

Cicha pandemia pszczół

Hanna Loika

Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii

e-mail: h.loika.564@studms.ug.edu.pl

Tutorka: dr hab. Agnieszka Kowalkowska, prof. UG

Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Cytologii i Embriologii Roślin

Słowa kluczowe – wymieranie pszczół, pestycydy, zmiany klimatu, choroby pszczół

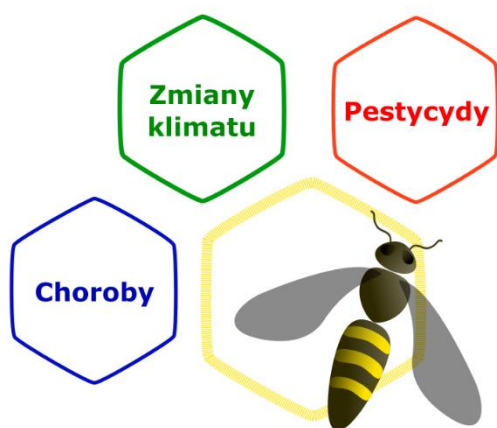
Abstrakt

Wiele upraw roślin zależy od zapylania. W czasie stale rosnącego zapotrzebowania na pożywienie, kontrola tych upraw staje się ważną częścią zapobiegania głodowi. Pszczoła miodna (*Apis mellifera* Linnaeus) jest gatunkiem odgrywającym kluczową rolę w zapylaniu kwiatów w Europie i Ameryce Północnej. Obserwuje się jednak znaczący spadek populacji pszczół na tych terenach w ciągu ostatnich dziesięcioleci. Początek zanikania populacji tych owadów często kojarzy się z wprowadzeniem pestycydów do rolnictwa, ale istnieją też inne istotne czynniki, które potęgują to zjawisko, takie jak np. choroby pasożytnicze, grzybicze, przykładowo – zespół masowego giniecia pszczoły miodnej (CCD), a także zmiany klimatu. Wydaje się mało prawdopodobne całkowite wymarcie pszczół, ale synergiczne działanie wielu czynników może doprowadzić do lokalnego spadku, a nawet zaniku wielu populacji, czego efektem mogą być zaburzenia w funkcjonowaniu ekosystemów.

Wstęp

Większość gatunków w uprawach rolnych oraz dziko rosnących roślin zależy od zapylania ich kwiatów (Potts i in., 2010). Wśród dużej liczby owadów zapylających, *Apis mellifera*, pszczoła miodna, odgrywa kluczową rolę w zapylaniu wielu roślin: warzyw (np. papryki, marchwi), roślin uprawnych (np. rzepaku) oraz ziół (Neov i in., 2019; National Research Council, 2007), a także owoców (np. truskawki, brzoskwini). Martwimy się bardziej o zagrożenia dotyczące bezpośrednio naszego gatunku, ale w tym samym czasie inne populacje przeżywają swoje kryzysy. Pszczoły przeżywają swoją własną pandemię, spowodowaną w głównej mierze działalnością człowieka, która rozprzestrzeniła się na cały świat i może w poważny sposób wpłynąć na naszą przyszłość (Ryc. 1). Głównym celem naszej pracy jest przybliżenie przyczyn zmniejszania populacji pszczoły miodnej oraz wynikających z nich konsekwencji.

Przyczyny wymierania pszczół



Ryc. 1. Przyczyny wymierania pszczół miodnych

I. Pestycydy

Jedną z głównych przyczyn masowego wymierania pszczół miodnych jest stosowanie pestycydów. Są to naturalne lub syntetyczne substancje używane do zwalczania organizmów szkodliwych lub niepożądanych, stosowane głównie do ochrony roślin uprawnych, lasów, zbiorników wodnych, ale także zwierząt, ludzi, produktów żywnościowych itd. Pestycydy są powszechnie używanym środkiem w uprawie, gwarantując obfite zbiory, które są konieczne w uniknięciu głodu dla stale wzrastającej populacji ludzkiej. Jednakże, stosowanie pestycydów negatywnie wpływa na życie owadów zapylających, a również prowadzi do wymierania całych ich kolonii, w tym również *Apis mellifera*.

Pestycydy można podzielić biorąc pod uwagę ich docelowe działanie. Zoocydy są przeznaczone do zwalczania szkodników, np. owadów - insektycydy (substancje owadobójcze). Najszerzej stosowane są fipronil (z grupy fenylopirazoli) i neonikotynoidy, które wykazują wysoką toksyczność wobec bezkręgowców (Gunasekara i in., 2007). Efekt działania neonikotynoidów na układ nerwowy pszczoły można porównać do wpływu nikotyny na mózg ludzki. Zaobserwować można też nietypowe zachowania wśród pszczół, takie jak: brak możliwości rozpoznawania pszczół należących do jednej kolonii,

niekontrolowane drżenie lub problemy z cofaniem języczków (Wenzel, 2015).

