

ANNA SZACILŁO, MATEUSZ SKŁODOWSKI, MARCIN ZYCH

Ogród Botaniczny  
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego  
Aleje Ujazdowskie 4, 00-478 Warszawa  
E-mail: a.szacillo@biol.uw.edu.pl

## KRYZYS ZAPYLEŃ A PSZCZOŁA MIODNA – LEK NA CAŁE ZŁO CZY NIEKONIECZNIE?

### WSTĘP

Globalnie, niemal 90% wszystkich roślin kwiatowych do produkcji nasion wymaga większego lub mniejszego zaangażowania zapylaczy. W strefie umiarkowanej, gdzie występuje relatywnie dużo gatunków wiatropylnych, proporcja ta jest nieco mniejsza, ale i tak 3/4 rosnących tu roślin to gatunki zapylane przez zwierzęta (OLLERTON i współaut. 2011). W roli zapylaczy występują głównie owady, a ostrożne szacunki wskazują, że zwierząt związanych z kwiatami może być prawie 350 tys. gatunków – na liczbę tę składa się także ponad 1400 gatunków kręgowców: ptaków, ssaków (głównie nietoperzy) i jaszczurek zapylających rośliny w ciepłych obszarach globu (OLLERTON 2017). Oznacza to, że proces zapylania kwiatów jest jedną z kluczowych funkcji ekosystemowych (WILLMER 2011), a jego niezakłócony przebieg jest warunkiem stabilności większości ekosystemów lądowych. Skutki procesu zapylania kwiatów mają także wpływ na człowieka, który jest uzależniony od roślin jako źródła pokarmu, lekarstw czy ubioru (KLEIN i współaut. 2007). Biorąc pod uwagę tylko perspektywę ekonomiczną, dla rolników czy sadowników pełne zapylenie kwiatów oznacza wysokie plony roślin uprawnych, takich jak jabłoń czy gryka, zaś dla konsumentów, dostępność szerokiej oferty owoców i warzyw. Co prawda, nasze wyżywienie bazuje głównie na wiatropylnych zbożach (około 2/3 globalnej wartości plonów; w Polsce jest to około 70% arealu zasiewów), jednak pozostałe rośliny uprawne, które zapewniają nam zróżnicowaną dietę, dostęp do wita-

min, przeciwutleniaczy i innych niezbędnych składników pokarmowych (około 1/3 globalnej wartości plonów, 75% głównych gatunków uprawnych) do należytego plonowania wymagają udziału zapylaczy (KLEIN i współaut. 2007, GALLAI i współaut. 2009).

W tym kontekście, ogromne obawy budzą pochodzące z całego świata doniesienia o spadku liczebności i różnorodności zwierząt zapylających rośliny (POTTS i współaut. 2010). Zjawisko to, określane często w literaturze przedmiotu jako „kryzys zapyleń”, skutkuje niedostatecznym zapyleniem roślin i w konsekwencji może prowadzić to do zaburzenia stabilności ekosystemów, a w przypadku gospodarki, do obniżenia plonów i ograniczenia dostępu do części płodów rolnych (POTTS i współaut. 2010, WILLMER 2011). Zjawisko to jest konsekwencją splotu wielu niekorzystnych czynników, wśród których najważniejsze to fragmentacja i pogarszanie się jakości obszarów zielonych, a w efekcie utrata naturalnych siedlisk potrzebnych do życia i rozrodu zapylaczy, wzrastające (często niekontrolowane) użycie pestycydów, rozprzestrzenianie się nowych patogenów i zmiany klimatyczne (ZYCH i współaut. 2018).

Niestety, w powszechnym odbiorze zarówno informacje o zagrożeniu zapylaczy, jak i o wadze procesu zapylania roślin dla gospodarki utożsamiane są praktycznie wyłącznie z jednym gatunkiem – pszczołą miodną (*Apis mellifera*). Jest to poważne nadużycie, które kłóci się z wiedzą naukową i może mieć negatywne następstwa związane choćby z wadliwie planowanymi działaniami konserwatorskimi (OLLER-

TON i współaut. 2012, ASLAN i współaut. 2016, COLLA i MACIVOR 2017, GELDMANN i GONZÁLEZ-VARO 2018). Sytuację tę częściowo może tłumaczyć fakt, że gatunek ten towarzyszy człowiekowi od kilku tysięcy lat i jest właściwie jedynym powszechnie hodowanym owadem, dającym miód i inne produkty pszczele, a od niedawna celowo używanym do zapylania niektórych upraw. Warto jednak dokładnie przyjrzeć się roli jaką *A. mellifera* w rzeczywistości odgrywa w ekosystemach oraz zastanowić się, czy możliwe jest budowanie skutecznej strategii ochrony relacji roślin i ich zapylaczy w kontekście działań obejmujących wyłącznie jeden, w dodatku hodowlany, gatunek.

