

STANISŁAW KNUTELSKI

Uniwersytet Jagielloński, Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych, Zakład Entomologii
e-mail: s.knutelski@uj.edu.pl

RÓŻNORODNOŚĆ BIOTYCZNA DOBROSTANEM LUDZKOŚCI

Praca przedstawia rozumienie terminu „biodiversity” oraz koncepcję różnorodności biotycznej wraz z jej trzema podstawowymi poziomami, podając odpowiednie przykłady. Podkreślono znaczenie bioróżnorodności gwarantującej człowiekowi dobrostan oraz rozwój gospodarczy i wypoczynek, jednocześnie sygnalizując zagrożenia wynikające z niewłaściwej działalności człowieka, szczególnie w rolnictwie.

Słowa kluczowe: różnorodność biotyczna, życie, ekosystemy, gatunki, geny, dobrostan, człowiek

„Oto wam daję wszelką roślinę przynoszącą ziarno po całej ziemi i wszelkie drzewo, którego owoc ma w sobie nasienie: dla was będą one pokarmem. A dla wszelkiego zwierzęcia polnego i dla wszelkiego ptactwa w powietrzu, i dla wszystkiego, co się porusza po ziemi i ma w sobie pierwiastek życia, będzie pokarmem wszelka trawa zielona” [Rdz. 1, 29-30 „Biblia Tysiąclecia”]

I. WSTĘP

W naukach przyrodniczych należących do nauk ścisłych, wymagane jest stosowanie właściwej terminologii do adekwatnego wyrażania meritum. Zaczniemy więc od wyjaśnienia sensu pojęcia „biodiversity” i przyczynę zastosowania tu polskiego terminu „różnorodność biotyczna”, zwłaszcza że, ogólna świadomość jego znaczeniu jest daleka od ideału.

Do określenia całości różnorodności życia na Ziemi użyto po raz pierwszy angielskiego terminu „biological diversity” [Dasmann 1968]. Pojęcie to zostało powszechnie przyjęte dopiero w latach 80-tych XX wieku [Soulé i in. 1980]. Przedtem stosowano pospolicie termin „natural diversity”, który wprowadzono w 1975 r. We wczesnych latach 80-tych większość naukowców opowiadała się za używaniem określenia „biological diversity” [Jenkins i in. 2011]. Obejmujący ten sam sens termin „biodiversity” został zaproponowany po raz pierwszy przez Wilsona [1988] i od tego czasu zyskiwał szerokie uznanie oraz zastosowanie wśród biologów, ekologów, przywódców politycznych, a także wielu innych grup osób zainteresowanych tym zagadnieniem. Podczas międzynarodowej konferencji Narodów Zjednoczonych pt. „I Szczyt Ziemi” w Rio de Janeiro (w 1992 roku), pojęcie „biodiversity” zyskało znaczenie globalne i właściwy sobie status, nie tylko prawny. Jego oryginalna definicja w języku angielskim brzmi następująco: „The variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems”. Możemy to przetłumaczyć jako: „Zmienność organizmów żywych pochodzących zewsząd, włączając między innymi, ekosystemy lądowe, morskie i inne ekosystemy wodne, oraz zespoły

ekologiczne, których część stanowią; obejmuje to różnorodność wewnątrzgatunkową, międzygatunkową i ekosystemów”.

W efekcie „I Szczytu Ziemi” powstało wiele programów dotyczących badań różnorodności biotycznej, zarówno w zakresie lokalnym, jak i globalnym. Spośród nich wiodącą rolę ma obecnie GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) powstały w 1996 roku. Ideą tego programu jest gromadzenie, porządkowanie, przetwarzanie i powszechne udostępnianie poprzez Internet wszelkich informacji dotyczących zróżnicowania życia na wszystkich jego poziomach organizacji, a szczególnie na poziomie organizmalnym. Polska przyłączyła się do GBIF w marcu 2001 roku jako tzw. członek stowarzyszony, tworząc KSIB (Krajową Sieć Informacji o Bioróżnorodności). Obecnie jest już członkiem stałym z prawem głosu.

Angielskie słowo „*biodiversity*” zostało szybko przetłumaczone na język polski jako „bioróżnorodność” i termin ten zrobił karierę w środkach masowego przekazu. Podobnie jak wiele innych angielskich słów podchwyconych i rozpowszechnianych przez media „bioróżnorodność” jest tłumaczeniem językowo błędnym, ponieważ nie powinno się łączyć obcojęzycznego przedrostka z rodzimym rdzeniem [Weiner 2007]. Nie najlepszym jest też inne polskie określenie - „różnorodność biologiczna”, które rozpowszechniła prawdopodobnie książka pt. „Różnorodność biologiczna Polski” [Andrzejewski i Weigle 2003]. Biologia jest nauką o życiu i logicznie rozumując można by pomyśleć, że termin „różnorodność biologiczna” oznacza różnorodność nauki o życiu, a tak przecież nie jest. Żeby więc lepiej oddać sens właściwego rozumienia słowa „*biodiversity*” Weiner [2007] zaproponował termin „różnorodność biotyczna” lub „różnorodność życia”. Oba wydają się najbardziej trafne, gdyż ujmują sedno znaczenia tego pojęcia. Słowo „*biodiversity*” składa się bowiem z dwóch członów: „*bio*” i „*diversity*”. Pierwszy z nich pochodzi od greckiego słowa „*bios*”, co oznacza życie, ale może też być kojarzony z terminem „biota”. Ten ostatni termin obejmuje wszystkie organizmy żyjące na Ziemi lub w danym regionie geograficznym w określonym czasie i w dowolnym środowisku (morskie, lądowe, słodkowodne), niezależnie od ich powiązań ekologicznych. Są to, zarówno wirusy, organizmy bezjądrowe (Prokaryota np. bakterie), jak również jądrowe (Eucaryota): pierwotniaki, glony, grzyby, rośliny i zwierzęta. Do królestwa tego ostatniego zalicza się także ludzki gatunek *Homo sapiens*. Natomiast słowo „*diversity*” oznacza różnorodność, zmienność, różnorodność, itp.

