Biologia wód śródlądowych

PODRĘCZNIKI
I SKRYPTY

UNIWERSYTETU
ŚLĄSKIEGO
W KATOWICACH

NR 116

Małgorzata Strzelec, Aneta Spyra, Włodzimierz Serafiński

Biologia wód śródlądowych

**Skrypt dla studentów studiów I i II stopnia
na kierunkach biologia i ochrona środowiska**

Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego Katowice 2010

Redaktor serii: Biologia
Iwona Szarejko

Recenzenci
Elżbieta Dumnicka
Anna Stańczykowska-Piotrowska

Spis treści

1. Wstęp 7
1.1. Chemiczne i fizyczne właściwości wody 7
1.2. Charakterystyka środowisk słodkowodnych 8
1.3. Organizmy słodkowodne 13
1.4. Wpływ człowieka na środowiska słodkowodne 15

2. Ekosystemy słodkowodne 17
2.1. Wody płynące 18
2.2. Zbiorniki naturalne 24
2.2.1. Jeziora 25
2.2.2. Stratyfikacja jezior 28
2.2.3. Żyzność (trofia) zbiorników 30
2.2.4. Tlen w zbiornikach słodkowodnych 32
2.2.5. Dno i osady denne 35
2.3. Stawy naturalne 38
2.4. Mokradła 39
2.5. Torfowiska 41

3. Zbiorniki antropogeniczne 43
3.1. Zasiedlanie nowo powstałych zbiorników słodkowodnych 44
3.2. Typy zbiorników antropogenicznych 45
3.2.1. Zbiorniki zaporowe 45
3.2.2. Stawy rybne 47
3.2.3. Rowy melioracyjne 49
3.2.4. Okresowość zbiorników słodkowodnych 51
3.2.5. Zbiorniki powyrobiskowe 57
3.2.6. Zbiorniki zapadliskowe 60

4. Biocenozy słodkowodne 65
4.1. Łańcuchy i sieci pokarmowe 66
4.2. Gatunki kluczowe 70
4.3. Kontrola liczebności organizmów w biocenozie 71
4.4. Rola i znaczenie wapnia w biocenozach słodkowodnych 73

5. Organizacja troficzna biocenoz słodkowodnych 77
5.1. Producenci 77
5.1.1. Glony i sinice planktonowe 77
5.1.2. Peryfiton i fitobentos 84
5.1.3. Rośliny naczyniowe (makrofity) 87
5.2. Detrytus i jego rola w słodkowodnych sieciach pokarmowych . . . 92
5.2.1. Co to jest detrytus? 93
5.2.2. Powstanie i wartość detrytusu liściowego 94
5.2.3. Detrytus jako siedlisko organizmów 96
5.3. Konsumenci 97
5.3.1. Zooplankton 98
5.3.2. Zoobentos 101
5.4. Reducenci 113

6. Eutrofizacja środowisk wodnych 117
6.1. Nutrienty 118
6.1.1. Fosfor 119
6.1.2. Azot 121
6.2. Biologiczne skutki eutrofizacji 123

7. Zagrożenie środowisk słodkowodnych 125
7.1. Metale ciężkie 125
7.2. Zakwaszenie wody i osadów dennych 127
7.3. Obce gatunki roślin i zwierząt 130

Literatura 135
Literatura przedmiotowa 135
Literatura zalecana 139

Słownik ważniejszych terminów 141

Woda jest początkiem wszechrzeczy.
Tales z Miletu (600 r. p.n.e.)

1. Wstęp

Biologia wód śródlądowych (limnologia) to dziedzina wiedzy przyrodniczej, której obiektem badań są ekosystemy słodkowodne w całej ich różnorodności. Można wśród nich wyróżnić wiele typów, biorąc pod uwagę następujące kryteria: ruch wody (ekosystemy wód płynących i wód stojących), trwałość (ekosystemy trwałe i okresowe), wiek, sposób powstania (ekosystemy naturalne i antropogeniczne) oraz zawartość substancji pokarmowych (ekosystemy oligo-, mezo- i eutroficzne).

Ta dyscyplina wiedzy przyrodniczej zajmuje się przede wszystkim przemianą materii w wodzie, światem organizmów i ich zespołów (biocenoz), ale obejmuje także hydrochemię, hydrologię oraz geologię i topografię środowisk słodkowodnych.

