

Inż. Kvetoslav Čermák

Ekologia populacyjna roztoczy *Varroa*

Ekologia populacyjna to dziedzina nauki, która zajmuje się prawidłowościami rozwoju populacji organizmów żywych, a więc ich strukturą i zmianami, a także analizuje czynniki wpływające na ten rozwój. Jej osiągnięcia można wykorzystywać, gdy poszukuje się odpowiednich sposobów regulacji wielkości populacji szkodników i chwastów czy np. liczebności dzikich zwierząt. Metody badań stosowane w ekologii populacyjnej pozwalają również poznać prawidłowości rozwoju rodzin pszczelich i zrozumieć wzrost liczebności roztoczy *Varroa destructor*. W wyniku badań uzyskano już tyle informacji o biologii i reprodukcji tych roztoczy, że można je wykorzystywać do prognozowania rozwoju ich populacji i oceny, kiedy i jakie zabiegi stosować przeciw tym pasożytom. Ekologia populacyjna umożliwia także wykrycie słabych miejsc roztoczy *Varroa*, wskazując np., które cechy biologiczne pszczoł mogą być przydatne w walce z nimi lub określając wymagania, jakie należy stawiać pszczolom odpornym na warrozę, których poszukują hodowcy.

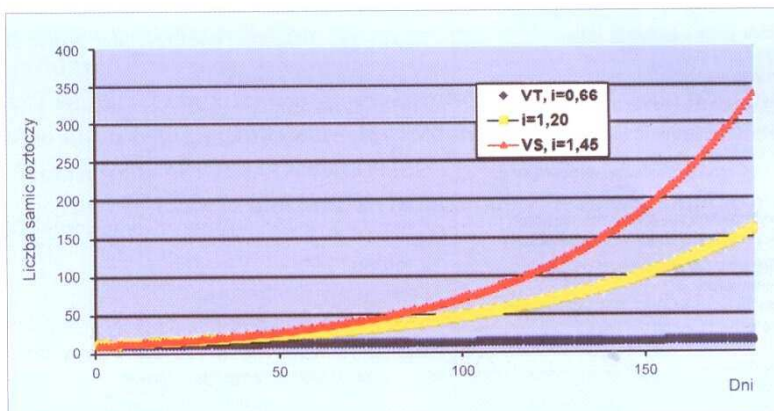
Roztocze *Varroa destructor* rozmnażają się w zasklepionym czerwiu. Dlatego ich liczebność w rodzinie pszczelej może się zwiększać tylko w okresie wychowu czerwiu, jeśli pominie się wpływ migracji. W tym czasie populacja roztoczy wzrasta prawie zawsze w postępie geometrycznym. Wzrost ten przedstawiono na **wykresie 1** przy założeniu, że na początku okresu wychowu czerwiu wiosną jest w rodzinie 10 samic roztoczy, a okres ten trwa około 6 miesięcy. Na wykresie 1 są trzy krzywe. **Górna krzywa koloru czerwonego charakteryzuje rodzinę podatną na warrozę.** Dane, na podstawie których ją wykreślono, pochodzą głównie z badań dr. S. Martina z Wielkiej Brytanii (1998). **W takiej rodzinie wskaźnik i , tj. średnia liczba zdolnych do życia żeńskich potomków (córek) przypadających na skutecznie rozmnażającą się samicę roztocza w jednym cyklu reprodukcyjnym, wynosi w przybliżeniu 1,45 ($i=1,45$).** Część tych samic bowiem usiłuje się rozmnażać, ale z różnych przyczyn im się to nie udaje. Udział skutecznie rozmnażających się samic w ich ogólnej liczbie jest zmienny; na omawianej krzywej

względnie średni udział wynoszący 0,7 (70%), również typowy dla rodziny podatnej na warrozę. Trzeci parametr to liczba cykli reprodukcyjnych w ciągu całego życia samicy. Przyjęto, że wynosi ona średnio 2,4. Na podstawie tych trzech parametrów można obliczyć, ile córek ma średnio w ciągu całego swojego życia skutecznie rozmnażająca się samica: $1,45 \times 2,4 = 3,48$ lub każda samica, która próbuje się rozmnażać: $1,45 \times 2,4 \times 0,7 = 2,44$.

