

ANETA A. PTASZYŃSKA

*Wydział Biologii i Biotechnologii
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
Akademicka 19, 20-033 Lublin
E-mail: aneta.ptaszynska@poczta.umcs.lublin.pl*

ANTROPOCEN, WIELKIE PRZYSPIESZENIE I INSEKTAGEDON

Nowe tysiąclecie zaczęliśmy hucznie, tworząc terminy obrazujące wpływ człowieka na funkcjonowanie całej Ziemi: antropocen, wielkie przyspieszenie, insektagedon, szóste wielkie wymieranie gatunków i jeszcze kilka innych. Chociaż żaden z tych terminów nie jest jeszcze oficjalnie zaaprobowany, to ich przyjęcie wydaje się kwestią czasu.

Termin antropocen w literaturze naukowej funkcjonuje już od prawie 20 lat, jednak nie jest do chwili obecnej zatwierdzony ani przez Międzynarodową Komisję Stratygraficzną (ICS) ani przez Międzynarodową Unię Nauk Geologicznych (IUGS). W 2009 r. utworzono specjalną Grupę Roboczą ds. Antropocenu (ang. Anthropocene Working Group, AWG) przy ICS, która zajmuje się tym zagadnieniem. Grupa ta zobowiązała się przedstawić ICS do 2021 r. oficjalne stanowisko dotyczące nowej epoki geologicznej Ziemi, wyznaczające jej początek i zakończenia. Wyznaczenie markera geologicznego sygnalizującego koniec epoki holocenu i początek antropocenu, w którym Ziemia jest kształtowana przez działalność człowieka, nie jest proste. Po podjęciu decyzji o rozpoczęciu nowej epoki, należy wyróżnić stratotyp lub stratygraficzny punkt odniesienia (ang. global boundary stratotype section and point, GSSP; globalna granica i punkt stratotypu), który tę epokę będzie charakteryzował. AWG zastanawia się, czy wybrać radionuklidy pochodzące z detonacji bomb atomowych od 1945 r., aż do roku 1963, w którym to uchwalono Układ o Zakazie Prób Broni Nuklearnej w Atmosferze, w Przestrzeni Kosmicznej i Pod Wodą (ang. Limited Test Ban Treaty, LTBT), czy też nie wybierać jednego

znaczącego stratotypu, a bardziej skupić się na ogólnych przemianach Ziemi pod wpływem działalności człowieka, wskazując tym samym na antropocen transgresyjny z wieloma początkami, a nie jednym momentem początkowym (ZALASIEWICZ i współaut. 2017, SUBRAMANIAN 2019).

„Antropocen” jest terminem powszechnie stosowanym od czasu, gdy Paul Crutzen i Eugene Stoermer w 2000 r. określili w ten sposób obecny, geologiczny przedział czasowy, w którym wiele warunków i procesów na Ziemi jest gwałtownie i głęboko zmienianych przez wpływ działalności człowieka (CRUTZEN i STOERMER 2000, CRUTZEN 2002). Oddziaływanie to nasiliło się znacznie od początku uprzemysłowienia, zmieniając Ziemię ze stanu typowego dla epoki holocenu, która przypada na ostatnie zlodowacenie, do takiego, jaki możemy obserwować obecnie. Po raz pierwszy, we wczesnych latach osiemdziesiątych, termin „antropocen” został użyty przez Eugene F. Stoermę, wybitnego badacza okrzemków, jednokomórkowych organizmów wodnych. Stoermer, określił w ten sposób druzgocący wpływ działalności człowieka na planetę Ziemię. Jednak słowo to nie było powszechnie używane aż do 2000 r., w którym to E. F. Stoermer wraz z Paulem Crutzenem, chemikiem atmosferycznym i laureatem Nagrody Nobla w dziedzinie chemii za pracę nad zmianami ilości ozonu, opublikowali raport w 41 Biuletynie Międzynarodowego Programu Biosfery-Geosfery (ang. The International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP). W pracy tej podkreślili centralną rolę ludzkości we współczesnej geologii i ekologii, proponując użycie termi-

Słowa kluczowe: antropocen, insektagedon, szóste wielkie wymieranie gatunków, wielkie przyspieszenie