Terminy „bioróżnorodność” i „różnorodność biologiczna” jednak się utrwaliły, zarówno w wielu opracowaniach naukowych, popularnonaukowych, jak też innych dokumentach, że są powszechnie stosowane w mediach. Trudno więc chyba będzie je wyeliminować z użycia. Zresztą, nie chodzi o to aby na siłę kogoś przekonywać do terminu „różnorodność biotyczna”, choć powinnością nauczyciela akademickiego jest uświadamianie, jak ważne jest poprawne stosowanie terminologii i proponowanie alternatywnego wyboru. Wszak, nie tylko w nauce, ale i w życiu, lepsze powinno wypierać dobre. Jeżeli więc po raz pierwszy użyjemy poprawnego określenia „różnorodność biotyczna” lub „różnorodność życia”, to pozostałe dwa terminy – „bioróżnorodność” lub „różnorodność biologiczna”, możemy traktować jako synonimy.

Celem opracowania jest przedstawienie ewolucji pojęcia „*biodiversity*”, także w języku polskim, wyjaśnienie jego rozumienia oraz zobrazowanie różnorodności biotycznej jako dobrostanu ludzkości.

II. RÓŻNORODNOŚĆ BIOTYCZNA I JEJ POZIOMY

Czym jest zatem „*biodiversity*”? Przytoczona wcześniej oryginalna definicja tego pojęcia jest obszerna i ogólnikowa, ujmując niemal wszystko ale nie wiele wyjaśnia. Stąd być może świadomość jego znaczenia wśród społeczności Europy jest mała. Według Komisji Europejskiej [Komisja Europejska...], co trzeci mieszkaniec kontynentu słyszał o różnorodności biotycznej,

ale zaledwie 5% z nich rozumie co to pojęcie oznacza. Stan świadomości dorosłych Polaków o „różnorodności biologicznej” nie jest lepszy [MillwardBrown SMG/KRC 2010]. Z określeniem tym spotkało się jedynie 19% ankietowanych. Wyrażenie to nie jest im obce, jednakże fakt ten nie świadczy o właściwym jego zrozumieniu. Termin „różnorodność biologiczna” lub „bioróżnorodność” Polacy rozumieją, np. jako: „całokształt: natura, biologia - 15%” (spośród tych, którzy mieli styczność z tym terminem), „różnice między organizmami – 14%, rośliny – 12%, zwierzęta – 12%, człowiek – 7%, ochrona – 3%, zmiany gatunków, mutacje – 2%, inne elementy środowiska – 1%, inne 1%” (*idem*). Pozostałe 54% z tych, którzy mieli styczność z tym pojęciem, nie potrafiło powiedzieć jak rozumieją ten termin. Pociuszające jest jednak to, że 73% spośród ankietowanych Polaków odczuwa, że bioróżnorodność jest czymś ważnym, a problem jej ochrony jest „ważny” (*idem*).

W świecie naukowym termin „bioróżnorodność” jest zwykle stosowany w odniesieniu do bogactwa gatunkowego, czyli liczby gatunków żyjących na jakimś obszarze lub wszystkich gatunków zasiedlających Ziemię. Takie podejście spłyca znaczenie terminu, gdyż badania naukowe różnorodności życia, to nie tylko spisywanie możliwie kompletnych list gatunków oraz poznawanie ich różnorodności, bogactwa, wartości wskaźników bioróżnorodności, czy też struktury dominacji gatunków o różnych wymaganiach siedliskowych i pokarmowych. Są to także poszukiwania ogólnych praw rządzących koegzystencją gatunków tworzących zespoły biotyczne oraz poznawanie zmienności genetycznej gatunków na poziomie molekularnym, jako wyraz przemian mikroewolucyjnych wynikających z adaptacji siedliskowych. Według Rozensweiga [1995] różnorodność biotyczna obejmuje wszystkie organizmy na Ziemi: zwierzęta, rośliny, grzyby, glony, pierwotniaki i mikroorganizmy, wraz z ich zmiennością genetyczną i fenotypową, a także zespoły (zbiorowiska, zgrupowania) i ekosystemy tych organizmów, które je razem tworzą. Podobnie rozumienie pojęcia przyjmują także niektórzy autorzy polscy [Sienkiewicz 2010, Symonides 2014]. Można by więc w skrócie powiedzieć, że „różnorodność biotyczna” to całość ziemskiego życia na wszystkich poziomach jego organizacji (genetyczny, gatunkowy, ekosystemowy) wraz z bogactwem jego form i procesów. Inaczej mówiąc, jest to różnorodność (zmienność, różnorodność) i bogactwo przyrody świata, na które składają się wszystkie organizmy morskie oraz lądowe wraz z ich siedliskami i genami. Dotyczy to nie tylko „dzikiej przyrody” ale też tej ukształtowanej poprzez różnego rodzaju działania człowieka, który jest ważną częścią globalnej bioróżnorodności. Żeby jeszcze lepiej zrozumieć strukturę i funkcjonowanie oraz dobrostan człowieka wynikający z różnorodności życia, potrzebne jest krótkie omówienie tych trzech podstawowych jej poziomów.