### PO PIERWSZE – RÓŻNORODNOŚĆ

Dla właściwego zrozumienia przyrodniczego znaczenia procesu zapylania, trzeba na samym początku naszego artykułu powtórzyć, że relacje rośliny-zapylacze są niezwykle różnorodne. Sama pszczoła miodna nie jest w stanie zapylić wszystkich roślin kwiatowych, a w wielu przypadkach jest wskazywana jak mało efektywny zapylacz. Tylko w przypadku pszczołowatych, czyli gatunków spokrewnionych z pszczołą miodną należących do nadrodziny Apoidea, mamy do czynienia z prawie 500 gatunkami zapylaczy występującymi w Polsce i niemal 20 tys. gatunków rozpowszechnionymi na świecie. Wśród tej grupy największą różnorodność obserwujemy zresztą wśród pszczół samotnic (mimo swojej nazwy mogących również żyć w koloniach o słabszej lub silniejszej strukturze socjalnej). Są one grupą bardzo zróżnicowaną pod względem strategii zdobywania pokarmu, od specjalistów odwiedzających tylko jeden gatunek, do generalistów żerujących na wielu gatunkach należących do różnych rodzin botanicznych, co czyni je skutecznymi zapylaczami wielu roślin uprawnych i dziko rosnących (MORITZ i współaut. 2005, MICHENER 2007, POTTS i współaut. 2010). Wysoka efektywność wszystkich pszczół wiąże się z tym, że są one uzależnione od pokarmu kwiatowego (nektaru i pyłku) przez cały okres swojego życia, zarówno w stadium larwalnym, jak i będąc owadami dorosłymi (MICHENER 2007). Odmienne jest z pozostałymi zwierzętami odwiedzającymi kwiaty, które częściej są oportunistami pokarmowymi (są jednak wyjątki, jak chociażby motyle czy kolibry) (WILLMER 2011). Mimo że pisząc ten tekst skupiamy uwagę przede wszystkim na pszczołach, nie oznacza to jednak, że opisując zapylanie roślin można zapominać o wszystkich wspomnianych wyżej nie-pszczelich zapylaczach.

### PSZCZOŁA MIODNA – KRÓTKA HISTORIA

Wiadomo, że pszczoła miodna towarzyszyła człowiekowi od dawna. Najstarsze ślady naszych związków z pszczołami odnotowane są na malowidle naskalnym w Hiszpanii, datowanym na ok. 7000 lat. Początkowo *A. mellifera* przede wszystkim dostarczała miodu, a z czasem i innych produktów. Przypuszcza się, że w stanie dzikim pszczoła miodna występowała naturalnie na terenach Afryki, Bliskiego Wschodu i Europy (HAN i współaut. 2012), jednak z uwagi na jej długą historię hodowlaną trudno z całą pewnością ustalić konkretne miejsce pochodzenia gatunku (GOULSON i SPARROW 2009). Z najnowszych badań filogeograficznych wynika, że Europa, będąca miejscem występowania dwóch linii ewolucyjnych *A. mellifera* (określanych jako M i C), została przez ten gatunek skolonizowana co najmniej dwukrotnie: drogą przez Azję Mniejszą i przez Półwysep Pirenejski (HAN i współaut. 2012). Obecnie niewiele jednak wiadomo o dzikich europejskich populacjach *A. mellifera*; niektórzy uważają wręcz, że zostały one całkowicie wyeliminowane po pojawieniu się w Europie nowego pasożyta *Varroa destructor*, a wszelkie spotkane owady to zwierzęta hodowlane, które pochodzą z pasiek lub są uciekinierkami z hodowli (KOHL i RUTSCHMANN 2018). Nawet jeżeli tak nie jest, występują one na ogół w zdecydowanie mniejszych zagęszczeniach niż pszczoły pasieczne (OLEKSA i współaut. 2013a, KOHL i RUTSCHMANN 2018), a nawet w obszarach uważanych za ostoje lokalnych linii, takich jak północno-wschodnia Polska, dzikie rodziny noszą domieszkę genów obcych ras (OLEKSA i współaut. 2013b). Z tego punktu widzenia, w Europie *A. mellifera* wprowadzana na dużych obszarach w wysokich lokalnych zagęszczeniach (pasieki przemysłowe) powinna być zatem traktowana raczej jako gatunek hodowlany, a nawet jako tzw. MIMS (masowo introdukowany gatunek hodowlany; ang. massively introduced managed species) (GESLIN i współaut. 2017), a nie jako składnik rodzimej różnorodności biologicznej. Przy niewielkim zagęszczeniu pasiek (ekstensywne pszczelarstwo), sytuacja wygląda inaczej, ponieważ zagęszczenie populacji pszczół może odpowiadać warunkom panującym przed jej udomowieniem (GELDMANN i GONZÁLEZ-VARO 2018).

