (bądź preparaty na ich bazie) są nieodpowiednio stosowane, mogą działać toksycznie na pszczoły, obniżać ich oporność, wpływać na ich zachowanie się oraz przyczyniać się do upadków rodzin pszczelich (17).

Właściwie przeprowadzony zabieg podania kwasu mrówkowego pozwala na znaczną redukcję pasożytów w pszczelich populacjach (29), jednak różnica między dawką leczniczą a dawką toksyczną jest w przypadku tego związku nieznaczna (22). Wzrost temperatury wewnątrz ula powoduje zwiększenie ilości odparowanego kwasu. Przyczynia się to z kolei do uszkodzenia matek oraz pszczół i prowadzi w rezultacie do ich szybkiej śmierci (8). Toksyczne dla pszczół może być również samo aplikowanie do ula dozowników z kwasem mrówkowym (32). Nie należy ich podawać osłabionym rodzinom pszczelim, gdyż skutkuje to niemożnością składania jaj przez matki, a także ich uszkodzeniem lub utratą. Kwas mrówkowy, który dodatkowo nie zostanie poddany schłodzeniu, po włożeniu do ula silnie paruje, co niepokoi pszczoły i może niekiedy przyczyniać się do utraty matki przez jej okłębienie. Równie ważna jest stała kontrola parowania. W przypadku nadmiernej jego intensywności, niedługo po skończonym zabiegu terapeutycznym rodziny w znacznym stopniu słabną. Wiek robotnic ulega skróceniu, a czerw niemal całkowicie zanika (8).

Kwas mrówkowy wykazuje również toksyczne działanie na przewód pokarmowy pszczół. W 2009 r. Howis i wsp. (18) badali wpływ par kwasu mrówkowego o stężeniach 65% i 83% na stan jelita środkowego u pszczół miodnych *Apis mellifera*. Na skutek ekspozycji kwasu mrówkowego w jelicie środkowym badanych pszczół zaobserwowano zmiany histologiczne. Zwiększeniu uległa intensywność złuszczenia się enterocytów kosmków jelitowych oraz sekrecja wydzielanych przez nie enzymów. Badania wykazały również wzrost wytwarzania błon perytroficznych (18).

Mimo swojej bardzo wysokiej skuteczności w zwalczaniu warrozy u pszczół, również kwas szczawiowy nie jest związkiem zupełnie bezpiecznym dla tych pożytecznych owadów (33). Cena tego terapeutyku nie jest wysoka. Powoduje to wielokrotne podejmowanie zabiegów terapeutycznych z jego użyciem w okresie jesiennym (8). Jest to bardzo często popełniany przez pszczelarzy błąd (17), który może przyczynić się do poparzenia narządów gębowych robotnic (8). Konsekwencją jest również wzrost śmiertelności w pszczelich populacjach (46). Nie są to jednak jedyne skutki niewłaściwego stosowania kwasu szczawiowego. Pod jego wpływem u pszczół dochodzi również do zmian behawioralnych. Preparat ten przyczynia się do nasilenia występowania u tych owadów zachowań higienicznych (33), takich jak wzmożone czyszczenie gniazda czy pozbywanie się znacznej liczby samic roztocy *V. destructor* (8). Nadmierna pobudliwość pszczół nie jest jednak dla nich korzystna (28). Kilkakrotne pobudzenie tych owadów prowadzi do skrócenia czasu ich życia. Jest to skutek szybszego niż w naturalnych warunkach zużycia się pszczelich organizmów (8) wskutek zachwiania cyklu Krebsa (9), a co za tym idzie – również łańcucha oddechowego i innych procesów metabolicznych.

Szkodliwy wpływ na rodziny pszczele może mieć również niewłaściwie stosowany kwas mlekowy (20). Opryskanie pszczół jesienią (gdy w gnieździe nie znajduje się już czerw) roztworem kwasu mlekowego o stężeniu nie większym niż 15% zwykle nie oddziałuje na nie negatywnie. Wyższe stężenia podrażniają jęczyczki pszczół (8) oraz powodują przenikanie pewnych ilości kwasu mlekowego do miodu (20).

Akarycydy a aktywność systemu proteolitycznego na powierzchni ciała pszczół

Na powierzchnię ciała każdego organizmu żywego (w tym również pszczoły) wydzielane są białka zabezpieczające go przed infekcjami (43). Białka te tworzą nieswoisty system proteolityczny, złożony z proteaz i inhibitorów proteaz (41). Jak wykazują badania Stracheckiej i wsp. (42, 43), amitraza i kwas szczawiowy ewidentnie obniżają lub/i wpływają na utratę aktywności systemu proteolitycznego dorosłych pszczół.

