

## Wpływ czynników antropogenicznych na bioróżnorodność owadów

### The influence of anthropogenic factors on the biodiversity of insects

Marta Boroń<sup>(a, b, c)</sup>, Rafał Simon<sup>(a, b)</sup>

Institut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Zakład Szkodliwości Fizycznych, Fizjologii Pracy i Ergonomii.  
Kierownik Zakładu: dr n. przyr. S. Marzec, p.o. Dyrektora Instytutu: mgr K. Kuźniewski

<sup>(a)</sup> koncepcja pracy

<sup>(b)</sup> opracowanie tematu

<sup>(c)</sup> przygotowanie publikacji

#### STRESZCZENIE

Ingerencji człowieka w naturalne środowisko przyrodnicze i podporządkowanie sobie wszystkich jej elementów najczęściej towarzyszy negatywne w skutkach zachwianie równowagi ekologicznej w przyrodzie, przekształcenie ekosystemów, wymarcie wielu gatunków pierwotnie związanych z daną niszą ekologiczną. W Polsce obszarami silnie przekształconymi są Okręgi Przemysłowe, a fragmenty obszarów o zbliżonym do pierwotnego krajobrazu można spotkać tylko w kilku miejscach w kraju. Jako czynniki antropogeniczne oddziałujące na owady najczęściej wymienia się zanieczyszczenia chemiczne atmosfery, wód i gleb. Zmiana liczebności form jasnych na korzyść ciemnych motyla bytującego na drzewach, to wynik działania zanieczyszczenia atmosfery w obszarach uprzemysłowionych. Jako skutek antropopresji można zauważyć zanikanie populacji niepylaka apollo czy wyginięcie wielu gatunków monofagicznych i oligofagicznych chrząszczy Curculionoidea. Antropopresja wyraża się także w rozprzestrzenianiu się gatunków na nowych, dotąd nie zajętych przez nie terenach: inwazja Europy przez stonkę ziemniaczaną, mrówkę faraona czy ćmę oprzędnicę jesienną. Rozwinięta inżynieria środowiskowa sprawia, że człowiek potrafi ingerować w skład gatunkowy danego ekosystemu w celu uzyskania pożądanego efektu, introdukując zupełnie nowe gatunki w ekosystemach: australijskiej biedronki w Ameryce Południowej, czy afrykańskich pszczół zabójców w Ameryce Łacińskiej, które obecnie rozprzestrzeniają się w Ameryce Północnej. Jednak najpoważniejszym wpływem człowieka na owady jest zmniejszenie się liczebności owadów zapylających: pszczoły miodnej i trzmieli. Owady te reagują zwiększoną śmiertelnością w kontakcie ze środkami ochrony roślin, w szczególności z insektycydami, co skutkuje zmniejszonymi plonami rolnymi, a bez ingerencji w poprawę jakości środowiska: wizją katastrofalnego ich niedostatku.

**Słowa kluczowe:** antropopresja, owady, pszczoły

#### ABSTRACT

The human impact on the natural environment and subjugation of all its elements are often accompanied by negative effects of ecological imbalance in nature, transformation of ecosystems, and the extinction of many species originally associated with a particular ecological niche. In Poland strongly transformed areas are industrial districts, while fragments of the original landscape can be found only in a few places in the country. Anthropogenic factors affecting insects are most often chemical contamination of air, water and soil. A fall in the number of light forms of a butterfly dwelling on trees and a rise in the number of its dark forms are a result of air pollution in industrialized areas. Results of anthropogenic pressure can be seen in the decline in the Apollo butterfly population and the extinction of many species of monophagous and oligophagous Curculionoidea beetles. Anthropopresure is also expressed in the spread of species in new areas: the invasion of Europe by the Colorado beetle, ant pharaoh or fall webworm moth. Environmental engineering enables interference in the species composition of the ecosystem in order to achieve the desired effect, introducing completely new species to ecosystems: Australian ladybugs to South America, or African killer bees to Latin America, which are currently spread in North America. But the most important human influence on insects is a decrease in the number of pollinating insects: honeybees and bumblebees. These insects react with increased mortality in contact with plant protection products, particularly pesticides, which results in lower agricultural yields and, if no attempt is made to improve environmental quality, in a catastrophic vision of their scarcity.