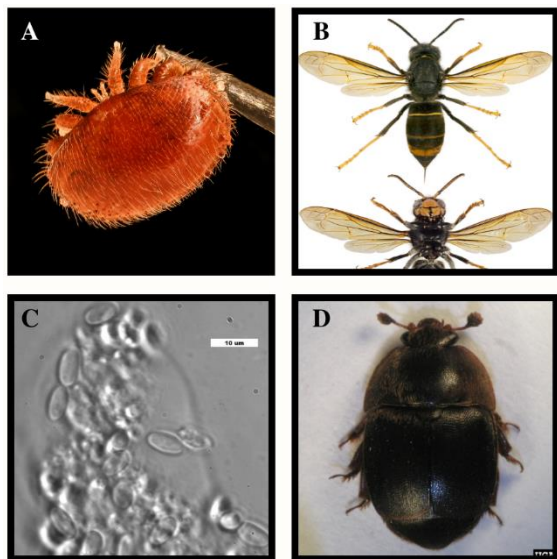
Podsumowując, w dzisiejszych czasach stosowanie pestycydów jest nieuniknione. Jednak powinniśmy spróbować znaleźć rozwiązanie najkorzystniejsze dla nas – ludzi, jak i dla innych zwierząt, np. zamiast stosowania chemicznych środków do zwalczania szkodników można wprowadzić pasożytoide niszczące szkodniki roślin – Braconidae i Ichneumonidae.

II. Choroby pszczół

Choroby pasożytnicze, grzybicze, bakteryjne i wirusowe są kolejnym czynnikiem przyczyniającym się do masowego wymierania pszczół. Pszczoły, które są narażone na agrochemikalia, są jednocześnie bardziej podatne na nowe pasożyty (Goulson i in., 2015). W ciągu tysięcy ewolucji, populacje pszczół wykształciły oporność na patogeny, na które były narażone w swoich siedliskach. To pozwalało zachowywać zachorowalność i przeżywalność w granicach normy. Natomiast obecnie, populacje przeniesione do nowych warunków często są atakowane przez nowe dla nich organizmy chorobotwórcze. Społeczno-ekonomiczne czynniki, takie jak handel produktami spożywczymi, modernizacja upraw oraz przemieszczanie kolonii pszczół, sprzyjają przenoszeniu organizmów chorobotwórczych, a nawet drapieżników. Na przykład, choroby pszczół często są przenoszone wraz z komercyjną sprzedażą kolonii trzmieli, wykorzystywanych do zapylania pomidorów szklarniowych (Goulson i in., 2015, Sánchez-Bayo i in., 2019).

Najbardziej znanym przykładem choroby wywołanej gatunkiem inwazyjnym jest ta wywołana przez pasożytniczego roztocza *Varroa destructor* (Ryc. 2A). *V. destructor* był pierwotnie notowany w Azji u pszczoły wschodniej *Apis cerana*, następnie po przeniesieniu do Europy zaatakował nieodporną na niego pszczołę miodną *Apis mellifera*, a z czasem rozprzestrzenił się dalej do Ameryki i Nowej Zelandii (Goulson i in., 2015).

Choroba przez niego wywoływana nazywa się warrozą i dotyka zarówno pszczoły dorosłe, jak i czerwie (Ptaszyńska, 2020). *V. destructor* uważany jest za główną przyczynę śmierci pszczół w Ameryce Północnej (Nazzi i in., 2012). Jest wektorem niektórych patogenów, np. DWV (*deformed wing virus*, wirus zdeformowanych skrzydeł) (Rosenkranz i in., 2010, Nazzi i in., 2012; i literatura tam cytowana).



Ryc. 2. A. *Varroa destructor* (autor: USGS Bee Inventory and Monitoring Lab, Beltsville, Maryland, USA); B. *Vespa velutina nigritorax* (autor: Museum de Toulouse); C. *Nosema ceranae* [2]; D. *Aethina tumida* (autor: James D. Ellis)

Warto też wspomnieć o kolejnym, allochtonicznym (= nierodzimym) i inwazyjnym gatunku przyczyniającym się do wyginięcia pszczoły miodnej. Tak, jak i *Varroa destructor*, został on przypadkowo przywieziony z Azji do krajów Europy. Jest to drapieżnik, którego co najmniej jedną trzecią diety stanowią pszczoły - *Vespa velutina* (szerszeń żółtonogi) (Ryc. 2B), choć dokładnie nie jest znany jego wpływ na zmniejszenie populacji *Apis mellifera* (Monceau i in., 2014).