nu „antropocen” do określenia obecnej epoki geologicznej. Jako rozpoczęcie tej epoki proponowali drugą połowę XVIII w., wybierając okres, w którym dane uzyskane z rdzeni lodowych wydobywanych na Antarktydzie i Grenlandii wskazały początek wzrostu stężenia w atmosferze kilku „gazów cieplarnianych”, w szczególności CO_2 i CH_4 . Taka data początkowa zbiegała się również z wynalezieniem silnika parowego przez Jamesa Watta w 1784 r. (ZALASIEWICZ i współaut. 2017, SUBRAMANIAN 2019, WALKER i współaut. 2019). Obecnie trwają dyskusje nad trzema możliwymi początkami antropocenu: (1) teoria tzw. „wczesnego antropocenu” (ang. early anthropocene) określa początek nowej epoki na kilka tysięcy lat p.n.e., kiedy pojawiły się pierwsze cywilizacje rolnicze (np. RUDDIMAN 2003, SMITH i ZEDER 2013); (2) „era pośrednia” (ang. common era) datuje antropocen na początek rewolucji przemysłowej w 1800 r. n.e. (ZALASIEWICZ i współaut. 2015); (3) zwolennicy „Wielkiego Przyspieszenia” (ang. Great Acceleration) widzą początek nowej epoki w połowie XX w., w którym tempo wpływu działalności człowieka na geologię Ziemi i ekosystemy wzrosło w nieznany dotąd sposób. Gwałtownemu wzrostowi ulega przede wszystkim populacja ludzka, napędzana wzrostem gospodarczym, co skutkuje drastycznym zwiększeniem zapotrzebowania na energię, ziemię i wodę. Powoduje to m.in. nasilenie emisji gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla, metanu i podtlenku azotu), zanik warstwy ozonowej, zwiększenie temperatury powierzchni ziemi, utratę lasów tropikalnych, wymieranie gatunków oraz degradację biosfery (MCNEILL 2014, STEFFEN i współaut. 2015). Najprawdopodobniej to właśnie okres „Wielkiego Przyspieszenia” będzie wyznaczał początek nowej epoki. Jednocześnie naukowcy postulują, że granica między epokami nie musi mieć określonego stratotypu (GSSP), ale może być definiowana przez globalny wiek stratygraficzny (ang. global standard stratigraphic age, GSSA) i proponują, aby tym punktem był pierwszy wybuch bomby atomowej, 16 lipca 1945 r. w Alamogordo w Nowym Meksyku; następne bomby były detonowane aż do 1988 r. w średnim tempie jedna na 9,6 dni, czemu towarzyszył opad radionuklidów obserwowany w zapisach chemostratigraficznym na całym świecie (ZALASIEWICZ i współaut. 2015).

Obecnie termin „antropocen” jest używany w kontekstach naukowych, by wykazać rosnący wpływ człowieka na użytkowanie gruntów, ekosystemy, bioróżnorodność i wymieranie gatunków. Naukowcy uważają, że za główny znacznik antropocenu można uznać właśnie wpływ człowieka na funkcjonowanie Ziemi. Działalność człowieka (i) przyspieszy-

ła tempo erozji i sedymentacji, (ii) zaburzyła obieg w przyrodzie wielu pierwiastków, między innymi węgla, azotu i fosforu, oraz (iii) dała początek globalnym zmianom klimatu i powiązanych z nimi zmianom poziomu morza. Działalność człowieka jest obecnie uważana za siódmy czynnik tworzenia gleby, obok takich parametrów jak: skała macierzysta, klimat, czas, rzeźba terenu, organizmy żywe i woda (AMUNDSON i JENNY 1991). Gleby antropogeniczne (antrosole) według Międzynarodowego Komitetu ds. Klasyfikacji Gleb Antropogenicznych (ang. International Committee for the Classification of Anthropogenic Soil, ICOMANTH) to te, na których powstanie wyraźnie wpłynęła działalność ludzi, taka jak: regulacja stosunków wodnych, modyfikacja roślinności, wycinanie lasów, powtarzająca się orka, stosowanie nawozów, zanieczyszczenia, odpady, oraz postępująca urbanizacja, która m.in. przyczynia się do pokrywania gleby różnego typu materiałami uniemożliwiającymi wymianę gazową, jak np. asfaltobeton (DAZZI i LO PAPA 2015). Najnowsze propozycje ICOMANTH dotyczą: (1) definicji „materiałów transportowanych przez ludzi” (ang. human transported materials, HTM) jako dowolnego materiału (artefaktu, materiału organicznego, gleby, skały lub osadu) przemieszczonego przez ukierunkowaną działalność człowieka poziomo w pedonie (graniastosłup wyodrębniony w glebie, który ma wszystkie właściwości charakterystyczne dla tej gleby) od obszaru źródłowego, poza tym pedonem, zwykle za pomocą maszyn, wg. tej definicji HTM to rodzaj materiału macierzystego; (2) definicji „cechy antropogenicznej” (ang. anthropogenic feature), jako sztucznego tworzywa na powierzchni ziemi, posiadającego charakterystyczny kształt i budowę, który powstał ze skały, luźnego materiału skalnego, materiałów organicznych lub sztucznych i może mieć albo charakter konstrukcyjny, jak np. sztuczny wał albo destrukcyjny, jak np. kamieniołom; (3) definicji „sztucznej powierzchni” (ang. manufactured layer) jako poziomej warstwy umieszczonej na lub w glebie, jak np. asfalt, beton, plastik, geotekstylię i gumę; (4) definicji artefaktu (ang. artifact), jako materiału przez ludzi stworzonego, modyfikowanego lub też transportowanego z jego źródła, zazwyczaj podczas prowadzenia prac budowlanych lub eksploatacyjnych, jak np. przetworzone produkty drewniane, asfalt, włókna i tkaniny, cegły, bloki żużlowe, beton, plastik, szkło, guma, tektura papierowa, żelazo i stal, odpady sanitarne i medyczne, składowiska śmieci, ropa naftowa, minerały, węgiel, itp.; (5) aktualizacji definicji gleb pokrytych młodszym złożem, jeśli weźmie się pod uwagę, że złożem tym może być HTM (DAZZI i LO PAPA 2015, IUSS WORKING GROUP WRB 2015).