RÓŻNORODNOŚĆ GENETYCZNA

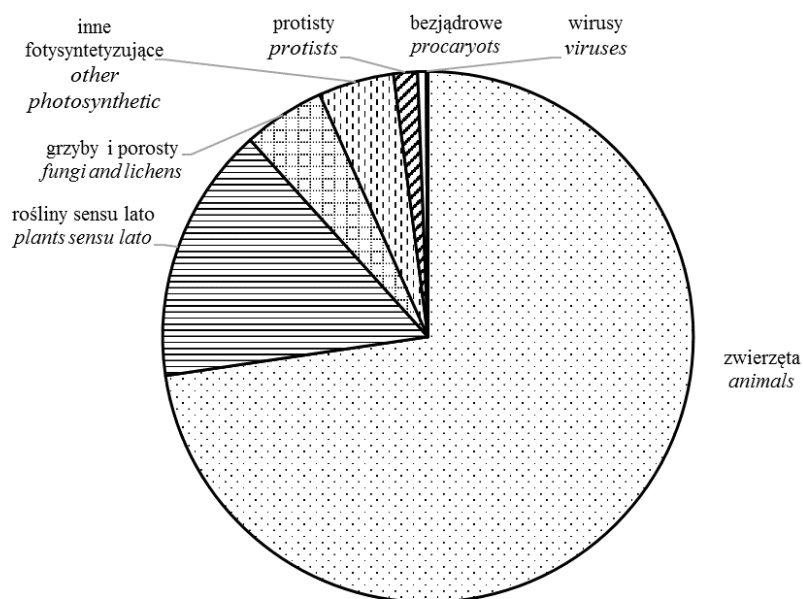
Różnorodność genetyczna nazywana jest także różnorodnością: molekularną, komórkową, osobniczą, wewnątrzgatunkową, wewnątrzpopulacyjną lub też zmiennością genetyczną i obejmuje, zarówno wielorakość zasobów genowych różnych gatunków, jak też zmienność genetyczną w obrębie danego gatunku. Odnosi się do zmienności alleli w puli genowej, wymiany genów, struktury chromosomów, dynamiki genomu oraz mutacji zachodzących w obrębie jednego gatunku. Reprezentujące dany gatunek osobniki mogą się różnić np. genotypem i wykazywać polimorfizm genetyczny. Są jednak i takie, które pod względem genotypu są jednakowe, ale mogą się różnić fenotypowo. Na ogół, zmienność genetyczna gatunku zwiększa się wraz ze wzrostem heterogeniczności środowiska, co wynika ze zwiększonych możliwości ekspresji genów w takich warunkach [Frankham 2005, 2016; Sienkiewicz 2010]. Termin „różnorodność genetyczna” dotyczy zarówno niewielkich różnic pomiędzy osobnikami tego samego gatunku, jak i dużych różnic pozwalających na wyodrębnienie w grupie osobników odrębnych taksonów, np. nowych gatunków lub

wyższych jednostek taksonomicznych, np. rodzajów. Genetycznie zróżnicowana jest każda dzika populacja organizmów oraz zwierzęta gospodarskie i rośliny uprawne: wszelkiego rodzaju gatunki, podgatunki, odmiany, rasy oraz formy i aberracje barwne [GDOŚ, System Wymiany Informacji...]. Szacunki wskazują, że całkowita liczba par zasad DNA na Ziemi w przybliżeniu wynosi $5,0 \times 10^{37}$ i waży 50 miliardów ton [Nuwer 2015]. Dla porównania, całkowita masa biosfery została oszacowana na aż 4 tryliony ton węgla [The Biosphere...]. Różnorodność genetyczna populacji dziko żyjących roślin lub zwierząt jest względnie słabo jeszcze poznana. Pod względem zmienności genetycznej zostały najlepiej zbadane rośliny naczyniowe, a szczególnie te o dużym znaczeniu użytkowym, jak np. drzewa: sosna zwyczajna, świerk pospolity, jodła pospolita, buk pospolity, dęby i modrzewie [*idem*]. Ponadto badano głównie gatunki rzadko spotykane, bądź zagrożone w naszym kraju, np. łosia, żubra, czy wisienkę stepową [Sienkiewicz 2010]. Duże znaczenie dla zachowania zasobów genowych ma wiedza o ekotypach, czyli populacjach w obrębie gatunków, które przystosowały się do specyficznych warunków środowiska. Znaczenie więcej danych o zasobach genowych dotyczy roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych. Rozmaitość kierunków i sposobów użytkowania roślin i zwierząt przyczyniła się do wytworzenia olbrzymiej liczby ras, odmian i linii w obrębie poszczególnych gatunków. Szacuje się, że obecnie na świecie występuje ponad 5 tysięcy ras zwierząt gospodarskich, z których ponad 3 tysiące utrzymywanych jest w Europie. W powstaniu tych zasobów genetycznych znaczący udział ma również Polska, np. wyhodowano bydło polskie czerwone – jedyną autochtoniczną rasę krów, dwie rodzime rasy koni - konika polskiego i hucuła, cztery rasy krajowe owiec - polską owcę górską, wrzosówkę, owcę olkuską i świniarkę oraz trzy rasy rodzime świń: puławską, złotnicką pstrą i złotnicką białą [GDOŚ, System Wymiany Informacji...].