Kolejnym przykładem chorób inwazyjnych jest nosemoza. Jest to choroba wywołana przez grzyby z grupy Microsporidia, z rodzaju *Nosema*. Początkowo *Apis mellifera* była atakowana wyłącznie przez *Nosema*

apis (Ptaszyńska, 2020). Natomiast groźniejszy gatunek *Nosema ceranae* (Ryc. 2C), tak jak w przypadku *Varroa destructor*, został przywieziony do Europy razem z *Apis cerana*. Oba gatunki infekują tkankę nabłonkową jelita środkowego (*ventriculus epithelium*) dorosłych pszczół, co powoduje obrzęk odwłoka. Namnożenie pasożytów i uszkodzenie komórek prowadzi do ograniczonego wchłaniania składników odżywczych, zwiększonych potrzeb energetycznych oraz zmniejszenie liczby czerwi (Liu i in., 2008; za: Ptaszyńska i in., 2012; Fries, 2010; za: Ptaszyńska i in., 2012).

Następnym inwazyjnym gatunkiem, tym razem z Afryki, jest chrząszcz z rodziny Nitidulidae - *Aethina tumida* (Ryc. 2D), zwany żuczkiem ulowym. Zapach kolonii pszczół i pszczele feromony wabią samice *A. tumida*, które składają jaja w ulach bezpośrednio na pyłku lub na czerwiu, jeśli nie przeszkadzają im robotnice pszczół. Z jaj wylęgają się kremowo-białe larwy, które migrują o zmierzchu do gleby w celu przepoczwarczenia (przeobrażenia larwy w poczwarkę). Ten proces trwa od 8 dni do 2 miesięcy. Chrząszcze te spędzają $\frac{3}{4}$ swojego rozwoju w glebie (Cuthbertson i in., 2013; i literatura tam cytowana). Z powodu takiego cyklu, pszczoły nie są w stanie obronić się przed chrząszczami i „zaatakowana” pszczela rodzina zanika.

Zespół masowego ginięcia pszczoły miodnej (CCD, z ang. *Colony Collapse Disorder*) jest zespołem chorobowym, w wyniku którego robotnice wymierają masowo. Pozostaje królowa, dużo pożywienia oraz kilka pszczół opiekujących się czerwiem [1]. Przyczyn CCD jest wiele, ale trudno określić, które z nich wskazują na możliwość wystąpienia choroby (Oldroyd, 2007). VanEngelsdorp i in. (2009) zbadali 61 zmiennych, włączając fizjologię dorosłych pszczół, obciążenia patogenami i poziom pestycydów. Żaden pomiar nie okazał się odpowiedzialnym za wywołanie CCD. Co ciekawe, pszczoły w koloniach CCD były jednocześnie zakażone większą

liczbą patogenów niż populacje kontrolne, co sugeruje albo zwiększoną ekspozycję na patogeny, albo zmniejszoną odporność pszczół na nie. Ponadto poziomy syntetycznego akarycydu - kumafos (stosowanego przez pszczelarzy do zwalczania pasożytniczego roztocza *Varroa destructor*) były wyższe w koloniach kontrolnych niż w koloniach dotkniętych CCD.

Reasumując, jeśli choroby występują pojedynczo, to nie stanowią znaczącego zagrożenia dla populacji pszczół. Mogą powodować roczne straty rodzin, ale są kontrolowane przez naturalną odporność i opiekę pszczelarzy.

III. Zmiany klimatu i wpływ człowieka

Globalna zmiana klimatu według definicji Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*) jest definiowana jako „zmiana stanu i właściwości klimatu, które utrzymują się przez dłuższy okres czasu, dekady lub dłużej. Odnosi się to do wszelkich zmian klimatycznych w czasie, czy to w wyniku naturalnych zmian czy w wyniku działalności człowieka” [3].

Zmiany klimatu mogą wpływać na *Apis mellifera* na różnych poziomach, zarówno pozytywnie, jak i negatywnie. Zaobserwowano wpływ na zachowanie i fizjologię pszczół, a także na zmianę jakościową kwiatów otaczającej roślinności, co skutkowało

zmniejszeniem lub zwiększeniem kolonii *A. mellifera* (Ryc. 3A-B) (Le Conte i Navajas, 2008).

