

**MAŁGORZATA DŻUGAN, MICHAŁ MIŁEK, MONIKA TOMCZYK**

Zakład Chemii i Toksykologii Żywności, Instytut Technologii Żywności i Żywienia, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 1a, 35-601 Rzeszów, [mdzugan@ur.edu.pl](mailto:mdzugan@ur.edu.pl)

**GOSPODARCZE I ŚRODOWISKOWE ZNACZENIE PSZCZOŁY MIODNEJ**

*Pszczoła miodna Apis mellifera jest najważniejszym udomowionym owadem zapylającym, pełniącym kluczową rolę w całym systemie ekologicznym. Zapylanie roślin pozwala na zachowanie różnorodności biologicznej, ale przede wszystkim umożliwia produkcję w wielu sektorach rolnictwa. Jako jedyny owad, pszczoła dostarcza człowiekowi wysokiej jakości żywności, tj. miód, mleczko pszczele i pyłek, wosk, propolis i jad pszczeli, które oprócz walorów odżywczych korzystnie wpływają na kondycję organizmu. Leczenie i profilaktyka chorób z wykorzystaniem produktów pszczelich (apiterapia) zyskuje coraz większą popularność, co sprawia, że pszczelarstwo może stanowić ważne źródło dochodu na obszarach wiejskich. Jednak trzeba podkreślić, że pszczoły A. mellifera, tak jak inne zapylacze, są coraz bardziej zagrożone działalnością człowieka a ochrona tych pożytecznych owadów to zapewnienie zrównoważonej przyszłości dla ekosystemów oraz odnawiania zasobów naturalnych. W artykule dokonano przeglądu aktualnego piśmiennictwa dotyczącego znaczenia pszczół dla środowiska i człowieka, zwracając głównie uwagę na zapewnienie bioróżnorodności ekosystemów, produkcję żywności i ochronę zdrowia ludzi.*

**Słowa kluczowe:** *Apis mellifera*, zapylacze, bioróżnorodność, produkty pszczele, apiterapia, biomonitoring, retardacja

**I. WSTĘP**

Wśród zwierząt udomowionych przez człowieka pszczoły zajmują szczególne miejsce. Szacuje się, że na całym świecie jest ich około 20 000 gatunków, z czego w Polsce odnotowano występowanie około 470 gatunków [Banaszak 2004]. Jedynym gatunkiem hodowanym na szeroką skalę jest pszczoła miodna (*Apis mellifera* L.). Pszczelarstwo, a historycznie bartnictwo, jest od dawna ważnym sektorem polskiej gospodarki rolnej, mającym udział nie tylko w dostarczaniu produktów spożywczych wytwarzanych przez pszczoły, ale przede wszystkim istotnie wpływającym na inne sektory rolnictwa poprzez zapewnienie zapylania roślin uprawnych. W ostatnim czasie pszczelarstwo w Polsce przeżywa rozkwit, dane z 2023 roku wskazują, że w całym kraju utrzymywano 2,35 mln rodzin pszczelich (zarejestrowanych w Inspekcji Weterynaryjnej), przy czym w stosunku do roku poprzedniego odnotowano wzrost o 7,95% [Semkiw 2023]. W zależności od regionu kraju napszczenie (wyrażone jako liczba rodzin pszczelich na km<sup>2</sup>) jest zróżnicowane – od 3,6 rodz./km<sup>2</sup> na Podlasiu do 13,9 rodz./km<sup>2</sup> w Małopolsce. Województwo podkarpackie z liczbą 12,2 rodz./km<sup>2</sup> znajduje się na drugim miejscu [Semkiw 2023].

Pszczoły miodne tworzą społeczność zwaną rodziną pszczelą, która składa się z osobników dorosłych: pszczół robotnic (od kilku do kilkudziesięciu tysięcy), jednej matki pszczelej i występujących sezonowo trutni. Czerw (różne stadia rozwojowe: jaja, larwy i poczwarki), występuje w ulu od wczesnej wiosny do późnej jesieni [Wilde 2024]. Rodzina pszczela dostarcza produktów pozyskiwanych przez człowieka i stosowanych jako składniki żywności, a także surowce farmaceutyczne i kosmetyczne, co jest nie mniej istotne od roli pszczół w ekosystemie [Kędzia i Hołderna-Kędzia 2020].

W obliczu wielu zagrożeń dla dzikich zapylaczy, a także udomowionych pszczół ważnym aspektem są działania ochronne, pozwalające na zachowanie bioróżnorodności roślin zapylanych przez owady. Istotne są akcje informacyjne i konkretne działania w rolnictwie i ochronie środowiska. Takie działania mają znaczenie dla retardacji niekorzystnych zmian w ekosystemach skutkujących spadkiem bioróżnorodności i liczebności pszczół.

Celem pracy było zebranie i usystematyzowanie wiedzy na temat roli pszczoły miodnej w ekosystemach oraz gospodarce. Zaznaczono także działania niezbędne dla ratowania bioróżnorodności pszczół.