Oprócz wyraźnego wpływu na przyrodę nieożywioną, działalność ludzka znacząco zmieniła również przyrodę ożywioną. Obserwowane zmiany biotyczne z jednej strony dotyczą stałego wymierania gatunków, z drugiej, niespotykanego dotąd, gwałtownego rozpowszechnienia gatunków inwazyjnych na Ziemi. Gatunki obce często są wprowadzane celowo przez człowieka do danego ekosystemu jako uprawy rolne czy też zwierzęta gospodarskie. Jednak równie często gatunki inwazyjne korzystają z udogodnień oferowanych przez współczesne środki transportu do zdobywania nowych terenów. Te straty w bioróżnorodności określane są jako szóste masowe wymieranie gatunków, porównywalne w swoim zasięgu z pięcioma poprzednimi, tj.: ordowickim (ok. 438 mln lat temu), dewońskim (ok. 374 mln lat temu), permskim (ok. 250 mln lat temu), triasowym (ok. 201 mln lat temu) i kredowym (ok. 66 mln lat temu) (BARNOSKY i współaut. 2011, KOLBERT 2014). Jednak do tej pory każde wielkie wymieranie było spowodowane katastrofą naturalną. W tej chwili nie możemy podać jednej przyczyny, która jest odpowiedzialna za tak szybką utratę bioróżnorodności. Istnieje raczej wiele czynników, które zmieniają środowisko w sposób tak gwałtowny, że gatunki nie są w stanie do tych zmian się przystosować (CEBALLOS i EHRLICH 2018). Raport Światowej Oceny Różnorodności Biologicznej i Usług Ekosystemowych (ang. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services) IPBES z 2019 r. wskazuje, że około milion gatunków roślin i zwierząt jest w tej chwili na skraju wyginięcia spowodowanego różnego typu oddziaływaniami antropogenicznymi.

W ciągu ostatnich 500 lat wyginęło co najmniej 80 gatunków ssaków (BARNOSKY i współaut. 2011), 182 gatunki ptaków, w tym 4 od 2000 r. (REGAN i współaut. 2015, BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017), 33 gatunki gadów [kategorie EX (gatunek wymarły) i EW (gatunek wymarły na wolności), IUCN RED LIST 2019, 34 gatunki płazów (IUCN 2019), a według Global Amphibian Assessment (www.globalwildlife.org/project/global-amphibian-assessment/) aż 168 gatunków, co czyni płazy najbardziej zagrożonymi wymarciem wśród wszystkich kręgowców. Wśród bezkręgowców w tych kategoriach znajdują się 63 gatunki owadów, 32 gatunki małży oraz 281 gatunków ślimaków (kategorie Ex i Ew, IUCN RED LIST 2019). Zresztą to właśnie publikacje dotyczące wymierania ślimaków na Hawajach zwróciły uwagę na rozmiar współczesnego wymierania gatunków i rozpoczęły dyskusje dotyczące skutków 6. wielkiego wymierania (RÉGNIER i współaut. 2015a, b). Ekstrapolacja wyników badań do-

tyczących wymierania hawajskich ślimaków doprowadziła do wniosku, że „kryzys związany z bioróżnorodnością jest prawdziwy” i do tej pory, przez zmiany w środowisku naturalnym spowodowane działalnością człowieka mogło już bezpowrotnie zniknąć nawet 7% wszystkich gatunków na Ziemi, w tym wiele gatunków nauce nieznanych (RÉGNIER i współaut. 2015b).

Oczywiście wymierają nie tylko zwierzęta. Szacuje się, że wyginęło 12 gatunków roślin niższych, 13 gatunków jednoliściennych i 133 dwuliściennych (kategorie EX i EW, IUCN RED LIST 2019). Przeróżające są również prognozy dotyczące przeżycia organizmów na Ziemi. Ocenia się, że roślin zagrożonych wyginięciem (Kategorie CR, EN i VU) jest około 43%, w porównaniu do pozostałych gatunków tam wymienionych (14.359 z 33.570 gatunków) (IUCN RED LIST 2019). W przypadku zwierząt zagrożonych jest 13.730 (ok. 19%) z 71.861 gatunków, w tym 1.597 z 8.359 gatunków owadów (IUCN RED LIST 2019).

Wśród tych statystyk owady nie robią szczególnego wrażenia. Dlaczego w takim razie ostatnio coraz częściej słychać, że owady należy chronić w sposób szczególny, że to właśnie masowe wymieranie owadów jest tak spektakularne, że możemy nawet mówić o insektagedonie? Po pierwsze powinniśmy spojrzeć nie tylko na statystyki związane z wymieraniem poszczególnych gatunków, ale na ogólną tendencję w danej grupie organizmów. Ostatnie badania wskazują, że owady wymierają osiem razy szybciej niż ssaki, ptaki czy gady (PIMM i współaut. 2014), w zatrważającym tempie spada również liczebność ich populacji. W Niemczech, podczas wykonywania rutynowych prac polegających na monitoringu obszarów chronionych, naukowcy stwierdzili, że w ciągu 27 lat badań tych samych terenów, biomasa owadów spadła o 76%, a w połowie lata spadek dotyczący biomasy owadów latających wynosił nawet 82% (HALLMANN i współaut. 2017). Podobne tendencje zaobserwowano na całym świecie. SÁNCHEZ-BAYO i WYCKHUYS (2019) w pracy przeglądowej porównali 73 długookresowe badania owadów i wykazali, że tempo utraty bioróżnorodności w tej grupie zwierząt jest na tyle duże, że w ciągu następnych kilku lat może dojść do wyginięcia 40% gatunków owadów na świecie. W ekosystemach lądowych najbardziej zagrożone są owady z rzędów: Lepidoptera, Hymenoptera i Coleoptera. Główne taksony związane z wodą, takie jak: Odonata, Plecoptera, Trichoptera i Ephemeroptera już obecnie, w każdej obserwowanej lokalizacji, utraciły większość ze swojej biomasy i bioróżnorodności gatunkowej. Zatrważające jest to,