### APIS MELLIFERA – ZAPYLACZ UNIWERSALNY?

Sukces jaki pszczoła miodna odniosła w gospodarce, tkwi przede wszystkim w jej

niezwykłej biologii. Żyjąc w ogromnych rodzinach, tworzy jedne z najlepiej zorganizowanych społeczności wśród owadów. W szczycie sezonu, liczba osobników w ulu może przekraczać nawet 100.000. Współpraca i podział obowiązków znacznie ułatwia im przetrwanie i rozwój (MORITZ i współaut. 2005, MICHENER 2007). Głównym zadaniem robotnic jest znajdowanie i gromadzenie pokarmu. Skuteczność, z jaką tysiące zbieraczek odnajdują i zbierają pokarm, jest związana z umiejętnością przekazywania przy pomocy tzw. tańca informacji pomiędzy zbieraczkami o lokalizacji znalezionej bazy pokarmowej. Swoisty układ taneczny, za każdym razem wyjątkowy, powtarzany jest cyklicznie, dzięki czemu wszystkie zbieraczki czekające do wylotu mogą odebrać zakodowaną informację i wyruszyć za furazerką (OKADA i współaut. 2012). Dzięki tej umiejętności, pojedyncza rodzina pszczoła może zebrać nawet do 120 kg nektaru w ciągu sezonu (PERNAL i CURRIE 2001). Niezwykle skuteczne są również w pozyskiwaniu i transporcie pyłku do gniazda; zdrowa rodzina pszczoły miodnej jest zdolna zebrać w roku nawet 10-26 kg pyłku (BRODSCHNEIDER i CRAILSHHEIM 2010). Umożliwia to specjalnie przystosowana do tego celu budowa ciała: głowa, tułów, odwłok, a nawet odnóża robotnic są pokryte włoskami, na których podczas wizyty w kwiecie osadza się pyłek (MICHENER 2007). Dlaczego więc obserwujemy tak niską efektywność zapylania przez pszczołę miodną, skoro owady te są tak skuteczne w pozyskiwaniu pyłku? Przenoszenie dużych ładunków pyłkowych na ciele owada nie oznacza jeszcze wysokiej efektywności zapylania, ponieważ pyłek jest często i dokładnie szczyrywany specjalnymi grzebyczkami na odnóżach, mieszany z nektarem, śliną oraz odrobiną miodu zabranego z ula i pakowany do tzw. koszyczków na trzeciej parze odnóży – specjalnych struktur służących do transportu pyłku. Sklejenie i upakowanie pyłku czyni go zasadniczo niezdatnym do zapylania (PARKER i współaut. 2015). Pszczoła miodna jest przy zbiorze pyłku wyjątkowo skuteczna. Nawet 98% pyłku znajdującego się na ciele robotnicy może trafić do obnóży. Ten specyficzny behavior umożliwia efektywny transport pyłku do gniazda (WESTERKAMP 1991, YOUNG i współaut. 2007, STAWIARZ i DYDUCH 2014, VAN DER STEEN 2016), jednocześnie ogranicza przemieszczanie się pyłku w środowisku (CANE i TEPEDINO 2016) i powoduje, że trudno uznać *A. mellifera* za wyjątkowo efektywnego zapylacza. Ponadto, efektywność w zbieraniu pyłku oznacza jego mniejszą podaż dla innych obecnych w środowisku konsumentów pyłku, głównie pozostałych pszczołowatych. Obliczono na przykład, że prze-

ciężna rodzina pszczoła wykorzystuje zasoby potrzebne do rozwoju stu rodzin trzmieli (WILLMER 2011), a mieszkanki czterdziestoukowej pasieki, zlokalizowanej w naturalnym ekosystemie, w ciągu 3 miesięcy są w stanie zebrać tyle pyłku, co 4 miliony pszczoł należących do gatunków dzikich (CANE i TEPEDINO 2017).