## **II. MATERIAŁY I METODY**

Dokonano przeglądu dostępnej literatury, a następnie podsumowano informacje dotyczące gospodarczego i środowiskowego znaczenia pszczoły miodnej, ze szczególnym uwzględnieniem badań własnych nad wykorzystaniem produktów pszczelich w biomonitoringu środowiska oraz profilaktyce i leczeniu chorób.

## **III. PSZCZOŁA MIODNA JAKO ZAPYLACZ**

Świat roślin jest nieodłącznie powiązany i zależny od świata owadów. Z jednej strony owady korzystają z organów roślinnych a także pyłku i nektaru jako źródła pożywienia, z drugiej - wegetacja wielu roślin jest ściśle uzależniona od owadów. Wśród mechanizmów zapobiegających samozapyleniu kluczową rolę odgrywa owadopylność roślin [Kołtowski 2008]. Wśród sześciu znanych typów czynników zapylających (owady, ptaki, wiatr, grawitacja, woda i ssaki) owady odgrywają obecnie zdecydowanie najważniejszą rolę w zapyłaniu [Alemlerhe i Gebremeskel 2016]. Uważa się, że odpowiadają one za 80-85% globalnego zapyłania, przy czym udział pszczół miodnych wynosi 75-80% [Kołtowski 2008, Alemlerhe i Gebremeskel 2016]. Szacuje się, że wśród roślin stanowiących rodzimą florę polski aż 78% to gatunki owadopylne, a tylko 22% jest zapyłana przy udziale wiatru [Kołtowski 2008].

Pszczoły miodne są uważane za bardzo ważne zapylacze ze względu na ich skuteczność i rozpowszechnienie. Wzajemna relacja między roślinami i pszczołami miodnymi opiera się na wymianie nektaru i pyłku. Rośliny wydzielają z nektarników bogaty w cukier nektar, który przyciąga zapylacze do kwiatów, dzięki czemu pyłek może przykleić się do ciała pszczoły i jest przenoszony na słupek następnego kwiatu [Khalifa i in. 2021]. Wśród zalet pszczół jako zapylaczy, obok ich odpowiedniej budowy morfologicznej, istotny jest fakt życia w zorganizowanym społeczeństwie rodziny pszczelej i gromadnego zimowania. Jest to szczególnie ważne dla zapyłania licznych gatunków roślin kwitnących wczesną wiosną. Co więcej, pszczoły hodowane w ulach mogą być w łatwy sposób przewożone w pobliże dużych upraw kwitnących w danym czasie [Kołtowski 2008].

Zapyłanie upraw to ostatnia szansa na zwiększenie plonów. Wszystkie środki stosowane po zapyłaniu (regulatory wzrostu, herbicydy, fungicydy lub insektycydy) są przeznaczone nie do zwiększania plonów, ale do zapobiegania stratom plonów. Ze względu na korzyści związane z optymalizacją plonów, zapyłanie przez pszczoły może odgrywać ważną rolę w utrzymaniu

zrównoważonego i dochodowego rolnictwa przy minimalnym zakłócaniu równowagi środowiskowej [Thakur 2012].

Wśród roślin uprawnych są takie, których plon jest całkowicie lub prawie całkowicie zależny od owadów. Są to m.in. gryka, lucerna, koniczyna, owoce jagodowe, owoce sadownicze, słonecznik i warzywa. Do roślin częściowo samopylnych, w przypadku których zapylenie przez pszczoły może zwiększyć plon, należą gorczyca, groch siewny, len, mak, proso, rzepak, rzepik, soja oraz wyka ozima [Boczek i Pruszyński 2015]. Znane są liczne przykłady znaczącego wzrostu plonu wybranych roślin uprawnych przy jednoczesnym zwiększeniu liczby rodzin pszczelich. Kilkoprocentowy wzrost plonów odnotowano m.in. w przypadku uprawy ogórków, żurawiny czy gruszek w USA, owoców cytrusowych, gujawy i kokosów w Indiach czy też cebuli w Egipcie [Potts i in. 2016, Khalifa i in. 2021]. Zapylenie upraw takich jak rzepak, gryka i truskawki jest zdominowane przez pszczoły miodne, co poprawia nie tylko wydajność ale także jakość plonów [Khalifa i in. 2021]. W wymierny sposób o korzyściach z zapylenia mówią dane ekonomiczne. Według cen rynkowych zapylenie przez owady zwiększa globalną produkcję upraw o dodatkowe 235-577 miliardów dolarów rocznie, przy czym największe korzyści ekonomiczne odnotowano w regionie Morza Śródziemnego, Azji Południowej i Wschodniej oraz w Europie [Potts i in. 2016, Khalifa i in. 2021]. W ostatnim czasie podkreśla się szczególnie rolę pszczoły jako zapylacza, eksperci twierdzą, że korzyści dla człowieka wynikające z zapylenia roślin przez pszczoły są wielokrotnie wyższe (wg różnych danych 10-, 30-, a nawet 100-krotnie) niż te wynikające z pozyskiwania produktów pszczelich [Kołtowski 2008].