że wymieranie dotyczy nie tylko gatunków wyspecjalizowanych, związanych z jedną zagrożoną niszą ekologiczną, ale również wielu gatunków kosmopolitycznych (SÁNCHEZ-BAYO i WYCKHUYS 2019).

Niektórzy badacze kwestionują ogrom zjawiska opisanego przez SÁNCHEZ-BAYO i WYCKHUYS (2019), wskazując na niewłaściwe dobraną metodyka badawczą i błędy w obliczeniach (KOMONEN i współaut. 2019), jednak spadek biomasy i bioróżnorodności owadów jest obserwowany od dawna. Spójrzmy chociażby na owady zapylające, które są grupą dosyć dobrze przebadaną ze względu na usługi jakie świadczą dla ekosystemu. Ponad 87% roślin okrytonasiennych jest zapylana przez zwierzęta, takie jak owady, z pszczołą miodną na czele, oraz w mniejszym stopniu przez ptaki, ssaki i gady. Plonowanie 70% ze 124 gatunków uprawnych zależy od owadów zapylających (KLEIN i współaut. 2007, EILERS i współaut. 2011). Bez zapylania plony owoców spadłyby o ok. 40%, a warzyw o 16% (KLEIN i współaut. 2007). Owady społeczne: pszczoły miodne, trzmielce czy pszczoły bezżądłowe, ze względu na liczbę osobników tworzących rodziny, są dominującymi owadami zapylającymi wielu ekosystemów (VELTHUIS i VAN DOORN 2006, POTTS i współaut. 2010, BREEZE i współaut. 2011, PITTS-SINGER i CANE 2011). Niestety, obecnie wymierają nawet zapylacze, które są pielęgnowane i dogłądane przez ludzi. To właśnie wśród rodzin pszczelich odnotowano pierwsze znaczące straty, które wskazywały na postępujący kryzys wśród owadów (OLDROYD 2007, NEUMANN i CARRECK 2010, POTTS i współaut. 2010, LEE i współaut. 2015). W połowie listopada 2006 r. pszczelarz, zimujący pszczoły na Florydzie zgłosił, że z nieznaney przyczyny stracił ponad 90% rodzin pszczelich. Następnie straty rodzin zgłaszali właściciele dużych komercyjnych pasiek, zimujących pszczoły w Kalifornii, Oklahomie i Teksasie. Ich doniesienia o stratach były bardzo zróżnicowane, wahały się od 30% do 90% rodzin pszczelich, przy czym rodziny, które przeżywały były bardzo mocno osłabione, niezdolne do zapylania czy też produkcji miodu. Wtedy straty rodzin odnotowano także w pięciu kanadyjskich prowincjach, kilku krajach europejskich, krajach Ameryki Południowej i Środkowej oraz Azji. Zjawisko to było na tyle alarmujące, tajemnicze i jednocześnie powszechne, że zyskało własną nazwę „zespół masowego ginięcia pszczoły miodnej” (ang. colony collapse disorder, CCD). Zespół ten jest tajemniczy, ponieważ głównym jego objawem jest mała liczba dorosłych pszczoł w ulu, przy czym w pobliżu ula nie obserwuje się martwych robotnic. Pszczoły wylatują i już do

uli nie wracają. Wśród pszczoł, które zostają w ulu, nie widać oznak chorób, bytowania szkodników czy pasożytów. Często w ulu jest wystarczająca ilość pokarmu oraz pozostają zdrowe larwy i czerw pszczeli (OLDROYD 2007, NEUMANN i CARRECK 2010, POTTS i współaut. 2010b, LEE i współaut. 2015, GILL i współaut. 2016). Od lat dziewięćdziesiątych straty rodzin pszczelich utrzymują się na stałym poziomie, osiągając 17-20% rocznie (CCD STEERING COMMITTEE, 2012). Ginięcie pszczoł miodnych było jednak obserwowane od dawna; pierwsze przypadki przypominające symptomy CCD zostały opisane w 1906 r. wśród rodzin pszczelich utrzymywanych na wyspie Wight, należącej do archipelagu Wysp Brytyjskich. W latach 1905-1919 wyginęło tam 90% wszystkich rodzin pszczelich. Następnie straty rodzin rozprzestrzeniły się na resztę Wielkiej Brytanii i Irlandię. Ta niespodziewana śmierć pszczoł była tłumaczona przez połączony efekt różnych czynników, w tym niekorzystnej pogody, zbyt intensywnego (rabunkowego) prowadzenia gospodarki pasiecznej, czy też inwazji świdraka pszczelego (*Acarapis woodi*), ale do chwili obecnej nie ma jednoznacznie ustalonej przyczyny tego zjawiska (NEUMANN i CARRECK 2010). Od tamtej pory wszystkie straty pszczoł w Wielkiej Brytanii, wywołane z dowolnej przyczyny przypisywano „chorobie z wyspy Wight” (BAILEY 2002).