Odziaływanie kwasu mrówkowego jest bardziej złożone i nie tak jednoznaczne. Aktywność systemu proteolitycznego powierzchni ciała zmienia się w zależności od stadium rozwojowego i długości działania tego chemioterapeutyku. Interesujące wydaje się to, że kwas mrówkowy ogólnie obniża aktywność proteaz i naturalnych inhibitorów proteaz u czerwiu i dorosłych osobników z wyjątkiem, gdy podwyższa aktywność inhibitorów u pszczół lotnych. Wpływ stosowanych akarycydów na osłabienie tych barier opornościowych potwierdzają również testy *in vivo* z patogenami (42, 43).

Kwasy organiczne dodatkowo, same w sobie, tworzą sprzyjające środowisko rozwoju grzybów (pH

kwaśne). Często w pasiekach obserwuje się zjawisko tak zwanego „błędnego koła”: stosowanie leków – obniżona oporność – słabsze rodziny – więcej strat w pasiece – intensywniejsze stosowanie leków – itd. Koresponduje to ze spostrzeżeniami pszczelarzy, którzy zaobserwowali w swoich pasiekach zjawisko szerzenia się różnych chorób po stosowaniu ww. chemioterapeutyków.

Akarycydy a metabolizm pszczół

W ostatnich 3-4 latach coraz częściej naukowcy wymieniają zagrożenia, jakie niesie ze sobą stosowanie akarycydów. Przede wszystkim skupiają się na zmianach metabolizmu pojedynczych osobników, które w rezultacie uwidaczniają się na całej rodzinie jako superorganizm (45). Warroacydy działają w bardzo podobny sposób jak pestycydy/insektycydy poprzez zaburzenie biochemicznych/fizjologicznych procesów, tj. obniżenie oporności oraz procesów związanych z penetracją, dystrybucją i wydzielaniem różnych związków komórkowych. Szczególne znaczenie mają enzymy detoksyfikujące organizm pszczoły, np. esterazy, monoooksygenaza P450, S-transferaza glutationowa (23). W wyniku działania akarycydów aktywność acetylocholinoesterazy (AChE) zmniejsza się, natomiast S-transferazy glutationowej zwiększa się zarówno u larw, poczwerek, jak i dorosłych robotnic. Okazuje się, że związki podawane przez pszczelarzy są czynnikiem stresowym dla pszczół, w wyniku czego zachwiani ulega transport wewnątrzkomórkowy. Akarycydy zaburzają funkcjonowanie kanałów Na^+ , przyczyniając się do zmiany napięcia w komórkach, a w rezultacie do neurotoksyczności (25). Zmiany zachodzą w wielu obszarach ciała i różnego rodzaju komórkach pszczół. Zachwianiu i/lub zatrzymaniu ulega transport elektronów w łańcuchu oddechowym lub fosforylacja oksydacyjna, co powoduje spowolnienie, a w konsekwencji zatrzymanie syntezy ATP, śmierć komórki, a następnie całego organizmu. Regulatory wzrostu oraz związki odpowiedzialne za syntezę lipidów w organizmie pszczelem również funkcjonują nieprawidłowo po podaniu akarycydów (3). Zaburzenie równowagi tłuszczowej odzwierciedla się w nieprawidłowym działaniu głównie układu nerwowego i mięśniowego, a nawet wpływa na zmniejszenie masy ciała (49). Akarycydy wpływają na trwałe zmiany w mózgu pszczoły poprzez zmiany w receptorach, co z kolei odzwierciedla się w przekazywaniu neuroprzekazników (tj. glutaminian, kwas γ -aminomasłowy (GABA) i acetylocholina) pomiędzy neuronami. Wywołuje to trwałe zmiany w funkcji synaps, osłabia uczenie się i pamięć. Długotrwałe działanie akarycydów powoduje śmierć pszczół (21, 30).

Pozostałości akarycydów w produktach pszczelich

Terapia akarycydowa znacząco przyczynia się do ograniczenia inwazji chorobotwórczych roztoczy w rodzinach pszczelich (46), jednak leczenie pszczół przy

użyciu środków chemicznych niesie ze sobą również ryzyko skażenia akarycydami produktów pszczelich – miodu i wosku (48), a pośrednio również węzy (24). Badania Wallnera (47) wykazały, że środki przeciw warrozie częściej zanieczyszczają wosk niż miód.