Pszczoły zapyłają także inne rośliny, nie tylko uprawne. Zapylenie rodzimych gatunków roślin pozwala na utrzymanie i poprawę różnorodności biologicznej szaty roślinnej. Dzikie zbiorowiska roślinne a także uprawy mieszane („łąki kwietne”) są chętnie odwiedzane przez pszczoły, ale też dzikie zapylacze. Z drugiej strony niekorzystne zmiany zachodzące w środowisku, związana z intensyfikacją rolnictwa utrata bioróżnorodności agroekosystemów wpływa na spadek populacji owadów zapyłających, ze szczególnym uwzględnieniem pszczoły miodnej [Radzikowski 2018]. Środowisko rolnicze dostarcza pszczołom niewiele atrakcyjnych pożytków, coraz większy udział w strukturze zasiewów stanowią zboża a skuteczne zwalczanie roślin segetalnych ogranicza bazę pokarmową zapylaczy. Równocześnie, zwiększone zużycie nawozów mineralnych i szkodliwych dla pszczół środków ochrony roślin stanowi zagrożenie dla ich zdrowia i przeżywalności [Bąk-Badowska i in. 2021].

#### IV. PSZCZOŁA MIODNA W MONITORINGU ŚRODOWISKOWYM

Owady, a wśród nich pszczoła miodna (*A. mellifera*), są jednym z najbardziej znanych materiałów biologicznych wykorzystywanych w biomonitoringu środowiskowym, m. in. w bioindykacji metali ciężkich, pestycydów czy mikroplastików [Al Naggr i in. 2013, Burden i in. 2019, Edo i in. 2021]. Atrakcyjność pszczół jako ekologicznego biomarkera zależy od kilku właściwości, tj. duży obszar bytowania (często latają na powierzchni o średnicy 2–3 km od pasieki także w miejscach trudno dostępnych dla ludzi), wysoki wskaźnik reprodukcji, bliski kontakt z otaczającym środowiskiem (rośliny, powietrze, woda, gleba, rośliny) oraz wrażliwość na substancje toksyczne [Cunningham i in. 2022]. Ze względu na bezpośredni wpływ pszczół na skład chemiczny produktów pszczelich wykazano, że ocena narażenia pszczół na zanieczyszczenia środowiskowe może być oparta zarówno na analizie pozostałości w ciałach pszczół i/lub w produktach pszczelich.

W badaniach własnych wykazano, że organizm pszczoły działa jako biofiltr zapewniający efektywną barierę dla migracji metali ciężkich ze środowiska do miodu, dzięki czemu jest on bezpieczny dla konsumentów [Dżugan i in. 2018]. Potwierdzono także, że lokalizacja pasieki

na terenie czystym ekologicznie ogranicza stopień skażenia miodu, a migracja metali ciężkich, szczególnie kadmu, w łańcuchu pokarmowym gleba-roślina-pszczoła-miód rośnie w glebach kwaśnych ( $p < 0,05$ ) [Tomczyk i in. 2020].

## V. PSZCZOŁA MIODNA JAKO PRODUCENT ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

Hodowla pszczół jest kojarzona przede wszystkim z pozyskiwaniem miodu i innych produktów, takich jak propolis, pyłek pszczeli, pierzga, mleczko pszczele czy wosk. Pszczoła miodna, jako jedyny owad, dostarcza człowiekowi wysokiej jakości żywności o walorach prozdrowotnych. Miód, który jest podstawowym pożywieniem dla rodziny pszczelej, jest pozyskiwany przez człowieka już od najdawniejszych czasów. Podbieranie miodu dzikim pszczołom zaczęło co najmniej 8000 lat temu, natomiast początki hodowli pszczoły miodnej datuje się na 2600-2500 lat przed Chrystusem [Hirpara i in. 2023]. Pod względem chemicznym miód jest przesyconym roztworem cukrów (głównie glukozy i fruktozy), które stanowią nawet do 95% suchej masy [Bogdanov 2011]. Wśród pozostałych składników wymienić należy wodę (do 20%), składniki mineralne, białka i aminokwasy, polifenole i substancje lotne [Bogdanov 2011, Dżugan i in. 2020]. Miód można zaliczyć do żywności funkcjonalnej, która oprócz właściwości odżywczych, wykazuje korzystne właściwości prozdrowotne. Liczne badania potwierdziły m.in. działanie antyoksydacyjne, przeciwdrobnoustrojowe, przeciwzapalne, immunomodulacyjne, przeciwnowotworowe, hepato- i gastroprotekcyjne, a także efekt prebiotyczny i probiotyczny miodu [Bogdanov 2016, Dżugan i in. 2020, Hirpara i in. 2023]. Miód jest unikalnym nieprzetworzonym produktem spożywczym o wyjątkowej trwałości. Jako składnik jest stosowany w piekarnictwie, cukiernictwie, produkcji płatków śniadaniowych, produktów mlecznych, dressingów i sosów, lodów, napojów bezalkoholowych i alkoholowych, oraz wielu produktów konserwowanych [Hirpara i in. 2023]. Miód ma duże znaczenie w żywieniu człowieka, również w tak specyficznych obszarach jak żywienie dzieci, sportowców, osób cierpiących na różne schorzenia [Bogdanov 2016].