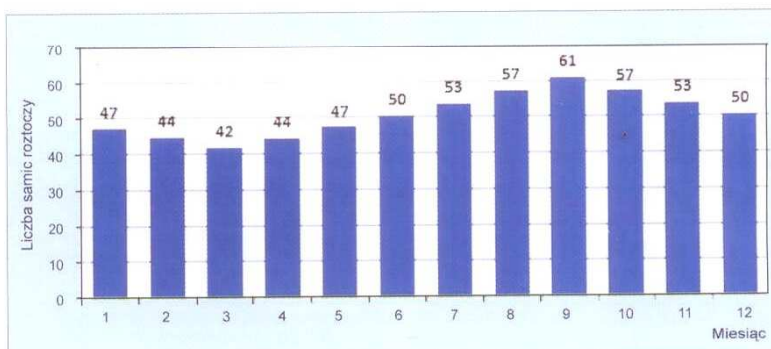
Środkowa krzywa koloru żółtego obrazuje rozwój populacji roztoczy *Varroa* w rodzinie częściowo odpornej na warrozę. W takiej rodzinie $i = 1,20$. W końcu okresu wychowu czerwiu zajmuje ona pośrednie miejsce pod względem liczebności

roztoczy między rodziną podatną na warrozę i rodziną całkowicie odporną na tę chorobę.

Trzecia krzywa koloru niebieskiego przedstawia wzrost populacji roztoczy w rodzinie całkowicie odpornej na warrozę. W rodzinie tej liczba zdolnych do życia córek przypadających na skutecznie rozmnażającą się samicę roztocza w jednym cyklu reprodukcyjnym wynosi 0,66 ($i = 0,66$). W takiej rodzinie populacja roztoczy wprawdzie nieco wzrasta, ale nie trzeba używać akarycydów, ponieważ do początku następnego sezonu około 50% ich samic ginie. Dotyczy to rejonów o klimacie umiarkowanym lub takich, w których mniej więcej przez 6 miesięcy nie ma w rodzinach czerwiu.



Wykres 1. Rozwój populacji roztoczy w rodzinie, w której początkowo jest 10 samic, a okres wychowu czerwiu trwa 6 miesięcy przy różnej skuteczności ich reprodukcji: VT – rodzina odporna na warrozę; VS – rodzina podatna na warrozę; i – średnia liczba zdolnych do życia córek przypadających na skutecznie rozmnażającą się samicę w jednym cyklu reprodukcyjnym



Wykres 2. Rozwój populacji roztoczy w ciągu roku w rodzinie odpornej na warrozę

Rozwój liczebności roztoczy *Varroa* w ciągu całego roku w rodzinie odpornej na warrozę (tj. takiej, którą na wykresie 1 charakteryzuje niebieska krzywa) obrazuje **wykres 2**. Chodzi oczywiście o prognozę modelową, ponieważ nie mamy dotychczas do dyspozycji pszczoł odpornych na warrozę. Dobrze jest jednak mieć wyobrażenie o tym, jakie powinny być parametry reprodukcji roztoczy *Varroa destructor* w takiej rodzinie. Z już przytoczonych danych wynika, że skuteczność ich reprodukcji musiałaby się obniżyć z $i = 1,45$ do $i = 0,66$. Jeśli chodzi o cechy biologiczne pszczoł, które mogą powodować całkowitą odporność na warrozę, to pod uwagę bierze się tylko dwie: 1) zdolność do usuwania z plastra z czerwiem komórek z rozmnażającymi się roztoczami oraz 2) przeciwdziałanie rodziny pszczelej reprodukcji roztoczy prowadzące do istotnego wzrostu udziału nieskutecznej reprodukcji. Dotychczas bardziej zbadano pierwszą z tych cech, która polega na tym, co w języku angielskim określa się jako „varroa sensitive hygiene”, w skrócie NSH. Obie cechy powodują spadek ogólnej skuteczności reprodukcji samic roztoczy. W tym artykule omawiamy jednak bardziej szczegółowo sytuację w rodzinach pszczoł niehodowlanych na odporność na warrozę, a więc podatnych na tę chorobę, które są *de facto* rodzinami regularnie leczonymi akarycydami.