RÓŻNORODNOŚĆ GATUNKOWA

Różnorodność gatunkowa stanowi poziom organizmalny (gatunkowy) różnorodności biotycznej i obejmuje zróżnicowanie taksonomiczne oraz bogactwo gatunków wszystkich organizmów Ziemi [ryc. 1, tab. 1-4]. Bywa określana też jako różnorodność taksonomiczna, populacyjna lub międzygatunkowa. Jest podstawową i najczęściej stosowaną miarą różnorodności biotycznej. Niekiedy jest też utożsamiana tylko z bogactwem gatunkowym, co sprowadza się głównie do liczb gatunków, bez uwzględniania ich walorów faunistycznych i taksonomii.

Bioróżnorodność na poziomie organizmu jest najlepiej widoczna wokół nas i chyba najbardziej przyciąga uwagę większości ludzi - szczególnie różnorodność i bogactwo taksonomiczne, np. roślin kwiatowych, czy też ptaków bądź motyli. Gdy 1,8 mln lat temu na Ziemi pojawił się człowiek, zastał on chyba największą różnorodność gatunków, jaka kiedykolwiek występowała w ciągu trwającego ponad 3,6 mld lat rozwoju życia na naszej planecie. Zaczął on powoli poznawać otaczający go świat organizmów i stopniowo nadawać im nazwy, co potem, od czasów Linneusza i Darwina przybrało naukowy charakter. Jednakże, pomimo ponad dwustupięćdziesięcioletniej pracy wielu botaników i zoologów, nawet w przybliżeniu nie wiemy, jak wielka jest różnorodność gatunkowa organizmów żyjących obecnie na Ziemi i chyba nie ma na świecie nikogo, kto potrafiłby podać uwiarygodnioną liczbę wszystkich gatunków. May [1988] podał, że na Ziemi występuje 2 mln gatunków sklasyfikowanych, a szacunkowo może być ich jeszcze od 5 do 50 mln, a nawet więcej. Nowsze źródła dotyczące liczby ogółu gatunków poznanych na naszej planecie są dość rozbieżne i wynoszą od 1 244 360 [Mora i in. 2011] do 1 899 587 [Chapmann 2009].



Ryc. 1. Udział różnorodności gatunkowej głównych grup organizmów na Ziemi [Mora i in. 2011]

Fig. 1. Share of species diversity of major organism groups on Earth [Mora i in. 2011]

Tabela 1 - Table 1

Skatalogowane i przewidywane ogólne liczby gatunków (w tysiącach) najważniejszych grup systematycznych organizmów na Ziemi i w oceanach w roku 2009, zmodyfikowano za Mora i in. [2011] / Catalogued and predicted total number (in thousands) of species major taxonomic organism groups on Earth and in the oceans in 2009, modified after Mora et al. [2011]

Taksony /Taxons	Ziemia / Earth		Oceany / Oceans	
	Skatalogowane Catalogued	Przewidywane Predicted	Skatalogowane Catalogued	Przewidywane Predicted
Eukaryota				
Animalia	953 434	7 770 000	171 082	2 150 000
Chromista	13 033	27 500	4 859	7 400
Fungi	43 271	611 000	1 097	5 320
Plantae	215 644	298 000	8 600	16 600
Protozoa	8 118	36 400	8 118	36 400
Razem / Total	1 233 500	8 740 000	193 756	2 210 000
Prokaryota				
Archaea	502	455	1	1
Bacteria	10 358	9 680	652	1 320
Razem / Total	10 860	10 100	653	1 321
Ogółem / Total	1 244 360	8 750 000	194 409	2 210 000

Według najnowszej (dane z sierpnia 2017) listy kontrolnej podanej w „Katalogu Życia” (*Catalogue of Life checklist*) na Ziemi występuje 1 639 624 gatunków dotychczas poznanych [GBIF ...]. Dane te wydają się najbardziej wiarygodne spośród wszystkich, jakie do

tej pory się ukazały na ten temat, gdyż wszystkie znane obecnie gatunki reprezentujące wszystkie grupy taksonomiczne organizmów naszej planety, ujmowane na tej liście, są opisane i zrewidowane przez zespół wielu specjalistów światowych w zakresie taksonomii. Jednakże wszyscy autorzy są zgodni, że na Ziemi najliczniej reprezentowanym królestwem są zwierzęta, których bogactwo gatunkowe obejmuje blisko 73% całej bioróżnorodności świata [ryc. 1]. Najwięcej jest gatunków reprezentujących taksony eukariotyczne żyjące w środowiskach lądowych [tab. 1]. Bogactwo gatunkowe poszczególnych grup systematycznych jest zróżnicowane, najbardziej różnorodne są taksony bezkręgowców, a szczególnie stawonogi [tab. 2-4]. Wszyscy też uważają, że znamy jedynie część bogactwa gatunkowego naszej planety. Według szacunków, bioróżnorodność świata ocenia się na od 7,7 do około 11, a nawet więcej milionów gatunków. Są i tacy, którzy podają nawet sto milionów! [UNEP-WCMC 2000, Mora i in. 2011, May 2011, *Live Science*...]. Nie tylko nie wiemy ile jest jeszcze nieopisanych gatunków na Ziemi, ale też nie wiemy dokładnie ile gatunków jest już opisanych, gdzie występują i jak są rozmieszczone na naszym globie. Trudność zinwentaryzowania gatunków wydaje się zrozumiała, gdyż bardzo często nie znamy nawet list gatunków występujących w danym kraju, czy jakimś jego regionie geograficznym. Nieraz, pomimo długoletnich i żmudnych badań, nie potrafimy (z bardzo niewieloma wyjątkami) podać nawet kompletnej listy znanych już gatunków, zasiedlających choćby niewielki, pozornie dobrze zbadany fragment powierzchni naszej planety, na przykład skwerek przed wydziałem biologii jakiegoś uniwersytetu.