1.1. Chemiczne i fizyczne właściwości wody

Cząsteczka wody zbudowana jest z dwóch atomów wodoru, związanych z centralnie umieszczonym atomem tlenu. W fazie płynnej cząsteczki wody skupiają się w grupy 6-cząsteczkowe, podczas gdy w fazie stałej (śnieg, lód) te same cząsteczki układają się liniowo, powodując wzrost objętości (lód ma mniejszą gęstość niż woda).

Woda w środowisku naturalnym jest dobrym buforem, tzn. przeciwstawia się zmianom pH, gdy dostaną się do niej niewielkie ilości kwasów lub zasad. Typowymi składnikami systemu buforującego w siedliskach słodkowodnych są kwaśne węglany i wodór. Redukowanie zmian kwasowości środowisk wodnych ma istotne znaczenie dla organizmów, gdyż wraz ze spadkiem pH, tzn. gdy woda staje się bardziej kwaśna, więcej metali ciężkich uwalnia się z podłoża

i przechodzi do wody, tworząc roztwór o różnej toksyczności dla roślin i zwierząt.

Istotne znaczenie dla organizmów ma twardość wody, tj. zawartość w niej rozpuszczalnych związków, przede wszystkim wapnia i magnezu, w postaci głównie węglanów, siarczanów i chlorków. W praktyce twardość wody wyraża się najczęściej w stopniach niemieckich (dH — jeden stopień niemiecki odpowiada zawartości w wodzie 10 mg CaO lub 18 mg $CaCO_3/dm^3$).

Cechą wody, odróżniającą ją od wszelkich innych cieczy na naszej planecie, jest specyfika gęstości. W cieczach gęstość z reguły zwiększa się wraz ze spadkiem temperatury. W wodzie również obserwuje się to zjawisko, ale tylko do +4°C, kiedy to ciężar właściwy wody jest największy. Wraz z dalszym spadkiem temperatury jej ciężar właściwy się zmniejsza. Sprawia to, że lód unosi się na powierzchni wody, co pozwala przeżyć organizmom wodnym okres zimy w pobliżu dna, gdzie woda o większej gęstości nie zamarza.

Kolejną właściwością wody, o istotnym znaczeniu dla organizmów wodnych, jest jej lepkość. Określamy w ten sposób opór, jaki stawia środowisko wodne poruszającym się w nim organizmom. Lepkość wody zwiększa się wraz ze spadkiem temperatury, co ma szczególne znaczenie dla neustonu, tj. zbiorowiska drobnych organizmów związanych z błonką powierzchniową wody (powierzchnia graniczna woda — powietrze).

1.2. Charakterystyka środowisk słodkowodnych

W wielu regionach Ziemi większość jezior jest pochodzenia lodowcowego. Badania limnologiczne koncentrują się w północnych regionach strefy umiarkowanej, dlatego też niewiele badań dotyczy jezior o innej genezie. Oprócz tego liczba zbiorników antropogenicznych (szczególnie zaporowych) wzrosła w ostatnich latach do tego stopnia, że na wielu obszarach Ziemi, a głównie na uprzemysłowionych terenach półkuli północnej, są one najliczniejszymi ekosystemami słodkowodnymi. Mimo że zbiorniki tego typu mogą mieć cechy zasadniczo różniące je od naturalnych jezior, ekosystemy te wykazują wiele podobieństw (tabela 1.1). Z tego powodu niektóre typy zbiorników antropogenicznych, na ogół pomijane w opracowaniach limnologicznych, zostaną przez nas szerzej omówione.

Mimo pozornej obfitości środowisk słodkowodnych, zawierają one jedynie drobny ułamek całej objętości zasobów wody na Ziemi, których większość to słone wody oceanów (97,61%). Około 2,08% zasobów stanowi woda uwięziona w lodowcach, przede wszystkim okołobiegunowych. Jeziora słodkowodne magazynują zaledwie 0,009% wód kuli ziemskiej (Wetzel, 1983). Szczegółowe dane na ten temat zamieszczono w tabeli 1.2.