**Key words:** anthropopresure, insects, bees

## WSTĘP

Człowiek oddziałuje w środowisko naturalne, przekształca je, wykorzystuje i podporządkowuje. W Polsce obszarami silnie przekształconymi i podporządkowanymi pod gospodarkę człowieka są Okręgi Przemysłowe: np. Górnośląski, Krakowski, Wrocławski, Opolski, Gdański, Szczeciński, Legnicko-Głogowski, Bydgosko-Toruński, itd. Naturalne ekosystemy są zajmowane przez zakłady przemysłowe (huty, kopalnie, ciepłownie, elektrociepłownie), osiedla mieszkaniowe, infrastrukturę transportową (drogi, autostrady). Brak tutaj dużych obszarów leśnych, zieleń ogranicza się do rozproszonych parków, skwerów i zieleńców. Antropopresja doprowadziła do występowania na Ziemi zjawiska kwaśnych deszczów, które zagrażają naturalnemu drzewostanowi. W Polsce terenami najmniej zagrożonymi tym czynnikiem to lasy północno-wschodniej Polski, a teren tajgi określa się czasami jako „płuca Ziemi”. Intensywnie postępująca antropogenizacja wpływa negatywnie na środowisko naturalne, pośrednio i bezpośrednio oddziałując na zdrowie i gospodarkę człowieka.

## POJĘCIE ANTROPOPRESJI

Nadmierne działania człowieka zmieniające środowisko naturalne określa się mianem antropopresji i jest z ekologicznego punktu widzenia procesem niekorzystnym, ponieważ może nieodwracalnie przekształcić wiele nisz ekologicznych. Przykładem bardzo silnej wyrażonej antropopresji mogą być np. zmienione obszary równikowe, gdzie nadmierne karczowanie, wypalanie lasów równikowych mogą doprowadzić do nieodwracalnych zmian na całej kuli ziemskiej, poprzez zniszczenie naturalnego drzewostanu, zagłady wielu gatunków, zmniejszenie ilości tlenu w atmosferze, zaburzenia w globalnym obiegu wody, zmiana klimatu na Ziemi [2]. Efekty zanieczyszczenia środowiska mają zasięg globalny, gdyż migrują poprzez atmosferę i wody oceaniczne, niepożądane związki organiczne są wykrywane w śniegu nawet na biegunach, a niektóre pestycydy są znajdujące w łańcuchach troficznych u oceanicznych zwierząt podbiegunowych [3]. Fragmenty obszarów o zbliżonym do pierwotnego krajobrazu w Polsce można spotkać tylko w kilku miejscach, m.in. w Puszczy Białowieskiej, gdzie działalność człowieka jest ograniczona do minimum.

## CZYNNIKI ANTROPOGENICZNE

Rodzaje czynników antropogenicznych, które mają znaczący wpływ na organizmy żywe to między innymi: zanieczyszczenia chemiczne gleb, wód i atmosfery (metale ciężkie, dioksyne, pestycydy), czynniki fizyczne (światło, hałas, smog elektromagnetyczny), ale również związana z przeludnieniem nadmierna eksploatacja terenów rolniczych, gospodarka rabunkowa, zmiana ukształtowania terenu. Wszystkie te czynniki składają się na degradację naturalnego środowiska życia zwierząt i roślin.

Za zanieczyszczenia chemiczne uważa się głównie metale ciężkie takie jak: Fe, Cd, Hg, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr. Poza ołowiem, kadmem i rtęcią, które są w organizmach żywych zbędne i nie pełnią żadnej pozytywnej roli, w niewielkich ilościach mikroelementy te nie są szkodliwe, ponieważ większość z nich jest strukturalnie związana z organizmami żywymi np. cynk i miedź wchodzi w skład enzymów oddechowych, żelazo buduje hemoglobinę, mioglobinę ponadto miedź wchodzi w skład hemocyaniny (u stawonogów i mięczaków), ceruloplazminy. Lecz podwyższone stężenia tych metali są szkodliwe i mogą być toksyczne. Organizmy żywe mogą się bronić przed nimi w różnoraki sposób, niektóre z nich odkładają metale ciężkie w tkance tłuszczowej lub ciele tłuszczowym, inne neutralizują np. w nerkach czy wątrobie, a jeszcze inne wydalają je na zewnątrz.