Istnieje wiele czynników powodujących pogarszanie się stanu zdrowia pszczoł miodnych, których synergistyczny efekt może być odpowiedzialny za CCD. Między innymi należą do nich: pasożyty, długotrwałe susze lub brak słońca, zwłaszcza przy niskich temperaturach, intensyfikacja rolnictwa, niedożywienie owadów powodowane przez monokultury, niewłaściwe stosowanie pestycydów, zwiększone wykorzystanie nawozów i częstotliwość działań agronomicznych oraz choroby wirusowe, bakteryjne i grzybowe. Dużą rolę w wymieraniu rodzin pszczelich przypisuje się tzw. najeźdźcom z południowo-wschodniej Azji, takim jak: *Varroa destructor*, *Vespa velutina* czy *Nosema ceranae*. Roztocz dręcz pszczeli (*V. destructor*) pierwotnie występował tylko w Azji na pszczole wschodniej (*Apis cerana*), jednak obecnie jest spotykany na całym świecie, z wyłączeniem Australii i niektórych wysp Pacyfiku. Odpowiada za katastrofalne w skutkach porażenia pszczoł miodnych w Europie (ZEMENE i współaut. 2015). *Vespa velutina*, nazywana też azjatyckim lub żółtonogim szerszeniem, została przypadkowo sprowadzona z Chin do południowej Francji i rozprzestrzeniła się błyskawicznie w krajach Europy Zachodniej, takich jak: Francja, Hiszpania, Portugalia i Włochy (MONCEAU i współaut. 2014). *Nose-*

ma ceranae przywędrowała z Tajwanu i jest sprawcą tzw. nosemozy C (HIGES i współaut. 2010). Gatunek ten został opisany stosunkowo niedawno, bo w 1996r., jako pasożyt pszczoły wschodniej (*A. cerana*), która występuje endemicznie w gorącym i wilgotnym klimacie Azji (FRIES i współaut. 1996). Pierwsze naturalne zakażenie pszczoły miodnej powodowane przez *N. ceranae* odnotowano wśród pszczoł utrzymywanych na Tajwanie (HUANG i współaut. 2005). Gdy tylko pasożyt „przeskoczył” na nowego gospodarza, czyli z pszczoły wschodniej na pszczołę miodną, to bardzo szybko, praktycznie w ciągu 10 lat, rozprzestrzenił się na całej kuli ziemskiej i sieje spustoszenie wśród rodzin pszczelich na całym świecie (HIGES i współaut. 2006, PTASZYŃSKA i MULENKO 2013). Ostatnio odkryto trzeciego pasożyta z rodzaju *Nosema*, który atakuje pszczoły; jest to *N. neumannii* (CHEMUROT i współaut. 2017). Na razie pasożyt ten obserwowany jest tylko w Ugandzie, ale jeśli weźmiemy pod uwagę, że *N. ceranae* z Tajwanu zawładnęła całym światem, to zagrożenie inwazją nowego pasożyta jest olbrzymie. Na pewno za szybkie rozprzestrzenianie się pasożytów tego typu odpowiedzialny jest niekontrolowany handel pszczolami, matkami pszczelimi czy nawet kwiatami i owocami oraz turystyka.

Oczywiście, wszystkie takie czynniki, jak degradacja siedlisk, postępujące urbanizacja, nowe inwazyjne gatunki pasożytnicze czy drapieżne, które opisywane są jako przyczyny ginięcia pszczoł miodnych, powodują również wymieranie innych owadów, szczególnie tych wysoko wyspecjalizowanych o małej plastyczności fenotypowej. Trzeba pamiętać, że owady są ważne nie tylko z powodu zapylania, a ich rola w ekosystemach jest kluczowa dla sprawnego funkcjonowania takich procesów jak: rozkład i obieg składników odżywczych, procesy glebotwórcze, obieg pierwiastków, biologiczna kontrola gatunków niepożądanych, a także są fundamentem wielu łańcuchów troficznych (LOSEY i VAUGHAN 2006). Obserwowany spadek biomasy owadów, widoczny w całym sezonie wegetacyjnym i niezależny od typu siedliska lub krajobrazu sugeruje, że należy wziąć pod uwagę jakieś czynniki, które na dużą skalę zwiększają wymieranie owadów. Jednocześnie nikt nie jest w stanie wskazać jednej przyczyny tego zjawiska. Z pewnością czynniki, które są odpowiedzialne za insektagedon, wpływają również na pozostałe organizmy i powodują ogólny spadek bioróżnorodności roślin, owadów, płazów, ptaków, ssaków i innych gatunków obecnych „od zawsze” w naszym krajobrazie (FOX 2013, BENTON i współaut. 2002, THOMAS i współaut. 2004, HALLMANN i współaut. 2014). Jeśli