Łatwość i szybkość przenikania do wosku oraz długi czas rozkładu preparatów leczniczych są uważane za najważniejsze zagrożenia, wynikające ze stosowania warroacydów (7). Ich ilość, która w wyniku prowadzonych zabiegów przenika do wosku, uzależniona jest od wielu czynników (47). Należą do nich między innymi: rozpuszczalność w tłuszczach, dawka określonego leku i czas jego rozkładu. Obecność leków w produktach pszczelich jest zatem skutkiem nieodpowiednio prowadzonych zabiegów leczniczych i/lub podawania leku w pełni sezonu oraz w dawkach większych niż zalecane (7).

Aby ograniczyć zanieczyszczenie wosku preparatami chemicznymi, pszczelarze wprowadzają do gniazda węzę z wosku dziewiczego, jednak i on często ulega skażeniu stosowanymi środkami chemicznymi (7). Badania nad wpływem zanieczyszczenia węzy warroacydami – amitrazą, bromfenwinosem i fluwalinatem – na rodziny pszczele prowadzili Londzin i wsp. (24). Okazało się, że skażona węza nie wpływa znacząco na siłę rodzin. Nie ma również wpływu na tempo, z jakim pszczoły budują plastry. W doświadczeniu wykazano jednak jego negatywne oddziaływanie na czerw. Zanieczyszczona węza przyczyniła się do zmniejszenia jego powierzchni oraz do pogorszenia jego jakości (24).

Rozpatrując zagadnienie skażenia pszczelich produktów warroacydami, nie należy zapomnieć o stosowanych w pasiekach ekologicznych preparatach, opartych na lekkiej chemii (46). Jeżeli kwasy organiczne i związki na bazie olejków eterycznych zostaną przez pszczelarzy prawidłowo zastosowane, wówczas nie dojdzie do skażenia wosku pszczelego, a ich pozostałości w miodzie nie przekroczą ich naturalnego zakresu stężeń (6).

Podsumowanie

Inwazja roztoczy *V. destructor* w rodzinach pszczelich musi być stale kontrolowana i ograniczana. Obecnie do walki z warrozą wykorzystywane są preparaty chemiczne i leki, które, jak pokazują badania naukowców na całym świecie, wykazują dużą skuteczność, z drugiej strony jednak niosą ze sobą szereg zagrożeń. Zwiększona śmiertelność pszczół, wpływ na biologię pszczelego organizmu, zmiana w zachowaniu się owadów oraz skażenie wosku to tylko niektóre z nich. Dotychczas nie ma jednego, określonego leku, który całkowicie wyeliminowałby problem warrozy, a przy tym nie wywoływał niepożądanych skutków w pszczelich populacjach. Również obecnie stosowane środki chemiczne nie są wystarczające. Rozwiązaniem wydaje się stosowanie kwasów organicznych i olejków eterycznych, choć i one nie zawsze są bezpieczne dla

tych pożytecznych owadów. Obecnie coraz częściej stosuje się rotacyjną metodę hodowli pszczoł (przerwanie łańcucha reprodukcji) wraz z jednokrotnym leczeniem lub, niestety, stosowanie środków warroabójczych w dwóch okresach.