Pestycydy znane są także pod nazwą środki ochrony roślin. Wyróżnia się wiele różnych klas tych związków chemicznych np. insektycydy (chroniące rośliny uprawne przed owadami), fungicydy (przed grzybami), herbicydy (przed chwastami). Dichlorodifenylotrichloroetan (DDT) znany pod nazwą handlową Azotox, Ditox, Tritox, po raz pierwszy zastosowany w latach 40. przeciw wszom, które przenosiły tyfus. Pierwotnie uznawany jako neutralny dla człowieka i środowiska, lecz obecnie wiadomo, że jest on silnie toksyczny i akumuluje się w kolejnych ogniach łańcucha troficznego, a jego rozkład datuje się w dziesiątkach lat. Innymi związkami bardzo powszechnie wykorzystanymi przez człowieka były polichlorowane bifenylole (PCB). Używano je jako cieczy hydrauliczne, jako chłodziwo w transformatorach, do czasu gdy w latach 60. wykryto, że cechują się właściwościami rakotwórczymi i wycofano je z użytku.

Światło jest to ważny czynnik fizyko-chemiczny, który może być między innymi pochodzenia antropogenicznego i ma fundamentalny wpływ na rozwój i wzrost (fotoperiodyzm) roślin. Zanieczyszczenie środowiska naturalnego światłem pochodzenia an-

tropogenicznego wpływa na behavior owadów i innych zwierząt [4].

Nadmiar niepożądanego dźwięku, czyli hałas, jest dla zwierząt czynnikiem stresogennym, może wpływać na zachowanie, pobieranie pokarmu i rozmnażanie. Trzeba podkreślić, że zwierzęta żyją w odpowiedniej niszy dźwiękowej, a zachwianie tej równowagi jest dla nich zjawiskiem niekorzystnym.

## ANTROPOPRESJA A OWADY

Flagowym przykładem wpływu antropopresji na owady (Hexapoda) jest zmiana liczebności odmian barwnych gatunku motyla krępak nabrzozak (*Biston betularia*) żyjącego na korze drzew na Wyspach Brytyjskich. W XVII, kiedy nie rozwijał się jeszcze przemysł dominowały gatunki o jasnym ubarwieniu skrzydeł, gąsienice żywiły się porostami rosnącymi na drzewach, a osobniki doskonale (imago) idealnie dopasowywały się jasnego do koloru kory drzew porośniętej porostami. W XVIII wieku, kiedy na Wyspach Brytyjskich pojawiła się rewolucja przemysłowa, porosty wyginęły z powodu nadmiaru zanieczyszczenia atmosfery, gatunki jasne nie miały schronienia, ich liczebność została drastycznie ograniczona przez ptaki, które nie miały problemów z dostrzeżeniem jasnej ćmy na ciemnej korze, zatem przeżyła jedynie odmiana ciemna. Populacja ciemna dzięki posiadaniu kryptycznego ubarwienia przeżyła i rozmnożyła się, i przez dziesięciolecia była dominującą odmianą barwną tego motyla. Jest to przykład doboru spowodowanego warunkami środowiska oraz melanizm przemysłowy dotyczący zarówno form dojrzałych [5] jak i gąsienic [6]. Trzeba podkreślić, że odmiana jasna i ciemna to jeden i ten sam gatunek owada, a obecnie, ze względu na polepszenie stanu środowiska, znów zaczyna pojawiać się odmiana jasna ćmy.

W Polsce przykładem działania antropopresji może być populacja niepylaka apollo (*Parnassius apollo*), który obecnie figuruje w Polskiej Czerwonej Księdze Zwierząt Chronionych. Na dzień dzisiejszy w Polsce jest jedno stanowisko tego motyla, i znajduje się ono w Pienińskim Parku Narodowym. Wcześniej był on opisywany w innych regionach Polski np. w okolicach Warszawy, Krakowa. Wzmógłona turystyka, zanieczyszczenie środowiska oraz wypas owiec w Pieninach przyczyniły się do wymarcia tego gatunku, który został reintrodukowany w Pienińskim Parku Narodowym z populacji Słowackiej [7]. Trzeba wspomnieć, że jest on troficznie związany z rozchodnikiem (*Serum maximum*), którego niszczenie poprzez wydeptywanie

przez turystów przyczynia się do zagłady larw tego gatunku.