Biorąc pod uwagę jej preferencje pokarmowe, *A. mellifera* jest wybitnym supergeneralistą (MICHENER 2007), co znacznie ułatwia jej znalezienie właściwego źródła pokarmu. Obserwacje wykazują, że jest w stanie żerować na kwiatkach blisko 40.000 różnych gatunków (CRANE 1990), co stanowi około 10% wszystkich roślin kwiatowych występujących na Ziemi. Dzięki tym właściwościom pszczoła miodna, jako gatunek hodowlany, mogła także zostać bez większych przeszkód rozprzestrzeniona po całym świecie, jednak w różnym stopniu zintegrowała się z lokalnymi zespołami zapylaczy. Na podstawie analizy 80 sieci zapyleń z całego globu (opis i właściwości sieci zapyleń w JĘDRZEJEWSKA-SZMEK i ZYCH 2012) stwierdzono, że na terenach w naturalnym zasięgu pszczoły miodnej jest ona odnotowana w 89% sieci, a w lokalizacjach, gdzie została introdukowana, buduje 61% analizowanych sieci. Jednak w przypadku naturalnych i półnaturalnych ekosystemów zaledwie 5% gatunków roślin odwiedzanych jest wyłącznie przez pszczołę miodną, a w 1/3 badanych sieci i prawie połowie gatunków roślin takie odwiedziny nie były nigdy notowane (HUNG i współaut. 2018). Taka wybiórczość dotyczy także roślin uprawnych. W dużym eksperymencie przeprowadzonym na 600 polach doświadczalnych 41 różnych upraw wykazano, że we wszystkich przypadkach wzrost plonów jest skorelowany ze zwiększeniem intensywności odwiedzin dzikich owadów zapylających. Dla pszczoł miodnych takie wyniki zanotowano jednak zaledwie w 14% przypadków (GARIBALDI i współaut. 2013). Zatem, mimo szerokiej diety, trudno uznać *A. mellifera* za zapylacza uniwersalnego, a dla stabilności procesu zapylania, szczególnie w skali regionalnej, niezbędna jest wysoka różnorodność zapylaczy. Oznacza to, że skuteczne zapylanie roślin nie może być osiągnięte wyłącznie przez zwiększenie liczby rodzin pszczoły miodnej czy innych hodowlanych owadów. Dobrze pokazuje to eksperyment przeprowadzony dla trzech roślin uprawnych: borówki amerykańskiej, żurawiny i melonów, który wykazał, że aby na poziomie pojedynczego gospodarstwa osiągnąć 50% skuteczność zapylania potrzeba zaledwie 5,5 gatunków pszczoł. Natomiast, aby osiągnąć tę samą skuteczność na poziomie całego regionu, niezbędna jest już 10 razy

większa różnorodność zapylaczy (WINFREE i współaut. 2018).

### ILOŚĆ NIE PRZECHODZI W JAKOŚĆ

Sposób, w jaki pszczoła miodna transportuje pyłek do ula, nie jest unikatowy. Tę samą metodę wykorzystują też robotnice trzmieli. Badania wykazują jednak, że na powierzchni ciała trzmieli pozostaje więcej pyłku niż u *A. mellifera*, co pozwala na skuteczniejsze dostarczanie go na znamię słupka (WILSON i THOMSON 1991). Pozbawionymi tego typu behawioru są np. pszczoły samotne. Zbierając suchy pyłek na silnie owłosionym spodzie ciała, samotnice mogą być jednymi z najskuteczniejszych owadów wektorów pyłku (CANE i TEPEDINO 2016). Potwierdzają to badania porównujące ładunki pyłkowe przenoszone na ciałach różnych owadów odwiedzających np. kwiaty wielosiłu błękitnego (*Polemonium caeruleum*). Pojedyncze osobniki samotnic przenosiły na swoich ciałach około 8-10 razy więcej ziaren pyłku niż robotnice pszczoły miodnej i trzmieli (ZYCH i współaut. 2013). Ta zależność odnosi się także do roślin uprawnych. Badania prowadzone w uprawach jabłoniowych wykazały, że pojedyncza samica murarki (*Osmia cornuta*) wykonuje pracę setek pszczół miodnych, a zaledwie 530 tych owadów wystarcza do skutecznego zapylenia hektara sadu (VICENS i BOSCH 2000). W przypadku upraw sadowniczych istotne jest także to, że w początku sezonu wegetacyjnego temperatura jest na tyle niska, że pszczoły miodne często nie opuszczają ula, natomiast rolę zapylaczy spełniają np. trzmiele, które potrafią żerować nawet w temperaturze zbliżonej do 0°C (WILLMER 2011).

### KONKURENCYJNY DŁUGODYSTANSOWIEC

W związku z tym, że wprowadzanie hodowlanej pszczoły miodnej odbywa się zwykle na dużą skalę (rzadko są to pojedyncze rodziny), owad ten staje się w środowisku dominujący liczebnie, co nie pozostaje bez wpływu na inne składniki ekosystemu. Analiza dostępnych danych wskazuje, że efekty obecności hodowlanych rodzin *A. mellifera* można rozpatrywać co najmniej w trzech aspektach: (1) zmian w składzie zbiorowisk roślinnych, (2) konkurencji o zasoby z dzikimi zapylaczami oraz (3) transmisji patogenów (MALLINGER i współaut. 2017).