Z trzech omawianych wyżej parametrów, które charakteryzują płodność samic *Varroa* można wyprowadzić parametr opisujący tempo rozmnażania się roztoczy w rodzinie pszczelej. Parametr ten (r) nazywa się **wewnętrznym tempem wzrostu populacji roztoczy**. Dla pszczoł podatnych na warrozę $r = 0,0184$, jeśli obliczono go w odniesieniu do jednego dnia. Można go również obliczyć w odniesieniu do innych okresów, np. tygodnia, mnożąc jego podaną wyżej wartość przez 7 (wtedy $r = 0,1288$). Jest to parametr ciągłego wzrostu populacji. Z matematycznego punktu widzenia chodzi o wzrost wykładniczy. Parametr ten może mieć również wartość ujemną; w tym wypadku opisuje (przedstawia) nie wzrost, ale spadek populacji, który następuje w okresie, kiedy w rodzinie pszczelej nie ma czerwiu. Dotychczas stwierdzone dzienne tempo spadku liczebności roztoczy *Varroa* w okresie, kiedy w rodzinach nie ma czerwiu, wynosi około 0,002 ($r = -0,002$); odpowiednio tempo jej wzrostu to $r = 0,002$. Z war-

tości r można wyprowadzić tempo wzrostu populacji roztoczy w procentach, np. przy $r = 0,0184$ populacja roztoczy wzrasta mniej więcej o 1,84% dziennie. To przeliczenie nie jest na pewno dokładne.

Bez wątplenia na podstawie końcowego tempa wzrostu populacji roztoczy r można dokładnie obliczyć wielkość ich populacji p w dowolnym okresie reprodukcji t , jeśli jest znana (lub określona szacunkowo) początkowa liczebność populacji s , posługując się równaniem: $p = s \times e^{rt}$. Można w ten sposób uzyskać dane bardzo przydatne w praktyce pszczelarskiej. Oto przykład. Jeśli początkowa liczebność populacji roztoczy (przyjmijmy, że 1 kwietnia) $s = 20$ samic, okres reprodukcji $t = 180$ dni, a tempo wzrostu populacji $r = 0,0184$, to liczba roztoczy w końcu wspomnianego okresu $p = 20 \times e^{0,0184 \times 180} = 549$. Symbol e to podstawa logarytmów naturalnych, która ma wartość równą 2,71828182845905. W tabeli 1 przedstawiono obliczone wielkości populacji roztoczy (w rodzinie pszczelej podatnej na warrozę) dla kilku wariantów początkowej liczebności tej populacji (s) i przy różnym okresie wzrostu jej liczebności (t). Można z niej wyczytać, że jeśli na początku okresu wychowu czerwiu wiosną jest w rodzinie 100 lub więcej samic roztoczy, to po 6 miesiącach obecności czerwiu w tej rodzinie będzie w niej tak dużo roztoczy, że zagrazi jej zagłada.