weźmiemy pod uwagę, że w przeciągu 100 lat niektóre gatunki utraciły do 80% wcześniej zajmowanych terenów, to zdaniem niektórych naukowców mogło to doprowadzić do wyginięcia nawet do 50% populacji lokalnych (CEBALLOS i współaut. 2017, CEBALLOS i EHRLICH 2018). W ciągu ostatnich 100 lat wymarło prawie 200 gatunków kręgowców, co stanowi stratę około 2 gatunków rocznie. Obecna szybkość wymierania gatunków jest nieporównywalna z żadnym okresem w historii Ziemi, oprócz okresów wymierań spowodowanych katastrofami naturalnymi. Przy średniej ekstynkcji gatunków ustalonej dla ostatnich 2 milionów lat, wyginiecie 200 gatunków kręgowców powinno zająć nie jedno stulecie, ale co najmniej 10.000 lat (PIMM i współaut. 2014, CEBALLOS i współaut. 2015). Również liczebność populacji w tym okresie spadła drastycznie. Jeśli spojrzymy np. na ssaki, to obecnie 60% ich biomasy stanowią zwierzęta gospodarskie, następne 36% to ludzie i tylko 4% stanowią dzikie gatunki ssaków (BAR-ON i współaut. 2018). Podobnie spada liczebność populacji i bioróżnorodność w innych grupach organizmów i z tych właśnie powodów współczesne znikanie gatunków odpowiada definicji masowego wymierania nawet w najwęższych jego definicjach (BARNOSKY i współaut. 2011, WILLIAMS i współaut. 2015).

Niektórzy naukowcy krytykują jednak koncepcję nowej epoki jako ideę zbyt antropocentryczną i przypisującą ludziom zbyt dużą rolę w historii Ziemi (MALM i HOTNBORG 2014). Inni uważają, że podobne wymierania gatunków były już w przeszłości, obecne nie różni się od innych i jest kolejnym etapem ewolucji (THOMAS 2017). Jednak należy podkreślić, że tempo przemian jakim ulega obecnie biosfera jest bardzo szybkie. Za większość tych przemian odpowiedzialni są ludzie, którzy bez zrozumienia wszystkich procesów ekologicznych, wykorzystują zasoby Ziemi do swoich potrzeb. Niewątpliwie też należy podjąć odpowiednie działania zmierzające do ochrony Ziemi i organizmów żywych (CEBALLOS i EHRLICH 2018). Niedostrzeganie rosnącego problemu na pewno nie rozwiąże sytuacji, albo rozwiąże ją na tyle radykalnie, że również człowiek znajdzie się wśród gatunków zagrożonych.

Streszczenie

Żyjemy w epoce wielkich przemian spowodowanych przez człowieka zarówno w geologii Ziemi, jak i w ekosystemach. Zmiany te są na tyle istotne, że jesteśmy świadkami narodzin nowej epoki, antropocenu. Epoka ta napędzana jest „Wielkim Przyspieszeniem”, w którym wzrostowi ulega przede wszystkim populacja ludzka, co skutkuje w drastycznym zwiększeniu zapotrzebowania na energię, ziemię i wodę. Rozrastająca się populacja ludzka wkracza na tereny dotąd zamieszkiwane przez

inne organizmy i wypiera je z ich naturalnych siedlisk. Doprowadziło to do szóstego wielkiego wymierania i in-sektagedonu. Tempo przemian jakim ulega obecnie bios-fera jest bardzo szybkie i niewątpliwie należy podjąć od-powiednie działania zmierzające do ochrony Ziemi i or-ganizmów żywych.