W pierwszym aspekcie jest to związane z preferencjami pszczoły miodnej w stosunku do określonych roślin pokarmowych. W kontekście ekosystemowym może to np. łagodzić skutki ograniczonej produkcji pyłku przez

pewne gatunki roślin, co oznacza zwiększoną reprodukcję (MALLINGER i współaut. 2017). Zmiany takie mogą być jednak także niekorzystne, jeżeli preferowaną rośliną jest gatunek inwazyjny, a odwiedziny pszczoły miodnej przyczynią się do znaczącego wzrostu liczby wiązanych przez niego nasion. Wykazali to np. GOULSON i DERWENT (2004) w badaniach przeprowadzonych w Australii na inwazyjnej tam lantanie pospolitej (*Lantana camara*). Analiza wyników 47 dostępnych prac naukowych wykazała, że efekty działalności *A. mellifera* były negatywne lub pozytywne (po 28% przypadków) w równej proporcji (MALLINGER i współaut. 2017). Dla niektórych gatunków uprawnych wskazywano wzrost plonu w obecności pszczoły miodnej, np. dla rzepaku (SABBAHI i współaut. 2005), ale autorzy wykazują również negatywny wpływ obecności *A. mellifera* na wielkość zbiorów, jak np. MACINNIS i FORREST (2019) u truskawki. Mimo że pszczoła miodna często bywa najliczniejszym z gości kwiatowych, nie oznacza to, że będzie najefektywniejszym zapylaczem (ASLAN i współaut. 2016).

Brak jakichkolwiek pozytywnych skutków obecności pszczoły miodnej notowano w przypadku interakcji z innymi zapylaczami, skutki negatywne obserwowano za to w aż 53% badań (47% to brak wyraźnego efektu lub efekty mieszane) (MALLINGER i współaut. 2017). Oznacza to, że *A. mellifera* jest dla dzikich owadów zapylających z reguły silnym konkurentem pokarmowym, eksploatującym dostępne zasoby kwiatowe (DUPONT i współaut. 2004). Zubożenie bazy pokarmowej w mocno pofragmentowanym środowisku zmusza lokalne gatunki do dalszych lotów w poszukiwaniu pożywienia (PAINI 2004). Długotrwałe niedożywienie może doprowadzić do lokalnej ekstynkcji rodzimych zapylaczy, choć zanim do tego dojdzie, populacja wystawiona na stres może ulec wewnętrznym zmianom, takim jak np. zmniejszenie wielkości robotnic u trzmieli (prawdopodobną przyczyną tego zjawiska jest niewystarczająca ilość pożywienia w fazie larwalnej). To z kolei rodzi reakcję łańcuchową – mniejsze robotnice zbierają mniej pożytku, co prowadzi do jeszcze silniejszego niedożywienia (GOULSON i SPARROW 2009). Negatywny wpływ pszczoły miodnej jest najsilniej widoczny w przypadku samotnych pszczołowatych (LINDSTRÖM i współaut. 2016), choć może być łagodzony przez środowisko bardzo zasobne pokarmowo i heterogenne (HERBERTSSON i współaut. 2016). Warto podkreślić, że intensywne pszczelarstwo nie służy także samym pszczelarzom, ponieważ rodziny konkurują także wzajemnie ze sobą, co skutkuje słabszą produkcją miodu (HENRY i RODET 2018).

Zdecydowaną przewagę negatywnych skutków (70% zbadanych przypadków) obecności pszczoły miodnej obserwuje się w związku z transmisją patogenów (MALLINGER i współaut. 2017). Przykładowo, co najmniej 12 gatunków wirusów opisanych dla *A. mellifera* notowanych jest obecnie także u dzikich pszczołowatych, zarówno trzmieli, jak i pszczoł samotnic (TEHEL i współaut. 2016). Do infekcji może dojść nawet wówczas, gdy chory i zdrowy owad nie miały ze sobą kontaktu fizycznego, wystarczy bowiem, że odwiedziły ten sam kwiat (FÜRST i współaut. 2014, GRAYSTOCK i współaut. 2015). Oczywiście nie oznacza to, że zakażenia odbywają się wyłącznie przez transfer patogenów od *A. mellifera* do dzikich gatunków (możliwe i obserwowane są sytuacje odwrotne), ale to niewątpliwie ciągle przemieszczanie rodzin pszczelich jest źródłem szybkiego rozprzestrzeniania się chorób i pasożytów (także na skalę regionalną i globalną), ponieważ gatunki dzikich zapylaczy są z reguły osiadłe.