Tabela 2 - Table 2

Różnorodność gatunkowa strunowców na Ziemi: ? – nieznaną liczbą, wg Chapman [2009], zmodyfikowane / *Species diversity of vertebrates on Earth: ? – unknown, after Chapman [2009], modified*

Główne grupy systematyczne / <i>Major taxonomic groups</i>		Opisane <i>Described</i>	Szacunki <i>Estimated</i>
Chordata	strunowce	64 788	~80 500
Mammalia	ssaki	5 487	~5 500
Aves	ptaki	9 099	>10 000
Reptilia	gady	8 734	~10 000
Amphibia	płazy	6 515	~15 000
Pisces	ryby	31 153	~40 000
Agnatha	bezzuchowce	116	?
Cephalochordata	bezczaszkowce	33	?
Tunicata	osłonice	2 076	?

RÓŻNORODNOŚĆ PONADGATUNKOWA

Różnorodność ponadgatunkowa dotyczy wielkiej różnorodności ekosystemów, zróżnicowania siedlisk i procesów ekologicznych oraz rozległość rozmieszczenia i zasięgów gatunków, zbiorowisk oraz zgrupowań, a także funkcji i roli gatunków kluczowych w ekosystemach.

Żeby sprecyzować zakres, w którym akurat badamy różnorodność ponadgatunkową, używa się także innych terminów do określenia tego poziomu bioróżnorodności, np.: różnorodność ekosystemowa, biogeograficzna, siedliskowa, środowiskowa, zespołowa), a nawet krajobrazowa [Sienkiewicz 2010]. Jest to po prostu zróżnicowanie strukturalne i funkcjonalne zespołów (np. zbiorowisk roślinnych lub zgrupowań zwierząt) z uwzględnieniem

zmienności strefowej biosfery lub wysokości nad poziomem morza w zakresie geograficznym, bądź stref głębokościowych poniżej poziomu morza, czy też względem ekosystemów lub środowisk.

Tabela 3 – Table 3

Różnorodność gatunkowa bezkręgowców na Ziemi: „?” – nieznaną liczbą, „-” – brak danych, wg Chapman [2009], zmodyfikowano /*Species diversity of invertebrates on Earth: “?” – unknown, “-” – no data, after Chapman [2009], modified*

Główne grupy systematyczne <i>Major taxonomic groups</i>		Opisane / <i>Described</i>	Szacunki / <i>Estimated</i>
Invertebrata	bezkęgowce	~1 372 038	~6 775 830
Echinodermata	szkarłupnie	7 003	~14 000
Arthropoda	stawonogi	~1 340 708 (965 431–1 015 897)	~5 690 442
Insecta	owady	~1 000 000 (965 431–1 015 897)	~5 000 000
Inne Hexapoda	inne sześćnogi	9 048	52
Arachnida	pajączaki	102 248	~600 000
Pycnogonida	kikutnice	1 034	?
Myriapoda	wije	16072	~90 000
Crustacea	skorupiaki	47	150
Placozoa	plaskowce	1	-
Monoblastozoa	jednowarstwowce	1	-
Mesozoa (Orthonectida)	podgastrulowce	106	-
Ctenophora	żebroplawy	166	200
Nemertea (Nemertina)	wstężnice	1 002	5 000–10 000
Rotifera	wrotki	2 018	-
Gastrotricha	brzuchorzęski	400	-
Kinorhyncha	ryjkogłowy	130	-
Nematomorpha	nitnikowce	331	~2 000
Entoprocta (Kamptozoa)	kielichowate	170	170
Gnathostomulida	szczękogębe	97	-
Priapulida	niezmogowce	16	-
Loricifera	kolczugowce	28	>100
Cycliophora	lejkogębce	1	-
Sipuncula	sikwiaki	144	-
Echiura	szczetnice	176	-
Tardigrada	niesporczaki	1 045	-
Phoronida	kryzelnice	10	-
Ectoprocta (Bryozoa)	mszywioly	5 007	~5 000
Brachiopoda	ramienionogi	550	-
Pentastomida	wrzęchy	100	-
Chaetognatha	szczecioczczękie	121	-

Wiadomo jest powszechnie, że bioróżnorodność Ziemi jest zróżnicowana środowiskowo i ma charakter strefowy. Nie dziwi więc nikogo, że np. na 1 hektarze lasu równikowego można znaleźć prawie 300 gatunków drzew, a w lesie tajgowym zaledwie kilka. Bardzo dobrym przykładem zobrazowania różnorodności ponadgatunkowej jest strefowość geograficzna krajobrazów Polski, począwszy od pobrzeży Bałtyku, a skończywszy na obszarach górskich. Różnorodność ekosystemową naszego kraju kształtują głównie lasy (9,1 mln ha), obszary wodno-błotne (1,8 mln ha) i obszary rolnicze. Podobnie obserwuje się strefowość bioklimatyczną, np. w Tatrach, a środowiskową – analizując choćby bioróżnorodność poszczególnych stref biegu rzeki, począwszy od źródła, a skończywszy na dolnych partiach danej rzeki.