Innym produktem pozyskiwanym z hodowli pszczół jest pyłek pszczeli. Pszczoły wykorzystują pyłek roślin jako źródło białka dla rodziny. Zbierane pyłki są przynoszone do gniazda w postaci tzw. obnoży, które mogą być również pozyskiwane przez pszczelarza przy pomocy specjalnych poławiaczy [Miłek i Dżugan 2023]. W zależności od pochodzenia botanicznego i warunków klimatycznych pyłek pszczeli zawiera od 10 do 40% białka w suchej masie, ponadto zawiera szereg wolnych aminokwasów. Węglowodany stanowią przynajmniej 40% suchej masy pyłku. Ponadto, obnoża są źródłem błonnika pokarmowego oraz lipidów [Kędzia i Hołderna-Kędzia 2020, El Ghouizi i in. 2023]. Wśród związków małowcząsteczkowych wymienić należy składniki mineralne, witaminy, karotenoidy i polifenole [Kędzia i Hołderna-Kędzia, 2020, Miłek i Dżugan 2023, El Ghouizi i in. 2023]. Pyłek pszczeli wykazuje szereg korzystnych właściwości biologicznych, m.in. jest źródłem antyoksydantów, działa przeciwcukrzycowo, ochronnie względem wątroby i nerek, przeciwzapalnie [El Ghouizi i in. 2023]. Z tego powodu można go także zaliczyć do kategorii żywności funkcjonalnej. Fermentowaną postacią pyłku pszczelego jest pierzga, które cechuje się zwiększoną biodostępnością i także ma znaczące miejsce w żywieniu człowieka [Miłek i Dżugan 2023].

Wśród innowacyjnych produktów funkcjonalnych należy wymienić miody z wartością dodaną, tj. produkty powstałe poprzez wzbogacenie miodu w inne produkty pszczele, zioła lub owoce lub też skoncentrowane ekstrakty roślinne. Wprowadzenie do miodu dodatku roślinnego, oprócz kształtowania korzystniejszych właściwości sensorycznych, tj. barwy, smaku czy zapachu, znacząco zwiększa jego bioaktywność [Miłek i in. 2023]. Wciąż trwają poszukiwania takich połączeń, które będą atrakcyjne dla konsumentów, a jednocześnie będą miały wyjątkowo

silne działanie prozdrowotne i będą mogły stanowić żywność funkcjonalną, włączoną do diety. Badania naukowe objęły miody z dodatkiem innych produktów pszczelich (propolisu, pyłku, pierzgi, mlecza pszczelego) [Juszczak i in. 2016, Kowalski i Makarewicz 2017, Habryka i in. 2023] a także różnego rodzaju owoców, ziół i przypraw [Štajner i in. 2014, Wilczyńska i in. 2017, Dżugan i in. 2017, Tomczyk i in. 2020, Miłek i in. 2021, Grabek-Lejko i in. 2022]. Szczególnie interesujące jest kremowanie miodu z dodatkiem tzw. superowoców, co jak wykazano, przynosi efekt w postaci wielokrotnego wzmocnienia właściwości antyoksydacyjnych i przeciwdrobnoustrojowych produktu [Miłek i in. 2023].

## VI. APITERAPIA

Produkty pszczele są przedmiotem niesłabnącego zainteresowania wielu osób, w tym lekarzy, a także licznych ośrodków naukowych na całym świecie. Już w starożytnym Egipcie, Grecji, Rzymie czy Chinach były wykorzystywane do celów leczniczych, zwalczania bólu i przyspieszania gojenia ran, a także poprawy kondycji całego organizmu [Cherbuliez 2013]. Obecnie znajdują wykorzystanie w naturalnej terapii wielu schorzeń, a to terapeutyczne podejście nosi nazwę apiterapii. Opiera się ona na stosowaniu w leczeniu i profilaktyce chorób produktów pszczelich, tj. miód pszczeli, pyłek kwiatowy, pierzga i propolis, mleczo pszczele, jad pszczeli, wosk i powietrze ulowe, jak również produktu pozyskiwanego z żywych pszczół na określonym etapie ich rozwoju, tj. czerw trutowy [Kędzia i Hołderna-Kędzia 2020]. Może obejmować stosowanie produktów pszczelich samodzielnie lub w połączeniu z roślinami leczniczymi i ich pochodnymi (apifitoterapia) [Dżugan i in. 2020]. Terapia może być stosowana niezależnie, bądź też jako połączenie produktów pszczelich z konwencjonalnymi lekami co zazwyczaj skutkuje podawaniem niższych dawek leków, takich jak antybiotyki, chemioterapia, leki przeciwwzpalne i inne, osiągając skuteczność na poziomie samego leku, minimalizując jednocześnie skutki uboczne [Bernardino i in. 2018, Oliveira i in. 2019].