Piśmiennictwo

1. *Al-Ghamdi A. A.*: Evaluation of the relative efficacy of different acaricides against *Varroa destructor* on *Apis mellifera carnica*. *Ann. Agric. Sci.* 2007, 52, 501-510.
2. *Bąk B., Wilde J., Siuda M.*: Lekooporność roztoczy *Varroa destructor* na akarycydy w pasiekach północno-wschodniej Polski. *Mat. konf., XLVII Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 10-11.03.2010, Puławy 2010, s. 75-76.
3. *Besard L., Mommaerts V., Vandeven J., Cuvelier X., Sterk G., Smagghe G.*: Compatibility of traditional and novel acaricides with bumblebees (*Bombus terrestris*): a first laboratory assessment of toxicity and sublethal effects. *Pest Manag. Sci.* 2010, 66, 786-793.
4. *Bieńkowska M.*: Preparaty stosowane w niszczeniu pasożyta *Varroa destructor* w latach 1996-2005. *Mat. konf., XLIV Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 24-25.04.2007, Puławy 2007, s. 59-60.
5. *Bieńkowska M.*: Preparaty stosowane w niszczeniu pasożyta *Varroa destructor* w latach 1996-2005. *Pasieka* 2006, 6, 36-39.
6. *Bogdanov S., Kilchenmann V., Imdorf A.*: Acaricide residues in some bee products. *J. Apicul. Res.* 1998, 37, 57-67.
7. *Bratkowski J., Wilde J., Bąk B.*: Wrażliwość wosku pszczelego na skażenie pozostałościami po lekach. *Pasieka* 2003, 3, 52-56.
8. *Chorbiński P.*: Jak skutecznie zwalczać warrozę w rodzinach pszczelich? *Życie Wet.* 2010, 85, 587-591.
9. *Chuda-Mickiewicz B., Prabucki J., Perużyński G., Kazmierczak J., Samborski J.*: The re-used apifos strips in *Varroa destructor* control. *Acta Sci. Polon. Med. Vet.* 2003, 2, 49-54.
10. *Chuda-Mickiewicz B., Prabucki J., Samborski J., Rostecki P.*: Skuteczność zwalczania warrozy w rodzinach pszczelich preparatem Biowar. *Mat. konf., XLIV Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 24-25.04.2007, Puławy 2007, s. 68-69.
11. *Cornellisen B., Gerritsen L.*: Swarm prevention and spring treatments against *Varroa destructor* in honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.* 2006, 17, 133-139.
12. *Dzierżawski A., Cybulski W.*: Analiza statystyczna wyników skuteczności Apiwarolu AS w badaniach prowadzonych w latach 1981-2009. *Mat. konf., XLVII Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 10-11.03.2010, Puławy 2010, s. 86-89.
13. *Elzen P. J., Baxter J. R., Westeryelt D., Causey D., Randall C., Cutts L., Wilson W. T.*: Acaricide rotation plan for control of *Varroa*. *Am. Bee J.* 2001, 141, 412.
14. *Gliński Z., Kostro K.*: Zespół masowego ginięcia pszczoł nową groźną chorobą pszczoły miodnej. *Życie Wet.* 2007, 82, 651-653.
15. *Gregorc A., Jelenč J.*: Control of *Varroa Jacobsoni* Oud. in honeybee colonies using Apilife-Var. *Zbornik Veterinarske Fakultete, Univerza v Ljubljani* 1996, 33, 231-235.
16. *Grzęda M.*: Zintegrowana metoda zwalczania warrozy pszczoły miodnej. *Biuletyn Lubelskiej Izby Lekarsko-Weterynaryjnej* 2006, 3, 9-12.
17. *Higes M., Meana A., Suárez M., Llorente J.*: Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 1999, 30, 289-292.
18. *Howis M., Chorbiński P., Nowakowski P.*: Wpływ ekspozycji kwasu mrówkowego na stan fizjologiczny jelita środkowego pszczoły miodnej. *Mat. konf., XLVII Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 10-11.03.2010, Puławy 2010, s. 21.
19. *Imdorf A., Charrierre J. D., Kilchenman V., Bogdanov S., Fluri P.*: Alternative strategy in Central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies. *Apiacta* 2003, 38, 258-285.
20. *Imdorf A., Kilchenmann V.*: Lactic acid – one product in the fight against *Varroa* for the small scale beekeeper. *Swiss Bee Res. Centre* 1990, 1-4.
21. *Johnson R., Ellis M., Christopher A., Frazier M.*: Pesticides and honey bee toxicity – USA. *Apidologie* 2010, 41, 312-331.
22. *Kasprzak S., Hartwig A.*: Pszczoły a leki. *Pszczelarstwo* 2005, 8, 9-12.
23. *Leeuwen T., Vontas J., Tsagkarakou A., Dermauw W., Tirry L.*: Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2010, 40, 563-572.
24. *Londzin W., Wójcik M., Parma P.*: Wyniki wstępnych badań nad ubocznym wpływem skażenia węży warroacydami na rodziny pszczele. *Mat. konf., XLVI Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 10-11.03.2009, Puławy 2009, s. 63-64.
25. *Loucif-Ayad W., Aribi N., Soltani N.*: Evaluation of secondary effects of some acaricides on *Apis mellifera intermissa* (Hymenoptera, Apidae): acetylcholinesterase and glutathione S-transferase activities. *Europ. J. Sci. Res.* 2008, 4, 642-649.