Tabela 1.1. Porównanie głównych cech zbiorników antropogenicznych i jezior naturalnych (wg HAVEL i in., 2005)

Cecha	W porównaniu z jeziorem naturalnym
Wiek	znacznie krótszy
Głębokość	przeważnie mniejsza
Wahania poziomu wody	większe i mniej regularne
Stratyfikacja termiczna	słabsza i mniej regularna
Mętność	z reguły większa
Tempo sedymentacji	znacznie wyższe
Zawartość nutrientów	większa
Biomasa i produkcja fitoplanktonu	bardziej zmienna
Dopływ materii allochtonicznej	znacznie większy
Obszar strefy litoralnej	mniejszy, w niektórych typach brak
Biomasa zoobentosu	mniejsza
Biomasa zooplanktonu	zbliżona

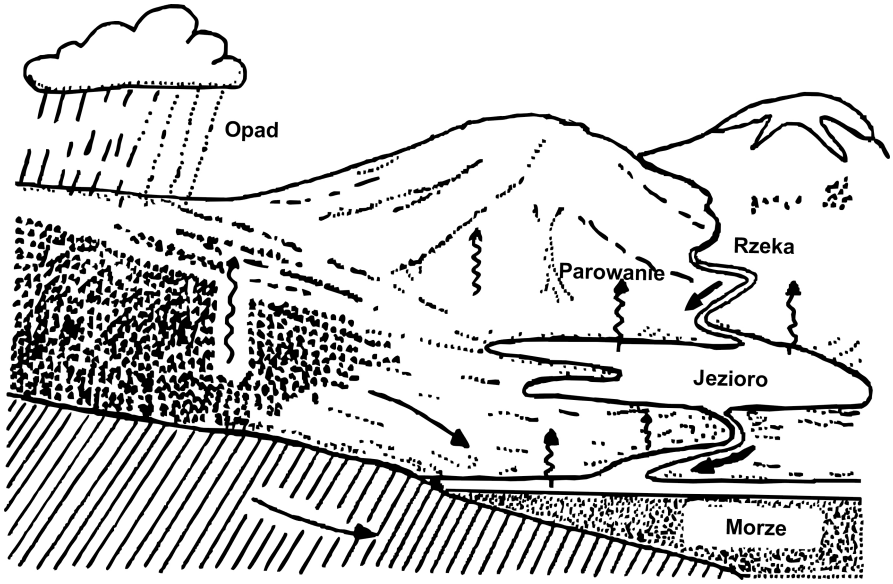
Tabela 1.2. Zasoby wód na Ziemi (wg WETZEL, 1983)

Część biosfery	Objętość [tys. km^3]	Procent całej objętości	Okres wymiany
Oceany	1 370 000,0	97,61	3 100 lat
Lód okołobiegunowy	29 000,0	2,08	16 000 lat
Wody podziemne	4 000,0	0,295	300 lat
Jeziora słodkowodne	125,0	0,009	1—100 lat
Jeziora słone	104,0	0,008	10—1000 lat
Gleba i podglebie	67,0	0,005	280 dni
Rzeki	1,2	0,00009	12—20 dni
Para wodna w atmosferze	14,0	0,0009	9 dni

Ta niewielka ilość wód słodkich jest bardzo nierównomiernie rozmieszczona na powierzchni Ziemi. W suchych regionach wody powierzchniowe zajmują mniej niż 0,1% obszarów lądu, podczas gdy w regionach wilgotnych (tundra, lasy borealne i lasy deszczowe strefy tropikalnej) duża ilość wody zgromadzona jest w zbiornikach wód stojących i ciekach, które łącznie mogą stanowić od 5% do 10% powierzchni lądu (SAND-JENSEN, 2001).

Najbardziej godną uwagi cechą każdego śródlądowego środowiska słodkowodnego jest jego względna trwałość. Zbiorniki parują, cieki płyną do morza, lodowce topnieją i spływają, deszcz pada, wszystko to sprawia, że woda jest w ciągłym ruchu, przechodząc okresowo ze stanu płynnego w lód lub parę wodną.