Poziom różnorodności ekosystemowej pozwala zrozumieć, jak działają wielogatunkowe zespoły organizmów. Do tego potrzebna jest jednak wiedza o różnorodności na poziomie gatunkowym, aby znać rozmaitość i bogactwo taksonów tych cenoz, a także informacje o różnorodności genetycznej, żeby móc wyjaśnić np. wzorce i procesy zachodzące na poziomie populacyjnym lub ekosystemowym. Te trzy poziomy różnorodności życia niejako wynikają jedne z drugich i się wzajemnie uzupełniają, tworząc składowe całej różnorodności biotycznej.

III. RÓŻNORODNOŚĆ BIOTYCZNA JAKO DOBROSTAN LUDZI

Różnorodność biotyczna jest dobrostanem stanowiącym podstawę życia człowieka i ma ona dla niego fundamentalne znaczenie. Człowiek jest ważnym elementem bioróżnorodności i choćby z tego względu jest ona dla niego bardzo ważna. Różnorodność biologiczna gwarantuje jakość ludzkiego życia, stanowi podstawę wielu procesów w przemyśle i jest warunkiem utrzymania rolnictwa, rybołówstwa, czy leśnictwa. Trzeba też mieć na uwadze, że różnorodność życia i środowisko abiotyczne (fizyczne) oddziałują wzajemnie na siebie, tworząc ekosystemy, dzięki którym wszystkie organizmy wraz z ludźmi mogą żyć i się rozwijać. Organizmy fotosyntetyzujące pochłaniają dwutlenek węgla w atmosferze, kluczowy gaz, który przyczynia się do globalnego ocieplenia i zmiany klimatu. Same lasy wchłonęły jedną szóstą dwutlenku węgla uwolnionego w wyniku emisji paliw kopalnych w latach 1900-2007. Zdrowa różnorodność biotyczna odgrywa kluczową rolę wspierającą ludzkie życie, w tym zapylanie i zwalczanie szkodników, wspomagając tym rolnictwo. Bioróżnorodność daje nam bezpośredni pokarm lub produkty do przygotowywania żywności, np. owoce, warzywa, nasiona, mięso, mleko, miód, itp. Gwarantuje nam dostęp czystego powietrza, czystej wody i żyznej gleby, które oczyszcza i przysposabia, np. sinice, glony i rośliny produkują tlen. One także oczyszczają powietrze, absorbując zanieczyszczenia i filtrują wodę, w czym je wspomagają także niektóre bezkręgowce, np.: małże, gąbki, żachwy. Połowa całego dwutlenku węgla wytwarzanego przez ludzi jest pochłaniana przez morskie i lądowe organizmy fotosyntetyzujące, przyczyniając się tym samym także do ograniczania efektu cieplarnianego na Ziemi i spowalniania zmian klimatu. Detrytuszowce (np. dżdżownice, niektóre chrząszcze, larwy pewnych muchówek) wraz z grzybami i bakteriami rozkładają martwe szczątki organiczne, użyźniając glebę, ale także oczyszczają ją z różnych szkodliwych substancji chemicznych i ją przewietrzają. Natomiast zapylacze (np. błonkówki, muchówki, chrząszcze, motyle, nektarniki, kolibry, i in.) zapylają wiele roślin kwiatowych, bez których świat nie byłby tak piękny i brakowało by nam nie tylko niektórych produktów żywnościowych. Z naturalnych tkanin (bawełna, wełna, jedwab) oraz skór wytwarzane są ubrania i obuwie, ale również inne przedmioty codziennego użytku. Różnorodność życia daje nam też drewno i inne materiały niezbędne w budownictwie, produkcji mebli, czy lin i nici. Wiele ziół oraz leków lub substancji do ich produkcji pochodzi z natury. Nie tylko morza wraz z rafami koralowymi, czy lasy tropikalne, ale także nasze

rodzime organizmy stanowią potencjał nieznanych nam jeszcze substancji, które mogą się okazać wyjątkowo skuteczne w różnych dziedzinach życia, w tym także w medycynie i weterynarii.

Tabela 4 – Table 4

Różnorodność gatunkowa roślin i innych organizmów na Ziemi: „?” – nieznaną, „-”, – brak danych, wg Chapman [2009], zmodyfikowano / *Species diversity of plants and other organisms on Earth: “?” – unknown, „-”, – no data, after Chapman [2009] modified*