LITERATURA

- AMUNDSON R., JENNY H., 1991. *The place of hu-mans in the state factor theory of ecosystems and their soils*. Soil Sci. 151, 99-109.
- BAILEY L., 2002. *The Isle of Wight Disease*. Central Association of Bee-Keepers; Poole, UK.
- BARNOSKY A. D., MATZKE N., TOMIYA S., WOGAN G.O. U., SWARTZ B., QUENTAL T. B., MAR-SHALL C., MCGUIRE J. L., LINDSEY E. L., MA-GUIRE K. C., MERSEY B., FERRER E. A., 2011. *Has the Earths sixth mass extinction already arrived?* Nature 471, 51-57.
- BAR-ON Y. M., PHILLIPS R., MILO R., 2018. *The biomass distribution on Earth*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 115, 6506-6511.
- BENTON T. G., BRYANT D. M., COLE L., CRICK H. Q., 2002. *Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades*. J. Appl. Ecol. 39, 673-687.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2017. *We have lost over 150 bird species since 1500*. www.birdlife.org on 06/07/2019
- BREEZE T. D., BAILEY A. P., BALCOMBE K. G., POTTS S. G., 2011. *Pollination services in the UK: how important are honeybees?* Agr. Eco-syst. Environ. 142, 137-143.
- CCD STEERING COMMITTEE, 2012. *Colony Col-lapse Disorder Progress Report*. United States Department of Agriculture. www.ars.usda.gov/ARSEUserFiles/oc/br/ccd/ccdprogressre-port2012.pdf.
- CEBALLOS G., EHRLICH P. R., 2018. *The misun-derstood sixth mass extinction*. Science 360, 1080-1081.
- CEBALLOS G., EHRLICH P. R., BARNOSKY A. D., GARCÍA A., PRINGLE R. M., PALMER T. M., 2015. *Accelerated modern human-induced spe-cies losses: Entering the sixth mass extinction*. Sci. Adv. 1, e1400253.
- CEBALLOS G., EHRLICH P. R., DIRZO R., 2017. *Bi-ological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 114, E6089-E6096.
- CHEMUROT M., SMET L., BRUNAIN M., DE RYCKE R., DE GRAAF D. C., 2017. *Nosema neuman-ni n. sp. (Microsporidia, Nosematidae), a new microsporidian parasite of honeybees, Apis mellifera in Uganda*. Europ. J. Protistol. 61, 13-19.
- CRUTZEN P. J., 2002. *Geology of mankind*. Nature 415, 23.
- CRUTZEN P. J., STOERMER E. F., 2000. *The An-thropocene*. Global Change Newslett. 41, 17-18.
- DAZZI C., LO PAPA G., 2015. *Anthropogenic soils: general aspects and features*. Ecocycles 1, 3-8.
- EILERS E. J., KREMEN C., GREENLEAF S. S., GAR-BER A. K., KLEIN A.-M., 2011. *Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply*. PLoS One 6, e21363.
- FOX R., 2013. *The decline of moths in Great Brit-ain: a review of possible causes*. Insect Con-serv. Divers. 6, 5-19.
- FRIES I., FENG F., SILVA A. D., SLEMENDA S. B., PIENIAZEK N. J., 1996. *Nosema ceranae n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee Apis cerana (Hymenoptera, Apidae)*. Eur. J. Protistol. 32, 356-365.
- GILL R. J., BALDOCK K. C. R., BROWN M. J. F. i współaut. 2016. *Protecting an ecosystem ser-vice: approaches to understanding and miti-gating threats to wild insect pollinators*. Adv. Ecol. Res. 53, 22.
- HALLMANN C. A., FOPPEN R. P., VAN TURNHOUT C. A., DE KROON H., JONGEJANS E., 2014. *De-clines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations*. Nature 511, 341-343.
- HALLMANN C. A., SORG M., JONGEJANS E., SIE-PEL H., HOFLAND N., SCHWAN H. i współaut., 2017. *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protect-ed areas*. PLoS One 12, e0185809
- HIGES M., MARTÍN R., MEANA A., 2006. *Nosema ceranae, a new microsporidian parasite in honey bees in Europe*. J. Invertebr. Pathol. 92, 93-95.
- HIGES M., MARTÍN-HERNÁNDEZ R., MEANA A., 2010. *Nosema ceranae in Europe: an emergent type C nosemosis*. Apidologie 41, 375-392.
- HUANG W. F., JIANG J. H., WANG C. H., 2005. *Nosema ceranae infection in Apis mellifera*. 38th Annual Meeting of Society for Inverte-brate Pathology, Anchorage, Alaska.
- IUCN RED LIST 2019, IUCN SPECIES SURVIVAL COM-MISSION. *Guidelines for Application of IUCN Red List criteria at regional and national lev-els*. Table 3a and 3b; Last Updated: 18 July 2019 <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>.
- IUSS WORKING GROUP WRB, 2015. *World reference base for soil resources 2014, update 2015. In-ternational soil classification system for nam-ing soils and creating legends for soil maps*. <http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.
- KLEIN A.-M., VAISSIERE B. E., CANE J. H., STEF-FAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S. A., KREMEN C., TSCHARNTKE T., 2007. *Importance of polli-nators in changing landscapes for world crops*. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 274, 303-313.
- KOLBERT E., 2014. *The Sixth Extinction: An Un-natural History*. Henry Holt and Company.
- KOMONEN A., HALME P., KOTIAHO J. S. 2019. *Alarmist by bad design: Strongly popularized unsubstantiated claims undermine credibility of conservation science*. Rethinking Ecol. 4, 17-19.
- LEE K. V., STEINHAEUER N., RENNICH K., WILSON M. E., TARPY D.R., CARON D. M., ROSE R., DELAPLANE K. S., BAYLIS K., LINGERICH E. J., PETTIS J., SKINNER J. A., WILKES J.T., SAGILI R., VAN ENGELSDORP D., 2015. *A national sur-vey of managed honey bee 2013-2014 annual colony losses in the USA*. Apidologie 46, 292-305.
- LOSEY J. E., VAUGHAN M., 2006. *The economic value of ecological services provided by in-sects*. BioScience 56, 311-323.
- MALM A., HORNBERG A., 2014. *The geology of mankind? A critique of the Anthropocene nar-rative*. Anthropocene Rev. 1, 62-69.
- MCNEILL J. R., 2014. *The Great Acceleration: An Environmental History of the Anthropocene since 1945*. Cambridge: Harvard University Press.
- MONCEAU K., BONNARD O., THIÉRY D. 2014. *Ves-pa velutina: a new invasive predator of honey-bees in Europe*. J. Pest. Sci. 87, 1-6.