Na ryc. 1.1 przedstawiono krążenie wody w przyrodzie, czyli zjawisko przemieszczania się wody między atmosferą, hydrosferą i litosferą. Woda opada na powierzchnię Ziemi w postaci deszczu lub śniegu. Aż 80% ogólnej sumy opadów trafia bezpośrednio do mórz i oceanów, a jedynie 20% na powierzchnię lądów (BAJKIEWICZ-GRABOWSKA, MIKULSKI, 1999), z których częściowo wyparowuje i powraca ponownie do atmosfery. Woda opadająca na ląd spływa po jego powierzchni, w postaci rzek, do mórz. Część wody wsiąka w glebę i przenika do wód podziemnych. Wszystkie rośliny na lądzie pobierają wodę z gleby i uwalniają ją w procesie transpiracji (PIELOU, 1998). W każdej fazie obiegu wody w przyrodzie cząsteczka wody przynajmniej dwukrotnie zmienia swój stan skupienia: z fazy gazowej w ciekłą lub stałą i ponownie w gazową (BAJKIEWICZ-GRABOWSKA, MIKULSKI, 1999).



Ryc. 1.1. Krążenie wody w przyrodzie (wg PIELOU, 1998):
Parowanie — strzałki faliste, spływy — strzałki proste
Wszystkie ilustracje zamieszczone w tekście nie oddają skali wielkości

Zbiorniki słodkowodne różnią się wielkością i trwałością: od kałuży podeszczowych, powstających w zagłębieniach terenu, po jeziora o powierzchni wielu tysięcy kilometrów kwadratowych. Wiek wielkich jezior sięga wielu milionów lat, podczas gdy drobne zbiorniki mogą być wypełnione wodą tylko w pewnych porach roku, a na terenach suchych — jedynie w okresach obfitych opadów atmosferycznych. Równie duża rozmaitość charakteryzuje wody płynące. Są wśród nich zarówno wielkie rzeki stale wypełnione wodą, jak i wysychające okresowo pod wpływem warunków klimatycznych, np. rzeki

okresowe występujące na obszarach o klimacie suchym czy też epizodyczne (sporadycznie i nieregularnie prowadzące wodę przez krótki czas), występujące na terenach półpustynnych i pustynnych. Rzeki o stałym przepływie charakteryzuje częsta wymiana wody liczona w dniach, gdy tymczasem w jeziorach, w zależności od ich wielkości i głębokości oraz reżimu dopływu i odpływu, waha się ona od roku do stu lat. Okres wymiany wód podziemnych może wynosić do 300 lat.

Warto zwrócić uwagę na uwięzienie większości zasobów wód słodkich Ziemi w lodach i lodowcach okołobiegunowych. Z uwagi na stopniowo postępujące ocieplanie się klimatu stanowią one ogromne zagrożenie dla środowisk lądowych Ziemi; przekraczają ponad 100-krotnie objętość wody słodkiej zgromadzonej we wszelkich istniejących siedliskach słodkowodnych na powierzchni planety, a 10-krotnie — objętość wód podziemnych (PIELOU, 1998).

Stosunkowo niewielka ilość dostępnej wody słodkiej wywiera istotny wpływ na klimat, umożliwia krążenie substancji chemicznych (w tym nutrientów), a także jest siedliskiem życia wielu organizmów (PALMER, LAKE, 2001).

Do lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku sądzono, że całkowita ilość wody na Ziemi w ciągu całego okresu istnienia planety była stale mniej więcej taka sama. Innymi słowy, cykl krążenia wody był istotnie zamknięty, a więc nie zyskiwał ani nie tracił wody. Odkrycia ostatnich lat nasunęły inne przypuszczenia. Wielu uczonych jest przekonanych, że zasoby wody na Ziemi stale wzrastają, jednak nie w tempie, które rozwiązywałoby trudności z zaopatrzeniem w nią ludności. Zgodnie z nową teorią, wielkie „śnieżki", wielkości małych domów, pochodzące z zewnętrznych rejonów Układu Słonecznego, złożone z niemal czystego śniegu, dostają się co kilka sekund w obręb pola grawitacyjnego Ziemi. Przelatując w pobliżu naszej planety, topią się i wyparowują. Jeśli opad ze „śnieżek" zachodził w obecnym tempie przez miliardy lat (a można przypuszczać, że tak było), to ilość otrzymywanej wody była równoważna opadowi ok. 6 mm deszczu na całej powierzchni Ziemi lub trzech trylionów ton wody na każde 10 000 lat (PIELOU, 1998).