Apiterapia to rozwijająca się praktyka lekarska w wielu krajach na całym świecie, stosowana w łagodzeniu szerokiego spektrum chorób w tym nowotworów (piersi, jelita grubego, płuc, trzustki), astmy, chorób skóry, choroby Parkinsona i Alzheimerera, układu sercowo-naczyniowego i pokarmowego i wielu innych [Kędzia i Hołderna-Kędzia 2020, Weis i in. 2022, Kafle i Joshi 2023]. Skuteczność apiterapii w Polsce jest jednak poparta głównie wieloletnim stosowaniem oraz nielicznymi badaniami *in vitro* i *in vivo*, badania kliniczne potwierdzające jej skuteczność dostępne są jedynie w literaturze zagranicznej. Z tego względu jest to wciąż dziedzina nauki, która w celu wdrożenia wymaga zintensyfikowania badań, a przez swoją swoistość i kosztowność jest w Polsce ograniczana [Kędzia i Hołderna-Kędzia 2020, Weis i in. 2022]. Dodatkową przeszkodę w stosowaniu produktów pszczelich w medycynie stanowi zmienność ich składu chemicznego uwarunkowana wieloma czynnikami tj. warunki atmosferyczne, położenie geograficzne, praktyka pszczelarska czy warunki środowiskowe panujące w miejscu bytowania pszczół [Tomczyk i in. 2019]. Aktualnie wciąż brakuje metod analitycznych umożliwiających ich właściwą standaryzację.

Spośród wszystkich dostępnych produktów pszczelich szczególne działanie farmakologiczne wykazują propolis i jad pszczeli (apitoksyna). Propolis jest stosowany przez pszczoły do sterylizacji środowiska w ulu, jednocześnie odgrywając ważną rolę w odporności społecznej pszczół [Miłek i in. 2022]. W badaniach *in vitro* potwierdzono, że propolis wykazuje szerokie spektrum właściwości szczególnie przeciwbakteryjne, antybiotyczne, przeciwwirusowe, antyseptyczne i przeciwwzpalne przez co jest stosowany zwłaszcza w leczeniu zakażeń bakteryjnych, wirusowych oraz górnych i dolnych dróg oddechowych [Weis i in. 2022]. W badaniach własnych wykazano, że polski propolis

wykazuje właściwości antybakteryjne, zwłaszcza przeciwko szczepom bakterii Gram-dodatnich. Ponadto wybrane próbki polskiego propolisu były w stanie zahamować tworzenie biofilmu certyfikowanych szczepów *S. aureus* i *S. epidermidis*, co jest istotne w leczeniu rosnącej oporności na antybiotyki i zapobieganiu przewlekłym infekcjom. Po raz pierwszy za pomocą testu migracji komórek potwierdzono korzystny wpływ propolisu podkarpackiego na migrację i proliferację komórek raka piersi [Miłek i in. 2022].

Pszczoły produkują jad pszczeli stanowiący broń przed przeciwnikami, wstrzykując go za pomocą żądła w ciało rywala. W badaniach *in vitro* potwierdzono bakteriobójcze, wirusobójcze, przeciwzakrzepowe i cytostatyczne właściwości jadu pszczelego, w związku z czym wykorzystuje się go w profilaktyce i zwalczaniu chorób skóry, w chorobach układu sercowo-naczyniowego oraz w zapobieganiu powstawania guzów [Weis i in. 2022].

Jednym z najmniej przebadanych produktów pszczelich jest czerw trutowy długo uznawany za odpad pasieczny. Czerw trutowy zbierany jest z uli jako młode larwy męskie, zwykle między 4. a 14. dniem rozwoju, a ich zbliżony do mleczka pszczelego skład chemiczny jest ściśle zależny od fazy rozwoju [Sidor i in. 2021]. W badaniach własnych po raz pierwszy wykazano wysoką biodostępność głównych składników (hormonów sterydowych, białek i polifenoli) z czystego czerw trutowego *in vitro* oraz korzystny wpływ czerw trutowego na przeżywalność plemników ssaków. Wymiernym wynikiem przeprowadzonych badań było zaprojektowanie suplementu złożonego z czerw trutowy i organicznego wapnia (P. 445652) [Sidor i in. 2021].

## VII. PERSPEKTYWY ROZWOJU KRAJOWEGO PSZCZELARSTWA

Rosnące zainteresowanie apiterapią i wzrost zapotrzebowania na zapylenie roślin entomofilnych w rolnictwie stwarza dobre warunki do rozwoju gospodarki pasiecznej, która może być traktowana jako zawód rolniczy i stanowić źródło dochodu na terenach wiejskich [Pokrzyńska 2017]. O opłacalności produkcji pasiecznej decyduje wiele czynników:

- a. zależne od pszczelarza – rodzaj gospodarki pasiecznej (stacjonarna czy wędrowna), liczba rodzin, rasa użytkowanych pszczół, typ uli, kanał sprzedaży,
- b. częściowo zależne od pszczelarza – dostęp do odpowiedniej bazy pożytkowej, ceny sprzedaży wytworzonych produktów,
- c. niezależne od pszczelarza: warunki pogodowe, występowanie chorób, koszty utrzymania pasieki (pasza dla pszczół, sprzęt) oraz ceny skupu [Majewski 2018].