Granica zagrożenia to od 2 do 2,5 tys. dojrzałych samic *Varroa* w rodzinie. Liczebność roztoczy w rodzinie można oszacować kilkoma sposobami również w ciągu sezonu, a mianowicie badając próbki czerwiu oraz pszczoł, a najłatwiej na podstawie liczby samic spadających w warunkach naturalnych na dno ula. W tym celu należy liczyć tylko całkowicie wybarwione samice, ponieważ jasnobrązowe lub białe samice zamaryły natychmiast po wygryzieniu się pszczoły z ko-

mórki plastra, a więc nie mają znaczenia dla liczebności roztoczy w rodzinie. Jeśli łącząc ciemne samice roztoczy spadające na dno ula co najmniej przez 10 dni, ustalimy ile ich spada średnio dziennie, to mnożąc otrzymaną średnią przez współczynnik, którego wartość mieści się w granicach od 80 do 100 (jest to zmodyfikowany współczynnik zaczerpnięty z publikacji dr. S. Martina, 1998), uzyskamy całkowitą liczbę samic roztoczy w rodzinie. Przykład. W ciągu 12 dni na dno ula spadnie 190 samic, tj. średnio 16 dziennie, mnożąc tę liczbę przez współczynnik równy 80, otrzymamy przybliżoną liczbę samic w rodzinie, wynoszącą 1280. Jest to stosunkowo duża liczba.

Możemy obliczyć, za ile dni liczba roztoczy w rodzinie dojdzie do granicy zagrożenia (tj. do około 2000), a więc kiedy najpóźniej trzeba będzie użyć przeciw nim akarycydu. W tym celu musimy posłużyć się logarytmami, co umożliwi każdy komputer osobisty z możliwością obliczania logarytmów. Początkowa wielkość populacji $s = 1280$, końcowa $p = 2000$ i znów weźmy pod uwagę $r = 0,0184$. Liczba dni do osiągnięcia granicy zagrożenia $t = (\ln p - \ln s)/r$, a więc $t = (\ln 2000 - \ln 1280)/0,0184 = 24,3$. Najpóźniej za tyle dni należy w rodzinie wykonać zabieg przeciw roztoczom, jeśli chce się ją uratować. Oczywiście raczej wcześniej, aby zapobiec szybkiemu rozmnożeniu się wirusów pod wpływem szkodliwego oddziaływania roztoczy. Dokładnie tak samo należy postępować z każdą rodziną z osobna, a stosowanie akarycydów rozpoczynać indywidualnie, aby nie wprowadzić do rodzin pszczelej nadmiernych dawek substancji chemicznych. Środowisko ula, a więc produkty pszczelej, trzeba chronić przed pozostałościami akarycydów, aby nie dopuścić do pogorszenia się jakości tych produktów.

Jeżeli do obliczania wielkości populacji roztoczy w rodzinach pszczelej wykorzy- ▶

Tabela 1. Wzrost populacji roztoczy w rodzinach z różną początkową liczbą samic *Varroa* i przy różnym okresie ich reprodukcji

Liczba dni reprodukcji roztoczy	Początkowa liczba roztoczy w rodzinie								
	1	2	5	10	50	100	200	300	500
30	2	3	9	17	87	173	347	520	867
60	3	6	15	30	150	301	602	903	1504
90	5	10	26	52	261	522	1044	1566	2609
120	9	18	45	91	453	905	1810	2715	4526
150	16	31	79	157	785	1570	3140	4710	7850
180	27	54	136	272	1362	2723	5447	8170	13616
210	47	94	236	472	2362	4724	9447	14171	23618



Fot. 1. Dennica ula umożliwiającą śledzenie liczby spadających roztoczy ma wbudowaną siatkę z oczkami 3×3 mm, a pod nią szufladkę (wkładkę dennicową) łatwo wysuwaną od tyłu ula

▷ stuje się liczbę samic, które spadają na dno ula w warunkach naturalnych, ważne jest, aby tych roztoczy, które tam spadną, nie wynosiły pszczoły ani mrówki. Dlatego ule muszą mieć odpowiednio skonstruowane dennice, które uniemożliwią pszczołom dostęp do osypu. W dennicy ula powinna być dostępna, najlepiej od tylnej jego części, biała szufladka (wkładka dennicowa), której przykład pokazano na fot. 1. Jeśli do tej szufladki dostają się mrówki, często wynoszą z niej przydatne dla nich odpadki, a także samice roztoczy, które tam spadły. W rezultacie mogą obniżyć nasze oceny liczebności populacji roztoczy, co może prowadzić do podejmowania przez nas błędnych decyzji. W takiej sytuacji trzeba wybrać rozwiązanie uniemożliwiające mrówkom dostęp do ula. Takie rozwiązanie zastosował w roku 2009 w swojej pasiece autor artykułu (fot. 2).