Antropopresja jest bardzo dobrze widoczna w Tatrach w postaci np. wycinania lasów, koszenia traw, nadmiernego wypasu owiec, turystyki, budowania dróg, itp. Wycięcie buczyny w reglu dolnym spowodowało wyginiecie wielu gatunków monofagicznych i oligofagicznych chrząszczy z nadrodziny (Curculionidae) związanych z bukciem (*Fagus sp.*), np. *Rynchaenus sp.*, *Polydrusus sp.*. Zostały one zastąpione przez gatunki polifagiczne np. z rodzaju *Apis sp.* czy *Otiorhynchus sp.*. Dobrym wskaźnikiem stopnia antropopresji może być relikwit polodowcowy Tatr jakim jest chrząszcz *Otiorhynchus arcticus*, wcześniej bardziej pospolity, dziś z powodu przekształceń ekosystemów przez człowieka znany w Tatrach jedynie z kilku stanowisk [8].

Antropopresja wyraża się nie tylko w zmniejszeniu populacji rzadkich owadów, lecz także w rozprzestrzenianiu się gatunków na nowych, dotąd nie zajętych przez nie terenach. Transport jest ważnym czynnikiem mającym znaczący wpływ na bioróżnorodność owadów, w tym na pojawianie się w nowych miejscach gatunków inwazyjnych. Szczególnie łatwo rozprzestrzeniają się na nowych terenach małe gatunki np. wciornastków (Thysanoptera), chrząszczy (Coleoptera), błonkówek (Hymenoptera). Transport przyczynił się do migracji i kolonizacji nowych kontynentów przez stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata*): pierwotnym miejscem życia tego chrząszcza były Stany Zjednoczone, ale na początku XX w., kiedy rozwijał się transport pomiędzy USA a Francją, prawdopodobnie z żywnością została przywieziona do Europy potem do Azji i na Bliski Wschód. Dziś ten „żuk z Kolorado” jest plagą Europejczyków i nie tylko. Wraz z transportem żywności, materiałów pochodzenia roślinnego często dochodzi do przemieszczania się mrówek – człowiek bardzo często przyczynia się do transportu tych owadów i kolonizacji przez nich nowych terenów, jako przykład może posłużyć sprowadzenie przez człowieka mrówki faraona (*Monomorium pharao*) z Afryki do Europy. Podobna sytuacja miała miejsce z motylem oprzędnicą jesienną (*Hyphantria cunea*), która przypadkowo została przeniesiona z Ameryki Północnej do Europy w 1940 roku, gdzie okazała się groźnym szkodnikiem drzew liściastych [9].

Rozwinięta inżynieria środowiskowa sprawia, że człowiek potrafi ingerować w skład gatunkowy danego ekosystemu w celu uzyskania pożądanego efektu. Sprowadzenie australijskiej biedronki *Rodolia sp.* do Ameryki Południowej miało na celu naturalną walkę z roślinożernymi czerwcami (Coccoidea). Biedronka bardzo szybko się zaaklimatyzowała

w nowym środowisku i stała się naturalnym wrogiem tych fitofagów. Dalszymi przykładami na ingerencję człowieka w skład gatunkowy ekosystemów była: ucieczka pszczoł ośrodków badawczych afrykańskich pszczoł zabójców „killer bees” do Ameryki Łacińskiej, które ze względu na ciepły klimat rozprzestrzeniły się w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, introdukcja północnoamerykańskiego gatunku: osiec korówkowy (*Aphelinus mali*) w Europie w celu biologicznego zwalczania bawełnicy korówki (*Eriosoma lanigerum*), ponadto liczne gatunki błonkoskrzydłych: np. kruszynek (*Trichogramma sp.*) wykorzystywany jest przy zwalczaniu owocówki jabłonóweczki (*Cydia pomonella*). W powyższych przykładach gatunek introdukowany szybko zaaklimatyzował się w nowym otoczeniu, korzystając z dostatku pożywienia i najczęściej braku drapieżników, z czasem jednak nadmiernie się rozmnażając i wypierając rodzimą faunę. Każda ingerencja w skład gatunkowy ekosystemów oznacza zmianę w łańcuchach troficznych, co w konsekwencji może zaburzyć ich delikatną homeostazę ekologiczną.