Struktura krajowego pszczelarstwa jest zróżnicowana, dominują głównie małe amatorskie pasieki (do 20 rodzin, o wydajności od kilku do kilkunastu kg miodu/ul), które nie mogą być traktowane jako źródło dochodu. Takie amatorskie (hobbystyczne) pszczelarstwo stanowi raczej element stylu życia i atrakcyjne zajęcie, umożliwia obcowanie z przyrodą, i nie jest nastawione na osiągnięcie dochodów [Pokrzyńska 2017]. Prowadzenie pasieki stacjonarnej może być podstawowym źródłem utrzymania jedynie przy odpowiedniej skali produkcji (co najmniej 80 rodzin), która pozwala na uzyskanie dużej masy produktów pszczelich przy niskich kosztach produkcji. Utrzymywanie pasieki wędrownej (min. 100 uli, około 30 kg miodu/ul), dzięki wykorzystaniu pożytków odległych od pasieki, pozwala na istotny wzrost dochodów, dzięki zwiększeniu wydajności produkcji miodu od rodziny pszczelej oraz pozyskaniu miodów odmianowych o wyższej cenie [Pokrzyńska 2017, Majewski 2018]. Opłacalność produkcji pasiecznej uległa istotnemu zwiększeniu dzięki zalegalizowaniu sprzedaży bezpośredniej miodów, która pozwala na osiągnięcie zysków w porównaniu do sprzedaży miodów w punktach skupu (ceny zwykle o 50% niższe). Ponadto, odpowiednie przygotowanie do zawodu, pozwala pszczelarzom na pozyskiwanie produktów pszczelich o najwyższej jakości, co zapewnia pozyskanie szerokiego grona stałych odbiorców oraz uzyskanie wyższej ceny produktów.

#### IV. PODSUMOWANIE

Rola pszczoły miodnej *A. mellifera* jest kluczową dla utrzymania różnorodności biologicznej oraz osiągnięcia odpowiednich plonów w rolnictwie, w tym ogrodnictwie i sadownictwie. Pszczoła miodna dostarcza człowiekowi wysokiej jakości żywności, której uznane właściwości lecznicze znajdują zastosowanie w apiterapii, której skuteczność jest intensywnie oceniana w badaniach naukowych na całym świecie. Z przytoczonych wyżej powodów, pszczelarstwo może stanowić ważne źródło dochodu na obszarach wiejskich, przy założeniu odpowiednich rozmiarów pasieki i/lub prowadzeniu wędrowniej gospodarki pasiecznej.

Populacja pszczoł *A. mellifera*, tak jak innych gatunków zapylaczy, jest narażona na wiele niekorzystnych czynników, w tym zubożenia bazy pożytkowej, rozprzestrzeniania chorób i pasożytów, nadmierne stosowanie pestycydów w rolnictwie, zmiany klimatyczne i rosące zanieczyszczenie środowiska. Wiele zanieczyszczeń podlega kumulacji w ciałach pszczoł, które na szczęście w ograniczonym stopniu przechodzą do produktów pszczelich, dlatego owady te mogą być wykorzystywane jako organizmy wskaźnikowe w monitoringu środowiska.

Ochrona pszczoł i innych zapylaczy to zapewnienie zrównoważonej przyszłości dla ekosystemów oraz retardacji utraty szeroko pojętych zasobów przyrody. Powodzenie podejmowanych działań na rzecz ochrony pszczoł jest uzależnione głównie od uświadamiania społeczeństwu, że „pszczoła to nie tylko miód”, ponieważ owad ten odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego i zdrowia ludzi, ale też istotnie wpływa na przetrwanie wielu gatunków roślin i zwierząt.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Al Naggar Y., Naiem E., Mona M., Seif A. 2013. Honey bees and their products as a bioindicator of environmental pollution with heavy metals. *Mellifera*. 13(26). 10-20.
2. Alemberhe K., Gebremeskel K. 2016. A Review on: Role of Honey Bee Pollination in Improving Crop Productivity and Seed Quality in the Northern Ethiopia. *Food Science and Quality Management*. 47. 7-13.
3. Banaszak J. 2004. Pszczoły (*Apidae*). [w:] Bogdanowicz W., Chudzicka Z., Pilipiuk I., Skibińska E. (red.) *Fauna Polski Wykaz gatunków*. MiZ PAN Warszawa. Tom 1. 358-362.
4. Bąk-Badowska J., Żeber-Dzikowska I., Gworek B., Szajnerc J., Wójtowicz B., Suwara J., Chmielewski J. 2021. Pestycydy jako źródło zagrożenia środowiskowego dla owadów zapylających. *Edukacja ekologiczna. Przemysł Chemiczny*. 100(3).268-274. <https://doi.org/10.15199/62.2021.3.9>.
5. Bernardino P.N., Bersano P.R.O., Neto J.F.L., Sforcin J.M. 2018. Positive effects of antitumor drugs in combination with propolis on canine osteosarcoma cells (spOS-2) and mesenchymal stem cells. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. 104. 268-274. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.05.027>.
6. Boczek J., Pruszyński G. 2015. Pozytywna rola owadów w gospodarce i życiu człowieka. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. 1/2015. 98-105.
7. Bogdanov S. 2011. Composition of honey. *Book of Honey*. Chapter 5.
8. Bogdanov S. 2016. Honey as Nutrient and Functional Food. *Book of Honey*. Chapter 8.
9. Burden C.M., Morgan M.O., Hladun K.R., Amdam G.V., Trumble J.J., Smith B.H. 2019. Acute sublethal exposure to toxic heavy metals alters honey bee (*Apis mellifera*) feeding behavior. *Scientific reports*. 9(1). ID 4253. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40396-x>.
10. Cherbuliez T. 2013. Apitherapy – the use of honeybee products. [w:] Grassberger M. (red.), *Biotherapy – History, Principles and Practices*. Springer London.