## PODSUMOWANIE

Należy stanowczo stwierdzić, że rozwój pszczelarstwa nie może być metodą na ograniczenie globalnego kryzysu zapyleń, a zwiększanie liczby rodzin pszczelich nie jest odpowiedzią na spadek różnorodności zapylaczy (OLLERTON i współaut. 2012, ASLAN i współaut. 2016, COLLA i MACIVOR 2017, GELDMANN i GONZÁLEZ-VARO 2018). Prowadząc różnorodne działania o charakterze konserwatorskim i edukacyjnym należy pamiętać, że hodowlana pszczoła miodna może w pewnych sytuacjach negatywnie wpływać na różnorodność i zagęszczenie dzikich zapylaczy oraz rodzimych gatunków roślin. Zatem, stosując zasadę przezorności, powinno się np. unikać zakładania pasiek na takich terenach chronionych, jak rezerwaty i parki narodowe (ASLAN i współaut. 2016, GELDMANN i GONZÁLEZ-VARO 2018). Oczywiście w miejscach, gdzie lokalne zespoły zapylaczy zostały już poważnie uszczuplone albo mamy do czynienia z ogromnymi monokulturami nie dającymi szansy utrzymania dzikich gatunków zwierząt, zastosowanie hodowlanej pszczoły miodnej może jednak być jedyną dostępną opcją poprawienia plonowania upraw. Bezwzględnie należy jednak pamiętać, że dla stabilności produkcji żywności kluczowa jest różnorodność zwierząt zapylających. Nasza perspektywa powinna być jednak szersza i obejmować także dzikie elementy flory, które w większości nie mogą obejść się bez rodzimych zapylaczy.

Aby zatem zrównoważyć potrzeby ochrony bioróżnorodności bezpieczeństwa żywnościowego i interesy pszczelarzy niezbędny

jest mądry kompromis, oparty na rzetelnych danych naukowych, który może przynieść korzyści zapylaczom zarówno dzikim, jak i hodowlanym (KLEJN i współaut. 2018).

## Streszczenie

Zapylanie kwiatów jest jednym z kluczowych procesów gwarantujących reprodukcję roślin kwiatowych, a przez to stabilność ekosystemów lądowych. Biorąc pod uwagę pogłębiający się kryzys zapyleń oraz spadek bioróżnorodności wśród owadów, powinniśmy przyjrzeć się ich przyczynom i okolicznościom. Niestety, są one na ogół rozpatrywane jedynie w kontekście wymierania rodzin pszczoły miodnej (*Apis mellifera*), będącej jednym z blisko 20.000 gatunków pszczoł na świecie. Uważana za jednego z najlepszych zapylaczy dla wielu gatunków, pszczoła miodna jest jednak w rzeczywistości owadem o niejednoznacznej roli ekosystemowej. Badania wskazują na jej wysoką konkurencyjność w stosunku do dzikich gatunków zapylaczy, które mogą być niezwykle efektywnymi wektorami pyłku. Bazując na współczesnej wiedzy należy stanowczo stwierdzić, że propagowanie pszczelarstwa nie może być jedyną metodą na ograniczenie globalnego kryzysu zapyleń, a zwiększanie liczby rodzin pszczelich nie jest odpowiedzią na spadek bioróżnorodności. Aby zatem zrównoważyć potrzeby ochrony bioróżnorodności, bezpieczeństwa żywnościowego i interesy pszczelarzy, niezbędny jest mądry kompromis, oparty na rzetelnych danych naukowych.

## LITERATURA

- ASLAN C. E., LIANG C. T., GALINDO B., HILL K., TOPETE W., 2016. *The role of honey bees as pollinators in natural areas*. Nat. Areas J. 36, 478-488.
- BRODSCHNEIDER R., CRAILSHEIM K., 2010. *Nutrition and health in honey bees*. Apidologie 41, 278-294.
- CANE J. H., TEPEDINO V. J., 2016. *Gauging the effect of honey bee pollen collection on native bee communities*. Conserv. Lett. 10, 205-210.
- COLLA S. R., MACIVOR J. S., 2017. *Questioning public perception, conservation policy, and recovery actions for honeybees in North America*. Conserv. Biol. 31, 1202-1204.
- CRANE E., 1990. *Bees and beekeeping*. Cornell University Press.
- DUPONT Y. L., HANSEN D. M., VALIDO A., OLESEN J. M., 2004. *Impact of introduced honey bees on native pollination interactions of the endemic *Echium wildpretii* (Boraginaceae) on Tenerife, Canary Islands*. Conserv. Biol. 118, 301-311.
- FÜRST M. A., MCMAHON D. P., OSBORNE J. L., PAXTON R. J., BROWN M. J. F., 2014. *Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators*. Nature 506, 364-366.
- GALLAI N., SALLES J. M., SETTELE J., VAISSIÈRE B. E., 2009. *Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline*. Ecol. Econ. 68, 810-821.
- GARIBALDI L. A., STEFFAN-DEWENTER I., WINFREE R., AIZEN M. A., BOMMARCO R., CUNNINGHAM S. A., KREMEN C., CARVALHEIRO L. G., HARDER L. D., AFIK O., BARTOMEUS I., BENJAMIN F. i współaut., 2013. *Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance*. Science 339, 1608-1611.
- GELDMANN J., GONZÁLEZ-VARO J. P., 2018. *Response – “Bee conservation: Key role of man-*