26. *Mert G., Yucel B.*: Efficacy levels of organic acids are used for controlling *Varroa* (*Varroa jacobsoni* Quedemans) and their effects on colony development of honey bees (*Apis mellifera* L.). *J. Ani. Vet. Adv.* 2011, 10, 1106-1111.
27. *Milani N.*: Activity of oxalic and citric acids on the mite *Varroa destructor* in laboratory assays. *Apidologie* 2001, 32, 127-138.
28. *Moosbeckhofer R.*: Varroabekämpfung mit Oxalsäure im Träufelverfahren. *Bienenvater* 2001, 12, 7-12.
29. *Pohorecka K.*: Zwalczanie warrozy – problem wciąż aktualny. *Pszczelarstwo* 2006, 6, 8-9.
30. *Pohorecka K., Bober A., Skubida M., Zdańska D.*: Epizootic status of apiaries with massive losses of bee colonies (2008-2009). *J. Apic. Sci.* 2011, 55, 137-151.
31. *Rademacher E., Harz M.*: Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies – a review. *Apidologie* 2006, 37, 98-120.
32. *Satta A., Floris I., Eguaras M., Cabras P., Garau V. L., Melis M.*: Formic acid-based treatments for control of *Varroa destructor* in a Mediterranean area. *J. Econ. Entomol.* 2005, 98, 267-273.
33. *Schneider S., Eisenhardt D., Rademacher E.*: Sublethal effects of oxalic acid on *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): changes in behavior and longevity. *Apidologie* 2011, 43, 218-225.
34. *Semkiw P., Pohorecka K., Skubida P.*: Skuteczność warroabójcza Biowaru, Baywarolu i kwasu szczawowego w badaniach terenowych w 2007 roku. *Mat. konf., XLV Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 11-12.03.2008, Puławy 2008, s. 81-83.
35. *Skubida P., Semkiw P.*: Api Life Var – ekologiczny preparat do zwalczania inwazji roztocza *Varroa destructor* i jego skuteczność. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 2009, 54, 100-102.
36. *Skubida P., Semkiw P.*: Porównanie skuteczności preparatów do zwalczania inwazji *Varroa destructor* na przestrzeni lat 2007-2009 w pasiece ekologicznej. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 2010, 55, 94-98.
37. *Skubida P., Semkiw P.*: Pszczelarstwo ekologiczne w Europie i na świecie. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 2011, 56, 102-106.
38. *Skubida P., Semkiw P.*: Wyniki zastosowania preparatu Api Life Var w pasiece ekologicznej. *Mat. konf., XLVI Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 10-11.03.2009, Puławy 2009, 56-57.
39. *Sokol R.*: Ocena przydatności preparatu Perizin do zwalczania *Varroa destructor* u pszczoł. *Mat. konf., XLIV Naukowa Konferencja Pszczelarska*, 24-25.04.2007, Puławy 2007, s. 78-79.
40. *Stanimirović Z., Aleksić N., Stevanović J., Ćirković D., Mirilović M., Djelić N., Stojić V.*: The influence of pulverised sugar dusting on the degree of infestation of honey bee colonies with *Varroa destructor*. *Acta Vet. (Beograd)* 2011, 61, 309-325.
41. *Strachecka A., Demetraki-Paleolog J.*: System proteolityczny powierzchni ciała *Apis mellifera* w zachowaniu zdrowotności rodzin pszczelich. *Kosmos* 2011, 60, 43-51.
42. *Strachecka A., Paleolog J., Borsuk G., Olszewski K.*: Influence of formic acid on the body surface proteolytic system in different developmental stages of *Apis mellifera* L. workers. *J. Apic. Res.* 2012, 51, 252-262.
43. *Strachecka A., Paleolog J., Olszewski K., Borsuk G.*: Influence of amitraz and oxalic acid on the body surface proteolytic system of *Apis mellifera* L. workers. *Insects* 2012, 3, 821-832.
44. *Škerl Smodiš I. M., Nakrst M., Žvokelj L., Gregorc A.*: The acaricidal effect of flumethrin, oxalic acid and amitraz against *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera carnica*) colonies. *Acta Vet. Brno* 2011, 80, 51-56.
45. *Tautz J.*: Fenomen pszczoł miodnych. *Galaktyka*, Łódź 2008.
46. *Wallner K.*: Control of the mite *Varroa destructor* in Honey bee colonies. *The Royal Society of Chemistry* 2003, *Pesticide Outlook* – April.
47. *Wallner K.*: Nebeneffekte bei Bekämpfung der Varroamilbe. Die Rückstandssituation in einigen Bienenprodukten. *Bienenvater* 1995, 116, 172-177.
48. *Wallner K.*: Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 1999, 30, 235-248.
49. *Wang Y., Wang H., Shen Z., Zhao L., Clarke S., Sun J., Du Y., Shi G.*: Methyl palmitate, an acaricidal compound occurring in green walnut husks. *J. Econ. Entomol.* 2009, 102, 196-202.

Adres autora: dr Aneta Strachecka, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin;
e-mail: aneta.strachecka@up.lublin.pl