11. Cunningham M., Tran L., McKee Ch., Ortega Polo R., Newman T., Lansing L., Griffiths J., Bilodeau G., Rott M., Guarna M. 2022. Honey bees as biomonitors of environmental contaminants, pathogens, and climate change. *Ecological Indicators*. 134. 108457. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108457>.
12. Dżugan M., Miłek M., Sidor E., Grabek-Lejko D. 2020. Apifitoterapia-synergistyczne działanie miodu i roślin leczniczych. Wydawnictwo UR. Rzeszów.
13. Dżugan M., Sowa P., Kwaśniewska M., Wesołowska M. 2017. Physicochemical Parameters and Antioxidant Activity of Bee Honey Enriched With Herbs. *Plant Foods for Human Nutrition*. 72. 74-81. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0593-y>.
14. Dżugan M., Wesołowska M., Zagała G. Kaczmarski M., Czernicka M., Puchalski Cz., 2018. Honeybees (*Apis mellifera*) as a biological barrier for contamination of honey by environmental toxic metals. *Environmental Monitoring and Assessment*. 190. 101. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6474-0>.
15. Edo C., Fernández-Alba A., Vejsnæs F., Steen J., Fernandez-Piñas F., Rosal R. 2021. Honeybees as active samplers for microplastics. *Science of The Total Environment*. 767. 144481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144481>.
16. El Ghouizi A., Bakour M., Laaroussi H. Ousaaid D., El Menyiy N., Hano C., Lyouss B. 2023. Bee Pollen as Functional Food: Insights into Its Composition and Therapeutic Properties. *Antioxidants*. 12. 557. <https://doi.org/10.3390/antiox12030557>.
17. Grabek-Lejko D., Miłek M., Sidor E., Puchalski C., Dżugan M. 2022. Antiviral and Antibacterial Effect of Honey Enriched with *Rubus* spp. as a Functional Food with Enhanced Antioxidant Properties. *Molecules*. 27. 4859. <https://doi.org/10.3390/molecules27154859>.
18. Habryka C., Socha R., Juszcak L. 2023. The Influence of Bee Bread on Antioxidant Properties, Sensory and Quality Characteristics of Multifloral Honey. *Applied Sciences*. 13. 7913. <https://doi.org/10.3390/app13137913>.
19. Hirpara P., Rameshbhai P.M., Kele V.D., Chudasama M., Upadhye V.J. 2023. Honey: a functional food and its application in food products. *Journal of Xidian University*. 17(10). 764-782. <https://doi.org/10.37896/jxu17.10/071>.
20. Juszcak L. Gałkowska D., Ostrowska M., Socha R. 2016. Antioxidant activity of honey supplemented with bee products. *Natural Products Research*. 30. 1436-1439. <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1057582>.
21. Kafle L., Joshi A.C. 2023. Apitherapy: An Overview. *Journal of Applied Zoological Research*. 2. 1-7.
22. Kędzia B., Hołderna-Kędzia E. 2020. Apiterapia-leczenie miodem i innymi produktami pszczelimi. Wydawnictwo SBM Sp. z o.o. Warszawa.
23. Khalifa S.A.M., Elshafiey E.H., Shetaia A.A., El-Wahed A.A.A., Algethami A.F., Musharraf S.G., AlAjmi M.F., Zhao C., Masry S.H.D., Abdel-Daim M.M., Halabi M.F., Kai G., Al Naggar Y., Bishr M., Diab M.A.M., El-Seedi H.R. 2021. Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. *Insects*. 12. 688. <https://doi.org/10.3390/insects12080688>.
24. Kołtowski Z. 2008. Zapylenie roślin i rola pszczoły miodnej w tym procesie. *Pasieka*. 5/2008. 42-44.
25. Kowalski S., Makarewicz M. 2017. Functional properties of honey supplemented with bee bread and propolis. *Natural Products Research*. 31. 2680-2683. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1286481>.