- aged bees" and "Bee conservation: Inclusive solutions". *Science* 360, 390-390.
- GESLIN B., GAUZENS B., BAUDE M., DAJOZ I., FONTAINE C., HENRY M., ROPARS L., ROLLIN O., THEBAULT E., VEREECKEN N. J., 2017. *Massively introduced managed species and their consequences for plant-pollinator interactions*. [W:] *Networks of invasion: empirical evidence and case studies*. Adv. Ecol. Res. 57. Elsevier Academic Press Inc, San Diego, 147-199.
- GOULSON D., DERWENT L. C., 2004. *Synergistic interactions between an exotic honeybee and an exotic weed: pollination of Lantana camara in Australia*. *Weed Res.* 44, 195-202.
- GOULSON D., SPARROW K. R., 2009. *Evidence for competition between honeybees and bumblebees; effects on bumblebee worker size*. *J. Insect Conserv.* 13, 177-181.
- GRAYSTOCK P., GOULSON D., HUGHES W. O. H., 2015. *Parasites in bloom: flowers aid dispersal and transmission of pollinator parasites within and between bee species*. *Proc. Royal Soc. B, Biol. Sci.* 282, doi: 10.1098/rspb.2015.1371.
- HAN F., WALLBERG A., WEBSTER M. T., 2012. *From where did the Western honeybee (Apis mellifera) originate?* *Ecol. Evol.* 2, 1949-1957.
- HENRY M., RODET G., 2018. *Controlling the impact of the managed honeybee on wild bees in protected areas*. *Scient. Rep.* 8, 9308.
- HERBERTSSON L., LINDSTRÖM S.A.M., RUNDLÖF M., BOMMARCO R., SMITH H.G., 2016. *Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context*. *Basic Appl. Ecol.* 17, 609-616.
- HUNG K.-L. J., KINGSTON J. M., ALBRECHT M., HOLWAY D. A., KOHN J. R., 2018. *The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats*. *Proc. Royal Soc. B, Biol. Sci.* 285, doi: 10.3375/043.036.0414.
- JĘDRZEJSKA-SZMEK K., ZYCH M., 2012. *Zapłata ni w sieci (mutualistycznej)*. *Kosmos*, 61, 517-527.
- KLEIJN D., BIESMEIJER K., DUPONT Y. L., NIELSEN A., POTTS S. G., SETTELE J., 2018. *Bee conservation: Inclusive solutions*. *Science* 360, 389-390.
- KLEIN A. M., VAISSIERE B. E., CANE J. H., STEFFAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S. A., KREMEN C., TSCHARNTKE T., 2007. *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops*. *Proc. Royal Soc. B, Biol. Sci.* 274, 303-313.
- KOHL P. L., RUTSCHMANN B., 2018. *The neglected bee trees: European beech forests as a home for feral honey bee colonies*. *PeerJ* 6, e4602.
- LINDSTRÖM S.A.M., HERBERTSSON L., RUNDLÖF M., BOMMARCO R., SMITH H.G. i współaut., 2016. *Experimental evidence that honeybees depress wild insect densities in a flowering crop*. *Proc. Royal Soc. B* 283, 20161641.
- MACINNIS G., FORREST J. R. K., 2019. *Pollination by wild bees yields larger strawberries than pollination by honey bees*. *J. Appl. Ecol.* doi: org/10.1111/1365-2664.13344.
- MALLINGER R. E., GAINES-DAY H. R., GRATTON C., 2017. *Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature*. *PLoS One* 12, e0189268.
- MICHENER D. C., 2007. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press.
- MORITZ R. F. A., HÄRTEL S., NEUMANN P., 2005. *Global invasions of the western honeybee (Apis mellifera) and the consequences for biodiversity*. *Écoscience* 12, 289-301.
- OKADA R., AKAMATSU T., IWATA K., IKENO H., KIMURA T., OHASHI M., AONUMA H., ITO E., 2012. *Waggle dance effect: dancing in autumn reduces the mass loss of a honeybee colony*. *J. Exp. Biol.* 215, 1633-1641.
- OLEKSA A., GAWRONSKI R., TOFILSKI A., 2013a. *Rural avenues as a refuge for feral honey bee population*. *J. Insect Conserv.* 17, 465-472.
- OLEKSA A., WILDE J., TOFILSKI A., CHYBICKI I. J., 2013b. *Partial reproduction isolation between European subspecies of honey bees*. *Apidologie* 44, 611-619.
- OLLERTON J., 2017. *Pollinator diversity: distribution, ecological function and conservation*. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 48, 353-376.
- OLLERTON J., WINFREE R., TARRANT S., 2011. *How many flowering plants are pollinated by animals?* *Oikos* 120, 321-326.
- OLLERTON J., PRICE V., AMBRUSTER W. S., MEMMOTT J., WATTS S., WASER N. M., TOTLAND O., GOULSON D., ALARCON R., STOUT J. C., TARRANT S., 2012. *Overplaying the role of honey bees as pollinators: A comment on Aebi and Naumann (2011)*. *Trends Ecol. Evol.* 27, 141-142.
- PAINI D. R., 2004. *Impact of the introduced honey bee (Apis mellifera)(Hymenoptera:Apidae) on native bees: A review*. *Austral Ecol.* 29, 399-407.
- PARKER A. J., TRAN J. L., ISON J. L., BAI J. D. K., WEIS A. E., THOMSON J. D., 2015. *Pollen packing affects the function of pollen on corbiculate bees but not non-corbiculate bees*. *Arthropod Plant Interact.* 9,197-203.
- PERNAL S. F., CURRIE R. W., 2001. *The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (Apis mellifera L.)*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 51, 53-68.
- POTTS S. G., BIESMEIJER J. C., KREMEN C., NEUMANN P., SCHWEIGER O., KUNIN W. E., 2010. *Global pollinator declines: trends, impacts and drivers*. *Trends Ecol. Evol.* 25, 345-353.
- SABBAHI R., DE OLIVEIRA D., MARCEAU J., 2005. *Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Crucifera: Brassicaceae)*. *J. Econ. Entomol.* 98, 367-372.
- STAWIARZ E., DYDUCH J., 2014. *Zastosowanie produktów pszczelich pochodzenia roślinnego w apiterapii*. *Episteme* 25, 111-127.
- TEHEL A., BROWN M. J. F., PAXTON R. J., 2016. *Impact of managed honey bee viruses on wild bees*. *Curr. Opin. Virol.* 19, 16-22.
- VAN DER STEEN J. J. M., 2016. *BEEHOLD The colony of the honeybee (Apis mellifera L.) as a bio-sampler for pollutants and plant pathogens*. Rozprawa doktorska. Wageningen University, Wageningen, NL.
- VICENS N., BOSCH J., 2000. *Pollinating efficacy of Osmia cornuta and Apis mellifera (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on 'Red delicious' apple*. *Environ. Entomol.* 29, 235-240.
- WESTERKAMP C., 1991. *Systematics and evolution honeybees are poor pollinators - why?* *Plant System. Evol.* 177, 71-75.
- WILLMER P., 2011. *Pollination and Floral Ecology*. Princeton University Press.
- WILSON P., THOMSON J. D., 1991. *Heterogeneity among floral visitors leads to discordance between removal and deposition of pollen*. *Ecology* 72, 1503-1507.
- WINFREE R., REILLY J. R., BARTOMEUS I., CARIVEAU D. P., WILLIAMS N. M., GIBBS J., 2018. *Species turnover promotes the importance of bee diversity for crop pollination at regional scales*. *Science* 359, 791-793.
- YOUNG H. J., DUNNING D. W., VON HASSELN K. W., 2007. *Foraging behavior affects pollen re-*