- NEUMANN P., CARRECK N. L., 2010. Honey bee colony losses. *J. Apicul. Res.* 49, 1-6.
- OLDROYD B. P., 2007. What's killing American honey bees? *PLoS Biol.* 5, 1195-1199.
- PIMM S. L., JENKINS C. N., ABELL R., BROOKS T. M., GITTLEMAN J. L., JOPPA L. N., RAVEN P. H., ROBERTS C. M., SEXTON J. O., 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 344, 1246752.
- PITTS-SINGER T. L., CANE J. H., 2011. The alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*: the world's most intensively managed solitary bee. *Annu. Rev. Entomol.* 56, 221-237.
- POTTS S. G., ROBERTS S. P. M., DEAN R., MARRIS G., BROWN M. A., JONE R., NEUMANN P., SETTELE J., 2010. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *J. Apicul. Res.* 49, 15-22.
- PTASZYŃSKA A.A., MULENKO W., 2013. Wybrane aspekty budowy, taksonomii oraz biologii rozwoju mikrosporydiów z rodzaju *Nosema*. *Medycyna* 69, 716-726.
- REGAN E. C., SANTINI L., INGWALL-KING L., HOFFMAN M., RONDININI C., SYMES A., TAYLOR J., BUTCHART S. H. M., 2015. Global trends in the status of bird and mammal pollinators. *Conserv. Lett.* 8, 397-403.
- RÉGNIER C., BOUCHET P., HAYES K. A., YEUNG N. W., CHRISTENSEN C. C., CHUNG D. J. D., FONTAINE B., COWIE R. H., 2015a. Extinction in a hyperdiverse endemic Hawaiian land snail family and implications for the underestimation of invertebrate extinction. *Conserv. Biol.* 29, 1715-1723.
- RÉGNIER C., ACHAZ G., LAMBERT A., COWIE R.H., BOUCHET P., FONTAINE B., 2015b. Mass extinction in poorly known taxa. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 112, 7761-7766.
- RUDDIMAN W. F., 2003. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. *Climatic Change* 61, 261-293.
- SÁNCHEZ-BAYO F., WYCKHUYS K. A.G., 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biol. Conservation* 232, 8-27.
- SMITH B. D., ZEDER M. A., 2013. The onset of the Anthropocene. *Anthropocene* 4, 8-13.
- STEFFEN W., BROADGATE W., DEUTSCH L., GAFFNEY O., LUDWIG C., 2015. The trajectory of the Anthropocene: The great acceleration. *Anthropocene Rev.* 2, 81-98.
- SUBRAMANIAN M., 2019. Anthropocene now: influential panel votes to recognize Earth's new epoch. *Nature news*, doi: 10.1038/d41586-019-01641-5.
- THOMAS C. D., 2017. *Inheritors of the Earth*. Hachette, UK.
- THOMAS J. A., TELFER M. G., ROY D. B., PRESTON C. D., GREENWOOD J., ASHER J. i współaut., 2004. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science* 303, 1879-1881.
- VELTHUIS H. H. W., VAN DOORN A., 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie* 37, 421-451.
- WALKER M., GIBBARD P., HEAD M. J., BERKELHAMMER M., BJÖRCK S., CHENG H., Cwynar L. C., FISHER D., Gkinis V., LONG A., LOWE J., NEWNHAM R., RASMUSSEN S. O., WEISS H., 2019. Formal Subdivision of the Holocene Series/Epoch: A Summary. *J. Geol. Soc. India* 93, 135-151.
- WILLIAMS M., ZALASIEWICZ J., HAFF P. K., SCHWÄGERL C., BARNOSKY A. D., ELLIS E. C., 2015. The Anthropocene biosphere. *Anthropocene Rev.* 2, 196-219.
- ZALASIEWICZ J., WATERS C.N., WILLIAMS M., BARNOSKY A. D., CERREATA A., CRUTZEN P., ELLIS E., ELLIS M.E., FAIRCHILD I. J., GRINEVALD J., HAFF P.K., HAJDAS I., LEINFELDER R., MC NEILL J. i współaut., 2015. When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quarter. Int.* 383, 196-203.
- ZALASIEWICZ J., WATERS C. N., SUMMERHAYES C. P., WOLFE A. P., BARNOSKY A. D., CEAREATA A., CRUTZEN P., ELLIS E., FAIRCHILD I. J., GAŁUSZKA A. i współaut., 2017. The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. *Anthropocene* 19, 55-60.
- ZEMENE M., BOGALE B., DERSO S., BELETE S., MELAKU S., HAILU H., 2015. A review on varroa mites of honey bees. *Acad. J. Entomol.* 8, 150-159.

KOSMOS Vol. 68, 4, 553–560, 2019

ANETA A. PTASZYŃSKA

Faculty of Biology and Biotechnology, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Akademicka 19 Str., 20-033 Lublin, E-mail: aneta.ptaszynska@poczta.umcs.lublin.pl

ANTHROPOCENE, GREAT ACCELERATION AND INSECTAGEDDON

Summary

We are living in the epoch of major man-induced changes visible both in the Earth geology and in its ecosystems. These changes are so fundamental that we are presently witnessing the birth of the new epoch – the Anthropocene. This era is driven by a “Great Acceleration” i.e. the human population growing rapidly, which results in a drastic increase in the demand for energy, land and water. The expanding human population penetrates areas previously inhabited by other organisms and displaces them from their natural habitats. This leads to the sixth mass extinction and the Insectageddon. The rate at which the biosphere is currently changing is very rapid and undoubtedly, more action needs to be taken to protect the Earth and its living organisms.

Keywords: Anthropocene, Great Acceleration, Insectageddon, sixth species extinction