Nasilenie chłodu wiosną czasami doprowadza do głodu w kolonii pszczół. Dzieje się tak, gdy z nastaniem wiosny królowa składa jaja. Kolonia rozwija się. Następuje zwiększenie liczby pszczół robotnic. Jeśli przez kilka tygodni utrzyma się niska temperatura, pszczoły nie mogą udać się na żer. Zapasy ulegają wyczerpaniu i wówczas kolonia pszczół przymiera głodem. Zdarza się to częściej u gatunków pszczół mieszańców, które rozwijają się bardzo szybko wiosną (Le Conte i Navajas, 2008). Oprócz tego na zmniejszenie rodzin pszczelich wpływają gwałtowne, sporadyczne zmiany w klimacie, takie jak powodzie, huragany czy pożary. Mogą one bezpośrednio zniszczyć ule oraz miejscową faunę, pozbawiając pszczoły pożywienia, a nawet całkowicie je zabijając (Nicholson i in., 2020).

Za ważny aspekt wpływu człowieka na populację pszczół uważa się promieniowanie elektromagnetyczne, którego źródłem są między innymi stacje oraz sygnały GSM telefonów komórkowych. Wyniki badań nad wpływem sygnału GSM na zachowanie pszczół są sprzeczne. Jedne potwierdzają negatywny wpływ na pamięć, liczbę czerwi i produktywność pszczół, natomiast inne stwierdzają brak wpływu fal elektromagnetycznych na pszczoły (Halabi i in., 2013).



Ryc. 3A. Pszczoła żerująca na akacji. Żerowanie pszczół w kwiatach akacji jest silnie zależne od klimatu. Deszcz może się zmniejszyć potencjalnie duże zbiory nektaru (autor zdjęć: Yves Le Conte; za: Le Conte i Navajas, 2008)



Ryc. 3B. Pszczoła żerująca na lawendzie. Zbiór miodu lawendowego jest nieprzewidywalny. Susza często ogranicza produkcję nektaru przez kwiaty lawendy; (autor zdjęć: Yves Le Conte; za: Le Conte i Navajas, 2008)

Kolejnym czynnikiem jest promieniowanie linii wysokiego napięcia. Gdy występują one w obszarach żerowania pszczoł, to zaburzają ich zdolności motoryczne i poznawcze oraz zmniejszają żerowanie (Shepherd i in., 2018). Narażenie na promieniowanie tego typu powoduje zwiększoną częstotliwość bicia skrzydeł, pogorszenie zdolności do uczenia się węchów oraz zmniejszoną liczbę udanych lotów na żerowanie. Pszczoły mają swój wewnętrzny system orientowania się w polu magnetycznym Ziemi, który jest zaburzany przez promieniowanie elektromagnetyczne. Efektem jest to, że pszczoły nie wracają do uli, potrzebują większych zasobów energii, czego skutkiem jest spadek liczebności pszczelich rodzin znajdujących się w pobliżu linii elektroenergetycznych (Shepherd i in., 2018).

Podsumowanie

Nie ma jednej przyczyny długotrwałego spadku liczebności populacji pszczoł. Przyczyn takich jest wiele: od stosowania pestycydów, po różnorodne choroby, do zmian klimatycznych i środowiskowych. Jedne czynniki mogą wpływać na drugie. Przykładowo, globalizacja sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób oraz wprowadzeniu inwazyjnych gatunków. Synergiczne działanie tych wszystkich czynników jest najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem zmniejszania populacji *Apis mellifera* (Sánchez-Bayo i in., 2019).

Wymieranie pszczoł grozi katastrofą ekologiczną oraz zaburzeniem wielu ekosystemów. Świadome podejście do ekologii jest szczególnie ważne. Powinniśmy dbać o zachowanie gatunków, również pszczoł miodnych. Szereg upraw zależy od zapylania kwiatów, a to oznacza, że bez owadów zapylających, jakimi są pszczoły, nastąpi odczuwalny spadek zasobów żywności, co może przyczynić się do klęski głodu.