26. Majewski J. 2018. Determinanty opłacalności produkcji pszczelarskiej w Polsce. *Roczniki Naukowe SERiA*. XX(5). 107-111.
27. Miłek M., Ciszkowicz E., Sidor E., Hęćlik J., Lecka-Szlachta K., Dżugan M. 2023. The Antioxidant, Antibacterial and Anti-Biofilm Properties of Rapeseed Creamed Honey Enriched with Selected Plant Superfoods. *Antibiotics*. 12. 235. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020235>.
28. Miłek M., Ciszkowicz E., Tomczyk M., Sidor E., Zaguła G., Lecka-Szlachta K., Pasternakiewicz A., Dżugan M. 2022. The Study of Chemical Profile and Antioxidant Properties of Poplar-Type Polish Propolis Considering Local Flora Diversity in Relation to Antibacterial and Anticancer Activities in Human Breast Cancer Cells. *Molecules*. 27(3). 725. <https://doi.org/10.3390/molecules27030725>.
29. Miłek M., Dżugan M. 2023. Pierzga – naturalny synbiotyki z uła. *Pszczelarz Polski*. 7. 16-18.
30. Miłek M., Grabek-Lejko D., Stępień K., Sidor E., Mołoń M., Dżugan M. 2021. The enrichment of honey with *Aronia melanocarpa* fruits enhances its in vitro and in vivo antioxidant potential and intensifies its antibacterial and antiviral properties. *Food & Function*. 12. 8920-8931. <https://doi.org/10.1039/D1FO02248B>.
31. Oliveira L.P.G., Conte F.L., Cardoso E.O., Conti B.J., Santiago K.B., Golim M.A., Feltran G.S., Zambuzzi W.F., Sforcin J.M. 2019. A new chemotherapeutic approach using doxorubicin simultaneously with geopropolis favoring monocyte functions. *Life Science*. 217. 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.11.060>.
32. Pokrzyńska M. 2017. Współczesne pszczelarstwo polskie pomiędzy rolnictwem a ruchem społecznym. *Opuscula Sociologica*. 4. 81-96. <https://doi.org/10.18276/os.2017.4-06>.
33. Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V., Ngo H.T., Aizen M.A., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., Dicks L.V., Garibaldi L.A., Hill R., Settele J., Vanbergen A.J. 2016. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*. 540. 220-229. <https://doi.org/10.1038/nature20588>.
34. Radzikowski P. 2018. Wpływ utraty bioróżnorodności agroekosystemów na spadek populacji owadów zapylających ze szczególnym uwzględnieniem pszczoły miodnej. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. 1(91). 78-86.
35. Semkiw P. 2023. Stan pszczelarstwa w Polsce w 2023 roku. Instytut Ogrodnictwa – PIB, Puławy. 1-14.
36. Sidor E., Miłek M., Zaguła G., Bocian A., Dżugan M. 2021 Searching for Differences in Chemical Composition and Biological Activity of Crude Drone Brood and Royal Jelly Useful for Their Authentication. *Foods*. 10(9). 2233. <https://doi.org/10.3390/foods10092233>.
37. Štajner D., Popović B.M., Čanadanović-Brunet J., Dilas S., Četković G. 2014. Nutritive composition and free radical scavenger activity of honey enriched with of *Rosa* spp. *LWT—Food Science and Technology*. 55. 408-413. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.08.025>.
38. Thakur M. 2016. Bees as Pollinators – Biodiversity and Conservation. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*. 2(1). 001-007.
39. Tomczyk M., Miłek M., Sidor E., Kapusta I., Litwińczuk W., Puchalski C., Dżugan M. 2020. The effect of adding the leaves and fruits of *Morus alba* to rape honey on its antioxidant properties, polyphenolic profile, and amylase activity. *Molecules*. 25. 84. <https://doi.org/10.3390/molecules25010084>.
40. Tomczyk M., Tarapatsky M., Dżugan M., 2019. The influence of geographical origin on honey composition studied by Polish and Slovak honeys. *Czech Journal of Food Sciences*. 37(4). 232-238. <https://doi.org/10.17221/40/2019-CJFS>.

41. Tomczyk M., Zaguła G., Puchalski Cz., Dżugan M., 2020. Transfer of Some Toxic Metals from Soil to Honey Depending on Bee Habitat Conditions. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*. 24(1). 49-59. <https://doi.org/10.2478/aucft-2020-0005>.
42. Weis W.A., Ripari N., Conte F.L., Honorio M.S., Sartori A.A, Matucci R.H., Sforcin J.M. 2022. An overview about apitherapy and its clinical applications. *Phytomedicine Plus*. 2. ID 100239. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2022.100239>.
43. Wilczyńska A., Newerli-Guz J., Szweda P. 2017. Influence of the addition of selected spices on sensory quality and biological activity of honey. *Journal of Food Quality*. ID 6963904. <https://doi.org/10.1155/2017/6963904>.
44. Wilde J. (red.) 2024. *Chów i hodowla pszczół*. PWRiL. Warszawa.

## **ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE OF THE HONEY BEE**

### *Summary*

*The honeybee *Apis mellifera* is the most important domesticated pollinating insect, playing a key role in the entire ecological system. Pollination of plants allows for the preservation of biodiversity, but above all it enables production in many sectors of agriculture. As the only insect, provides humans with high-quality food, i.e. honey, royal jelly and pollen, wax, propolis and bee venom, which in addition to nutritional value has a beneficial effect on the condition of the body. Treatment and prevention of diseases using bee products (known as apitherapy) is becoming increasingly popular, which means that beekeeping can be an important source of income in rural areas. *A. mellifera* bees, like other pollinators, are increasingly threatened by human activity, and protecting these useful insects is ensuring a sustainable future for ecosystems and the renewal of natural resources. This article reviews the current literature on the importance of bees for the environment and humans, focusing mainly on ensuring the biodiversity of ecosystems, food production and protecting human health.*

**Keywords:** *Apis mellifera*, pollinators, biodiversity, bee products, apitherapy, biomonitoring