Główne grupy systematyczne / <i>Major taxonomic groups</i>		Opisane <i>Described</i>	Szacunki <i>Estimated</i>
Plantae sensu lato	rośliny <i>sensu lato</i>	~310 129	~390 800
Marchantiophyta	wątrobowce	~5 000	~7 500
Anthocerotophyta	glewiki	236	~250
Bryophyta	mchy	~11 000	~15 000
Algae	glony	12 272	?
Charophyta	charofity	2 125	-
Chlorophyta	zielenice	4 045	-
Glaucophyta	glaukofity	5	-
Rhodophyta	krasnorosty	6 097	-
Tracheophyta	rośliny naczyniowe	281 621	~368 050
Pteridophyta	paprocie i inne	~12 000	~15 000
Pinophyta	nagonasienne	~1 021	~1 050
Magnoliophyta	okrytonasienne	~268 600	~352 000
Fungi [+ Lichenes]	grzyby [+ porosty]	98 998 [~17 000]	1 500 000 [~25 000]
Varia	inne	~66 307	~2 600 500
Chromista + Phaeophyceae, Bacillariophyceae and other groups	chromisty + brunatnice, okrzemki i inne grupy	25 044	~200 500
Protoctista + <i>residual</i> <i>protist groups</i>	protisty + pozostałe grupy pierwotniaków	~28 871	>1,000 000
Prokaryota [Bacteria, Archaea, excl. Cyanophyta]	bezzjadrowe [bakterie, archeany, bez sinic]	7 643	~1 000 000
Cyanophyta	sinice	2 664	?
Viruses	wirusy	2 085	400

Walory bioróżnorodności również przyciągają, wzbudzając zachwyty i dając ukojenie psychiczne wielu osobom przeznaczającym obecnie dużą część wolnego czasu właśnie na podziwianie majestatu przyrody, a społeczności lokalne mogą dzięki turystyce się bogacić. W niektórych kulturach określone twory przyrody lub niektóre gatunki są też ważnym elementem duchowości. Można również zauważyć wiele korzyści płynących z racjonalnego korzystania z bioróżnorodności, np. wzrost aktywności przyrodniczej regionu, jego rozwój, a tym samym polepszenie warunków życia mieszkańców. Dzięki różnorodności biotycznej

możliwa jest wyższa konkurencyjność gospodarcza, lepsze możliwości tworzenia miejsc pracy, wzrost bezpieczeństwa, co przyczynia się do poprawy jakości życia.

IV. DLACZEGO RÓŻNORODNOŚĆ BIOTYCZNA JEST TAK WAŻNA?

Najprościej byłoby powiedzieć dlatego, że stanowi podstawę życia ludzi na Ziemi i odgrywa bardzo ważną rolę w całej żywej przyrodzie. Różnorodność życia zapewnia utrzymanie równowagi w przyrodzie, a także jej przetrwanie. Przyroda jest bardzo wrażliwa i reaguje na zmiany środowiska, przystosowując się do nich poprzez przybieranie różnych form. Zmiany te mogą doprowadzić np. do wyginięcia części osobników lub całych populacji gatunkowych, a nawet ekosystemów. Na szczęście różnorodność biotyczna obdarzona jest wieloma cechami umożliwiającymi przetrwanie niekorzystnych zmian.

Ludzka dominacja na planecie jest obecnie tak rozległa [Vitousek i in. 1997], że Crutzen [2002] posunął się do użycia określenia „Era antropocenu”. Współczesna różnorodność gatunkowa jest zagrożona wielką ekstynkcją, nazwaną przez niektórych autorów szóstym masowym wymieraniem w epoce fanerozoiku [May i in. 1995]. Wielu sceptyków twierdzi jednak, że jest to "mit końca zagłady" [Budiansky 1993] lub że szacunki dotyczące ekstynkcji są "ostre, niekonsekwentne i pozbawione rzetelnych danych" [Mann i Plummer 1995].

Unikalna różnorodność życia na naszej planecie gwałtownie spadła w ciągu ostatniego wieku, przekraczając już to, co niektórzy ekolodzy środowiskowi (ang.: *environmentalists*) nazywają "graniami planetarnymi" (ang.: *Planetary boundaries*) [Steffen i in. 2015]. Również Światowe Forum Ekonomiczne (*World Economic Forum*) wymieniło "utrata różnorodności biotycznej i zapaść ekosystemów" jako jedną z 10 największych zagrożeń globalnych w 2015 r. Wśród przyczyn takiego stanu, rolnictwo jest uważane za jedno z najbardziej znaczących. Utrata różnorodności biotycznej w rolnictwie jest zwykle związana z niezrównoważoną intensyfikacją rolnictwa z jednej strony oraz zaprzestaniem gospodarki rolnej z drugiej strony.

Działania zmierzające do zachowania naturalnych, a przynajmniej bogatych w różnorodność biotyczną obszarów, nie jest przeciwko interesom ludzi i im nie zagraża, a wręcz przeciwnie - broni ich, próbując zachować i chronić długofalowe interesy całej ludzkości. Warunkiem osiągnięcia kompromisu pomiędzy zaspokojeniem doraźnych potrzeb ludzi a koniecznością zapobiegania przyszłym trudnościom, jest dobre zrozumienie istoty problemu: czym jest i jakie znaczenie dla człowieka ma różnorodność biotyczna. Czy da się nam szybko opracować takie programy działań, które pozwolą – na ile to możliwe - pogodzić ekspansję człowieka z utrzymaniem istniejącej różnorodności biotycznej Ziemi? Warto może jeszcze raz przeanalizować różne metodologicznie podejścia do zrównoważonego rolnictwa, a także zachowania różnorodności biotycznej i poznania najnowszych technologii rozwoju, które mogłyby sprzyjać trwałości życia na wszystkich poziomach jego organizacji na Ziemi.