Literatura

- Cuthbertson A.G., Wakefield M.E., Powell M.E., Marris G., Anderson H., Budge G.E., Mathers J.J., Blackburn L.F., Brown M.A., 2013. The small hive beetle *Aethina tumida*: A review of its biology and control measures. *Current Zoology*, 59, 644–653.
- Fries I., 2010. *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(1), 73–79.
- Goulson D., Nicholls E., Botías C., Rotheray E. L., 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255–1257.
- Gunasekara A., Truong T., Goh K., Spurlock F., Tjeerdema R., 2007. Environmental fate and toxicology of fipronil. *Journal of Pesticide Science*, 32, 189–199.
- Halabi N. E., Achkar R., Haidar G. A., 2013. The effect of cell phone radiations on the life cycle of honeybees. *Eurocon*, 2013, 529–536.
- Le Conte Y., Navajas M., 2008. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique*, 27(2), 485–510.
- Liu F., Wang Q., Dai P.L., Wu Y.Y., Song H.K., Zhou T., 2008. Natural stripe of Microsporidia of honeybee in China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 45, 963–966.
- Monceau, K., Bonnard, O., Thiéry, D., 2014. *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pesticide Science*, 87, 1–16.
- National Research Council. 2007. *Status of Pollinators in North America*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11761>.
- Nazzi F., Brown S.P., Annoscia D., Del Piccolo F., Di Prisco G., Varricchio P., Della Vedova G., Cattonaro F., Caprio E., Pennacchio F., 2012. Synergistic parasite-pathogen interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies. *PLOS Pathogens*, 8, e1002735.
- Neov B., Georgieva A., Shumkova R., Radoslavov G., Hristov P., 2019. Biotic and abiotic factors associated with colonies mortalities of managed honey bee (*Apis mellifera*). *Diversity*, 11(12), 237.
- Nicholson C.C., Egan P.A., 2020. Natural hazard threats to pollinators and pollination. *Global Change Biology*, 26(2), 380–391.
- Oldroyd B. P., 2007. What's killing American honey bees? *PLOS Biology*, 5(6), e168.
- Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W.E., 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353.

Ptaszyńska A.A., 2020. Insektagedon - czy pszczoły przetrwają? *Pasieka*, 5, 14.

Ptaszyńska A.A., Borsuk G., Anusiewicz M., Mulenko W., 2012. Location of *Nosema* spp. spores within the body of the honey bee. *Medycyna weterynaryjna*, 68(10), 618-621.

Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B., 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103 (1), 96-119.

Sánchez-Bayo F., Wyckhuys A.G.K., 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8-27.

Shepherd S., Lima M.A.P., Oliveira E.E. Sharkh, S.M., Jackson, C.W., Newland, P.L., 2018. Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields impair the Cognitive and Motor Abilities of Honey Bees. *Scientific Reports* 8, 7932.

vanEngelsdorp D., Evans J. D., Saegerman C., Mullin, C., Haubruge E., Nguyen B.K., Frazier M., Frazier J., Cox-Foster D., Chen Y., Underwood R., Tarpy D.R., Pettis J.S., 2009. Colony collapse disorder: a descriptive study. *PLOS One*, 4(8), e6481.

Wenzel K.W., 2016. Agricultural pesticides and honeybees. The role of neonicotinoid insecticides in bee colony death: a synopsis of recent literature, with special reference to the situation in Germany. *The Beekeepers Quarterly*, 123, 23-29.

Źródła internetowe

- [1] US EPA, OCSPP. Colony Collapse Disorder. US EPA. <https://www.epa.gov/pollinator-protection/colony-collapse-disorder> [dostęp: 31.03.2022].
- [2] WindowBee, <https://windowbee.com/> [dostęp: 16.09.2022]
- [3] Globe Project. Czym są zmiany klimatu? <https://globeproject.pl/pl/zmiany-klimatu/czym-sa-zmiany-klimatu> [dostęp: 03.04.2022].

Źródła zdjęć

Ryc. 1A. *Varroa destructor*. USGS Bee Inventory and Monitoring Lab from Beltsville, Maryland, USA, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vespa_velutina_nigrithorax_MHNT.jpg

Ryc. 1B. *Vespa velutina nigrithorax*. Muséum de Toulouse, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vespa_velutina_nigrithorax_MHNT.jpg

Ryc. 1C. *Nosema ceranae*. <https://windowbee.com/nosema-ceranae-pl-2>

Ryc. 1D. *Aethina tumida*. James D. Ellis, CC BY 3.0 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Small_hive_beetle.jpg

Notka o Autorce

Absolwentka trzeciego roku biologii medycznej I stopnia na Wydziale Biologii Uniwersytetu Gdańskiego. Esej powstał podczas ćwiczeń warsztatowych „Współczesne problemy naukowe w biologii – tutoring naukowy” w semestrze letnim 2022 r. prowadzonych przez dr hab. Agnieszkę Kowalkowską, prof. UG.

Autorka pragnie wyrazić wdzięczność Martynie Rosin i Fryderykowi Ulatowskiemu za wstępną pracę nad esejem w ramach zajęć.