- moval and deposition in *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). *Am. J. Bot.* 94, 1267-1271.
- ZYCH M., STPICZYŃSKA M., ROGUZ K., 2013. Reproductive biology of the Red List species *Polemonium caeruleum* (Polemoniaceae). *Bot. J. Linnean Soc.* 173, 92-107.
- ZYCH M., DENISOW B., GAJDA A., KILJANEK T., KRAMARZ P., SZENTGYÖRGYI H., 2018. *Narodowa Strategia Ochrony Owadów Zapylających*. Fundacja Greenpeace Polska, Warszawa.

**KOSMOS Vol. 68, 4, 591-597, 2019**

ANNA SZACILŁO, MATEUSZ SKŁODOWSKI, MARCIN ZYCH

*University of Warsaw, Faculty of Biology, Botanic Garden, 4 Aleje Ujazdowskie Str., 00-478 Warszawa,  
E-mail: a.szacillo@biol.uw.edu.pl*

THE POLLINATION CRISIS AND THE HONEYBEE – CURE FOR ALL EVIL OR NOT NECESSARILY?

#### Summary

Pollination is one of key processes that guarantee flowering plants reproductive success and stability of terrestrial ecosystems. Considering growing of the pollination crisis and the documented decline in insect biodiversity, we should look at their causes and circumstances. The problem of pollination crisis, unfortunately, is usually only considered in terms of extinction of honeybee families (*Apis mellifera*), which is one of nearly 20.000 bee species worldwide. Widely regarded as one of the best pollinators for many plant species, it has, in fact, ambiguous role in ecosystems. For instance, numerous studies have indicated its strong competition with local pollinators, which are extremely effective pollen vectors. Based on current knowledge it is important to understand that promoting bee-keeping cannot be the only method of limiting the pollination crisis, and increasing the number of honeybee families is not an effective response to biodiversity decline. Therefore, to balance the needs of biodiversity conservation, food safety and beekeepers' businesses, finding a smart compromise, based on reliable science data, is necessary.

Key words: Apidae, *Apis mellifera*