W wodach słodkich Ziemi występuje niemal zawsze 8 pospolitych jonów (Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, HCO_3^{--}, CO_3^{-}, SO_4^{--}, Cl^{-}), powodując, w skali globalnej, średnie zasolenie 120 mg/dm^3, różniące się jednak na poszczególnych kontynentach (tabela 1.3 na przykładzie rzek). W wodach naturalnych Ziemi są reprezentowane praktycznie wszystkie pierwiastki chemiczne. Pochodzą one z atmo-

Tabela 1.3. Średnia zawartość jonów w wodach rzek [mg/dm^3] (wg WETZEL, 2001)

Kontynent	Ca	Mg	Na	K	$HCO_3 + CO_3$	SO_4	Cl
Europa	31,1	5,6	5,7	1,7	95,0	24,0	6,9
Ameryka Północna	21,0	5,0	9,0	1,4	68,0	20,0	8,0
Azja	18,4	5,6	5,5	3,8	79,0	8,4	8,7
Średnia świat	15,0	4,1	6,3	2,3	58,4	11,2	7,8

sfery, gleby, procesów rozkładu materii organicznej i przemian metabolicznych organizmów. Szczególnie wiele pierwiastków i związków chemicznych dociera do wód powierzchniowych wraz z opadami atmosferycznymi przede wszystkim na obszarach przemysłowych i zurbanizowanych. W ten sposób, a także wraz ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi, dostają się do rzek i zbiorników tak szkodliwe z biologicznego punktu widzenia substancje, jak amoniak i dwutlenek siarki oraz metale ciężkie.

Wszelkie wody słodkie zawierają sole metali, głównie wapnia i magnezu, które w formie węglanów, kwaśnych węglanów i siarczanów powodują tzw. twardość ogólną wody. Wykaz głównych kationów metalicznych, będących przyczyną twardości wody, i najważniejszych jonów im towarzyszących prezentuje tabela 1.4.

Tabela 1.4. Główne kationy metaliczne powodujące twardość wody i najważniejsze jony im towarzyszące

Kationy	Aniony
Ca^{++} (wapń)	HCO_3^{--} (kwaśne węglany)
Mg^{++} (magnez)	SO_4^{--} (siarczany)
Sr^{++} (stront)	Cl^- (chlorki)
Fe^{++} (żelazo)	NO_3^- (azotany)
Mn^{++} (mangan)	SiO_3^{--} (krzemiany)

Wyróżniamy twardość węglanową, wynikającą z zawartości w wodzie kwaśnych węglanów i węglanów, przemijającą po przegotowaniu wody, oraz twardość niewęglanową, będącą efektem zawartości siarczanów, azotanów i chlorków, nieprzemijającą po przegotowaniu wody.

Rozmaity typ podłoża wpływa w zasadniczym stopniu na twardość wody określonego siedliska. W tabeli 1.5 przedstawiono związki twardości wody z typami podłoża.

Tabela 1.5. Związki twardości wody z typem podłoża (wg Pleiss, 1977)

Określenie twardości wody	Twardość [°dH]	Typ podłoża
Bardzo miękka	0—4	granit, porfir
Miękka	4—8	gnejsy, piaskowce
Średnio twarda	8—12	bazalt
Dość twarda	12—18	twarda kreda
Twarda	18—30	miękkie wapienie
Bardzo twarda	>30	dolomity, margle, gips

Wszystkie wymienione wcześniej czynniki ulegają znacznym wahaniom w czasie, na skutek zmian warunków otoczenia, przede wszystkim klimatu. W szczególności dotyczy to zbiorników okresowych, o różnej wielkości i róż-

nym pochodzeniu. Tego typu zbiorniki są z reguły płytkie, o bardzo dużym stosunku powierzchni do objętości, co powoduje, że są bardziej wrażliwe na dobowe i okresowe zmiany warunków atmosferycznych niż słodkowodne siedliska o większej głębokości. I tak temperatura wody wykazuje duże wahania dobowe i może osiągać nawet poziom letalny dla niektórych organizmów, gdy drastycznie zmniejszy się objętość wody. Równocześnie następują znaczne zmiany właściwości chemicznych wody, wynikające z jej parowania, na przemian z jej uzupełnianiem z opadów atmosferycznych. Powoduje to, że organizmy występujące w tego typu zbiornikach muszą być przystosowane do zmiennej koncentracji rozmaitych substancji chemicznych, dużych wahań temperatury, a nawet okresowego deficytu wody. Takie przystosowania polegają przede wszystkim na wytworzeniu specyficznych cykli rozwojowych lub stadiów przetrwalnikowych.