BIBLIOGRAFIA

1. Andrzejewski R., Weigle A. (red.). 2003. Różnorodność biologiczna Polski. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska. Warszawa.
2. Biblia Tysiąclecia - Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu. 2014. Wydawnictwo Pallottinum. Poznań. ISBN 978-83-7014-712-9.
3. Budiansky S. 1993. The doomsday myths. *US News World Rep.* Dec. 13. 81-83.
4. Chapman A.D. 2009. Numbers of Living Species in Australia and the World. Australian Biological Resources Study. C MillwardBrown. Canberra. ISBN 978 0 642 56861 8.
5. Crutzen P.J. 2002. Geology of mankind. *Nature.* 415. 23-23.
6. Dasmann R.F. 1968. A Different Kind of Country. Collier Books. ISBN 978-0-02-072810-8.
7. Frankham R. 2005. Genetics and extinction. *Biological Conservation.* 126. 131-140.

8. Frankham R. 2016. Genetic rescue benefits persist to at least the F3 generation, based on a meta-analysis. *Biological Conservation*. 195. 33-36.
9. GDOŚ (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska). 2007. Raport o stanie ochrony gatunków i siedlisk przyrodniczych. [dok. elektr.: www.gios.gov.pl. data wejścia: 09.12.2017].
10. GBIF (Global Biodiversity Information Facility). [dok. elektr.: www.gbif.org. data wejścia: 28.08.2017].
11. Jenkins C.N., Sanders N.J., Andersen A.N., Carsten X.A., Brühl, Cerda X., Ellison A.M., Fisher B.L., Fitzpatrick M.C., Gotelli N.J., Gove A.D., Guénard B., Lattke J.E., Lessard J.-Ph, McGlynn T.P., Menke S.B., Parr C.L., Philpott S.M., Vasconcelos H.L., Weiser M.D., Dunn R.R. 2011. Global diversity in light of climate change: the case of ants. *Diversity and Distributions*. 17. 652-662.
12. Komisja Europejska. [dok. elektr.: <http://ec.europa.eu>. data wejścia: 09.12.2017].
13. Live Science. [dok. elektr.: <https://www.livescience.com>. data wejścia: 09.12.2017]
14. Mann C.C., Plummer M.L. 1995. *Noah's Choice: The Future of Endangered Species*. Knopf. New York. ISBN: 0-679-42002-9.
15. May R.M. 1988. How many species are there on Earth? *Science*. 241 (4872). 1441-1449.
16. May R.M., Lawton J.H., Stork N.E. 1995. Assessing extinction rates. In: Lawton J.H., May R.M., eds. *Extinction rates*. Oxford University Press. Oxford. UK. 1-24.
17. May R.M. 2011. Why Worry about How Many Species and Their Loss? *PLoS Biol*. 9(8). e1001130. doi:10.1371/journal.pbio.1001130.
18. MillwardBrown SMG/KRC. 2010. Stan świadomości i postaw mieszkańców Polski wobec utraty różnorodności biologicznej. Raport z badania ilościowego. Ministerstwo Środowiska. Warszawa. 1-26.
19. Mora C., Tittensor D.P., Adl S., Simpson A.G.B., Worm B. 2011. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biol*. 9(8). e1001127. doi:10.1371/journal.pbio.1001127.
20. Nuwer R. 2015. Counting All the DNA on Earth. *The New York Times*. The New York Times Company. New York. ISSN 0362-4331.
21. Rozensweig M.L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. GB.
22. Sienkiewicz J. 2010. Koncepcje bioróżnorodności - ich wymiary i miary w świetle literatury. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. 45. 7-29.
23. Soulé M., Wilcox E., Bruce A. 1980. *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts. USA. ISBN: 0-87893-800-1.
24. Steffen W, Richardson K., Rockström J., Cornell S.E., Fetzer I., Bennett E.M., Biggs R., Carpenter S.R., de Vries W, de Wit C.A., Folke C., Gerten D., Heinke J., Mace G.M., Persson L.M., Ramanathan V., Reyers B., Sörlin S. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*. 347 (6223). 1259855.
25. Symonides E. 2014. Różnorodność biologiczna Polski - jej stan, zagrożenia i prawno-organizacyjne aspekty ochrony. *Przyszłość. Świat-Europa-Polska. Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus”*. 2(30). 12-35.
26. System Wymiany Informacji o Różnorodności Biologicznej w Polsce. [dok. elektr.: <http://biodiv.gdos.gov.pl>. data wejścia: 09.12.2017]
27. The Biosphere: Diversity of Life. 2015. Aspen Global Change Institute. Basalt. CO. [dok. elektr.: <https://www.agci.org/earth-systems/biosphere>. data wejścia: 19.12.2017]
28. UNEP-WCMC. 2000. *Global Biodiversity: Earth's living resources in the 21st century*. Cambridge. World Conservation Press.

29. Vitousek P., Mooney HA., Lubchenco J., Melillo JL. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*. 277. 494-99.
30. Weiner J. 2007. Kłopoty z bioróżnorodnością. *Wszechświat*. 108 (7-9). 93-96.
31. Wilson E.O. 1988. *Biodiversity*. National Academies Press. ISBN: 978-0-309-03739-6.

BIODIVERSITY IS HUMAN WELFARE

Summary

The paper presents an understanding of the word “biodiversity” and the concept of biodiversity along with its three basic levels, giving adequate examples. Biodiversity as human welfare was emphasized that guarantees a decent life for man, as well as economic development and leisure, while at the same time signaling threats resulting from improper human activity, especially in agriculture.

Keywords: biodiversity, life, ecosystems, species, genes, well-being, human