Kolejnym użytecznym parametrem może być czas, w ciągu którego populacja roztoczy w rodzinie pszczelej wzrośnie x -krotnie. Na przykład czas niezbędny do podwojenia p tej populacji ($x = 2$) można obliczyć według wzoru $t = \ln(x)/r$. Jeśli $r = 0,0184$ (dla pszczoł podatnych na warrozę), $t = \ln 2/0,0184 \approx 38$ dni. W podobny sposób można obliczyć czas niezbędny od potrójnienia populacji roztoczy ($t = \ln 3/0,0184 \approx 60$ dni) itd.

Można również prognozować, jak się zwiększy liczebność roztoczy w rodzinie pszczelej w ciągu różnej długości okresu wychowu w niej czerwiu. Tak np. można sobie uprzytomnić, jakie różnice między rodzinami pszczelimi powstaną tylko wskutek

Tabela 2. Wpływ daty zakończenia okresu wychowu czerwiu na końcową liczbę roztoczy w rodzinie. Początkowa liczba samic roztoczy w rodzinie 100, początek wychowu czerwiu dnia 11 marca, w więc początek wzrostu populacji roztoczy dnia 1 kwietnia. Data zakończenia okresu wychowu czerwiu to data wygryzienia się pszczoł z ostatnich komórek z czerwiem

Data zakończenia okresu wychowu czerwiu	31.07.	15.08.	31.08.	15.09.	30.09.	15.10.	31.10.
Okres wzrostu populacji roztoczy	122	137	153	168	183	198	214
Liczba roztoczy w rodzinie w końcu okresu wychowu czerwiu	939	1237	1659	2185	2877	3790	5084
Ile razy wzrosła populacja roztoczy w ciągu okresu wychowu czerwiu	9	12	17	22	29	38	51



Fot. 2. Przegroda stalowa uniemożliwiająca mrówkom wejście do ula przez jego podstawkę, tzw. „formistop”, z miską na olej. Na jedną podstawkę potrzebne są cztery takie przegrody. Pod ulem nie powinno być roślin, po których mrówki mogłyby się dostać do podstawki pomimo przegród

tego, że wychowują one w sezonie czerw w ciągu różnego czasu, tj. niektóre kończą wychów czerwiu wcześniej, a inne później. Przyczyna takich różnic tkwi często w naturze rodzin, w więc w ich cechach genetycznych. Z tabeli 2 widać, że wczesne zakoń-

czenie wychowu czerwiu pociąga za sobą zakończenie rozmnażania się roztoczy, a jeśli rodzina ma wystarczającą liczbę pszczoł zimowych, zapobiega jej osłabieniu. Niektóre rodziny kończą wychów czerwiu już w drugiej połowie sierpnia, a inne wychowują go aż do października. Zależy to nie tylko od stanu rodziny, ale także od wieku jej matki. Rodziny z później poddaną (w lipcu i później) młodą matką zwykle wychowują czerw dłużej. Przedłużanie wychowu czerwiu o miesiąc powoduje prawie dwukrotny wzrost liczby samic roztoczy, co jest zgodne z danymi przytoczonymi w poprzednim akapicie (podwojenie się populacji w ciągu 38 dni). Dla niektórych rodzin może to być równoznaczne z ich wymarciem, jeśli w porę nie zajmie się nimi pszczelarz.

Przedstawiono tu jedynie kilka możliwości zastosowania ekologii populacyjnej do analizy problemów związanych z warrozą

pszczoł. Praktycznie możliwości wykorzystania tej nauki tylko w tej jednej dziedzinie są znacznie większe, ale ich omówienie przekracza ramy jednego artykułu.

□