Najpoważniejszym efektem działania antropopresji jest zmniejszenie się liczebności owadów zapylających: pszczoły miodnej i trzmieli. Pszczoła miodna (*Apis mellifera*) uważana jest za najlepszego owada zapylającego, charakteryzującego się dużą liczebnością rojów oraz możliwością przeniesienia pasieki na tereny aktualnie kwitnących roślin. Szczególnie duże znaczenie pszczoły mają w zapylaniu upraw rolniczych takich jak: rzepak, gryka, malina oraz sady owocowe. Równie wysoką wartość użytkową mają inne owady zapylające: pszczoły samotnice (dzikie) oraz trzmiele (*Bombus sp.*) – te ostatnie zapylają rośliny o długich, wąskich, rurkowatych kielichach kwiatowych, które ze względu na swoją budowę są nieosiągalne dla pszczoł, a dostępne dla trzmieli (długość języczka pszczoły to 6 mm, trzmiecia 24 mm). Roślinami zapylanymi przede wszystkim przez trzmiele jest np. koniczyna, borówka wysoka. Trzmiele wykorzystywane są z powodzeniem do zapylania pomidorów w szklarni (pszczoły nie radzą sobie z pracą w pomieszczeniach zamkniętych) a owadem uznanym za szczególnie przydatnego do tej pracy jest trzmiel ziemny (*Bombus terrestris*). Dodatkowo, pszczoły wykazują się tzw. wiernością kwiatową – wykorzystują najliczniej dostępne pożywienie i np. zwarty łań rzepaku będzie odwiedzany przez pszczoły o wiele intensywniej niż kwitnące pojedyncze byliny na położonym obok nieużytku. Ponadto, pszczoły za pomocą tańca sygnalizującego przekazują informacje innym osobnikom o odnalezieniu nowego źródła pożywienia – może to doprowadzić do nagłego wylotu całego roju w nowe

miejsce. Takiego zachowania nie obserwuje się wśród trzmieli – odwiedzają one wszystkie rośliny z podobną częstotliwością, nie przywiązując się do konkretnego rodzaju kwiatów. O znalezieniu nowego źródła nektaru nie informują współtowarzyszy – dzięki czemu trzmiele pracują na całym dostępnym terenie bez skupiania się na konkretnych wydzielonych obszarach. Antropogeniczny wpływ na populację pszczoł na świecie zauważyć można przede wszystkim w postępującym z roku na rok spadku liczebności rodzin pszczelich: owady te reagują zwiększoną śmiertelnością w kontakcie ze środkami ochrony roślin, w szczególności z pestycydami [10]. Zagrożeniem dla pszczoły miodnej są roztocza, pasożyty grzybicze oraz wirusy. Pasożytniczy roztoczek *Varroa destructor* rozwija się już w czerwcu wywołując warrozę. Zaatakowany rój bez pomocy człowieka ginie w ciągu jednego sezonu powodując znaczne straty w pszczelarstwie, a leczenie warrozy polega głównie na zastosowaniu preparatów chemicznych. Obecnie wynajmowanie kolonii pszczoł dla dużych plantacji w USA przynosi więcej zysków niż dochody uzyskane z produkcji miodu. W Chinach doszło do katastrofalnej sytuacji: istnieją prowincje, gdzie z powodu zanieczyszczenia środowiska pszczoły wyginęły całkowicie – aby uzyskać plony rolne stosuje się ręczne zapylanie kwiatów w sadach owocowych [11]. Zmniejszenie liczebności owadów zapylających skutkuje zmniejszonymi plonami rolnymi, zwiększonymi nakładami pracy i środków w gospodarce i grozi wystąpieniem niedoborów żywności w lokalnych społecznościach. Bez poprawy jakości środowiska, w szczególności ograniczenia stosowania szkodliwych dla pszczoł związków chemicznych, istnieje prawdopodobieństwo katastrofalnego niedostatku plonów rolnych, dotykające zwłaszcza kraje rozwijające się i wysokorozwinięte [12]. W krajach Ameryki Północnej i Europy opracowywane są wnioski mające na celu polepszenie stanu populacji pszczoły miodnej i ograniczenie wpływu substancji zanieczyszczających [13–15]. W Polsce od kilku lat trwają kampanie społeczne mające na celu upowszechnienie wiedzy o wartościowości pszczoł: „Chrońmy pszczoły”, „Adoptuj pszczołę” czy projekty budowania „hotelu dla pszczoł”, w których miejsce bytowania znajdują dzikie pszczoły samotnice.

## WNIOSKI

Ingerencji człowieka w naturalne środowisko przyrodnicze i podporządkowanie sobie wszystkich jej elementów najczęściej towarzyszy negatywne



w skutkach zachwianie równowagi ekologicznej w przyrodzie, przekształcenie ekosystemów, wymarcie wielu gatunków pierwotnie związanych z daną niszą ekologiczną. Bezmyślna gospodarka człowieka przyczynia się do gradacji wielu gatunków szkodników upraw rolnych, sadowniczych i obszarów leśnych, oraz tym samym doprowadza do powstania strat w plonach i plantacjach. Wprowadzając na określony teren nowe gatunki owadów ważnym jest, aby dokładnie przewidzieć jakie może to powodować konsekwencje w łańcuchach troficznych, gdyż skutki takiego postępowania mogą być odległe i wpływające na globalną gospodarkę człowieka. Zmniejszenie liczebności populacji owadów zapyłających, przede wszystkim pszczoły miodnej, ma niezaprzeczalny wpływ na gospodarkę, a pośrednio również oddziałuje na zdrowie i życie człowieka.

## LITERATURA

- [1] Dulias R. Denudacja antropogeniczna na obszarach górniczych na przykładzie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Uniwersytet Śląski, Katowice 2013, p. 260.
- [2] Sahney S, Benton MJ, Ferry PA. Links between global taxonomic diversity, ecological diversity and the expansion of vertebrates on land. *Biology Letters* 2010;6(4):544-547.
- [3] Kłapyta Z, Fijał J. Geochemiczne zmiany w środowisku gruntowo-wodnym pod wpływem związków toksycznych (w:) Manecki A. (red.): Geochemiczne, hydrochemiczne i biochemiczne zmiany środowiska przyrodniczego na obszarach objętych antropopresją. Materiały IV konferencji naukowej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Kraków – AGH 1997, p. 103.
- [4] Hölker F, Wolter C, Perkin EK, Tockner K. Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology & Evolution* 2010;25(12):681-682.
- [5] Grant BS. Fine tuning the Peppered Moth paradigm. *Evolution* 1999;53(3):980-984.
- [6] Noor MAF, Parnell RS, Grant BS: A Reversible Color Polypheism in American Peppered Moth (*Biston betularia cognataria*) Caterpillars. *Plos One* 2008;3(9):3142.
- [7] Witkowski Z, Budzik J, Kosior A. Restytucja niepylaka apollo *Parnassius apollo* w Pienińskim Parku Narodowym. *Cz. II, Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 1992;48(4):31-40.
- [8] Pawłowski J. Wysokogórskie relacje faunistyczne między Tatrami a ościennymi masywami Środkowej Europy, na tle różnic i podobieństw z dalszymi systemami górskimi. *Roczniki Bieszczadzkie* 2006;14:179-191.
- [9] Razowski J. Klucze do oznaczania owadów Polski cz. XXVII Motyle – Lepidoptera, zeszyt 51-52. Oblaczki – Syntomidae, Niedźwiedziówki – Arctiidae. Polskie Towarzystwo Entomologiczne, Warszawa, PWN 1971, p. 9-11.
- [10] Mullin CA, Frazier M. High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. *Plos One* 2010;5(3):1-19.
- [11] Partap UMA, Partap TEJ, Yonghwa HE. Pollination failure in apple crop and farmers management strategies in Hengduan Mountains, China. *Acta Horticulturae* 2001, p. 225-230.
- [12] Bees in Decline. A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 2013;1:48.
- [13] Pollinator Health Strategy. A Proposal for Enhancing Pollinator Health and Reducing the Use of Neonicotinoid Pesticides in Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario Regulation 63/09 under the Pesticides Act 2016, p. 1-21.
- [14] The National Pollinator Strategy: for bees and other pollinators in England November 2014. Department for Environment, Food and Rural Affairs 2014, p. 1-36.
- [15] Lawrence T. Pollination and protecting bees and other pollinators. FS174E, Washington State University Extension 2015, p. 1-9.

*Adres do korespondencji:*

*dr n. med. Marta Boroń*

*Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego*

*ul. Kościelna 13, 41-219 Sosnowiec*

*e-mail: m.boron@imp.sosnowiec.pl*

*tel. 32 634 12 95, fax 32 266 11 24*