1.3. Organizmy słodkowodne

Opisane wcześniej cechy ekosystemu dotyczą jego części abiotycznej, tj. biotopu. Biotop jest zasiedlony przez określoną biocenozę, tj. zespół żywych organizmów: mikroorganizmów, roślin i zwierząt (o swoistym składzie gatunkowym), powiązanych z sobą rozmaitymi współzależnościami i współdziałaniami o mniej lub bardziej skomplikowanej organizacji.

Przegląd organizmów występujących w środowiskach słodkowodnych prezentuje ogromną liczbę gatunków mikroorganizmów, pierwotniaków, roślin i zwierząt o najrozmaitszych rozmiarach ciała i różnych sposobach życia. W tabeli 1.6 przedstawiono bogactwo świata żywego środowisk słodkowodnych na przykładzie bentosu, tj. zespołu organizmów zamieszkujących powierzchnię dna oraz występujących w głębi osadów dennych.

Jednakże, jeśli obserwujemy zbiorniki lub cieki, to okazuje się, że bogactwo gatunkowe poszczególnych grup organizmów jest bardzo różne. Wynika to przede wszystkim z rozmaitości warunków abiotycznych, charakteryzujących poszczególne ekosystemy. Oczywiście, nie ma organizmów, które są zaadaptowane morfologicznie i fizjologicznie do wszelkich warunków środowiskowych, z jakimi mogą się spotkać w każdym typie siedliska. Natomiast cechują je określone przystosowania, które umożliwiają im życie w pewnym zakresie warunków środowiskowych. Każde środowisko wodne stanowi ramę, na którą składa się ogół cech fizycznych i chemicznych, takich jak: morfologia koryta cieku lub misy zbiornika, rodzaj i ilość osadów dennych, zawartość materii organicznej i nutrientów, warunki tlenowe i świetlne, odczyn (pH) wody i osadów oraz temperatura. Oprócz tego niektóre organizmy wymagają określonej koncentracji

Tabela 1.6. Bogactwo gatunkowe bentosu słodkowodnego (liczby gatunków są przybliżone, pochodzą z różnych źródeł, zestawione w LÉVÊQUE, 2001)

Takson	Liczba opisanych gatunków	Prawdopodobna liczba gatunków słodkowodnych	Liczba gatunków na poszczególnych stanowiskach
Bakterie	>10 000	nieznana	>1 000
Glony	14 000	>20 000	0—1 000
Grzyby	300	1 000—10 000	0—300
Pierwotniaki	<10 000	10 000—20 000	20—800
Rośliny naczyniowe	1 000	nieznana	0—100
Bezkręgowce	70 000	>100 000	10—1 000
obleńce	4 000	>10 000	5—500
pierścienice	1 000	>1 500	2—50
mięczaki	4 000	5 000	0—50
roztocza	5 000	>7 500	0—100
skorupiaki	8 000	>10 000	5—300
owady	45 000	>50 000	0—500
inne	1 400	>2 000	0—100

pewnych pierwiastków (np.: O_2, Ca, Mg, P, N) w wodzie. Tylko odpowiedni zespół tych czynników, powiązanych z sobą, pozwala poszczególnym gatunkom na kolonizowanie siedliska, przetrwanie w nim i wydanie potomstwa.

W wodach podziemnych mogą żyć nieliczne, odpowiednio przystosowane, organizmy. Nie występują w nich między innymi autotroficzne rośliny, z uwagi na brak światła — źródła energii procesu fotosyntezy. Heterotrofy natomiast mogą tu znaleźć dostateczne warunki do życia, jeśli napotkają wystarczającą ilość substancji pokarmowych.

Bogactwo form życia jest więc charakterystyczne dopiero dla wód powierzchniowych. Warto zauważyć, że liczba gatunków zwierząt, w stosunku do zajmowanego obszaru na Ziemi, jest w wodach słodkich większa niż na lądzie lub w morzach (tabela 1.7).

Tabela 1.7. Bogactwo gatunkowe zwierząt w głównych środowiskach Ziemi (wg MC ALLISTER i in., 1997)

Środowisko	Procent powierzchni Ziemi	Procent opisanych gatunków	Procent gatunków/ procent powierzchni
Wody słodkie	0,8	2,4	3,0
Ląd	28,4	77,5	2,7
Morza	70,8	14,7	0,2

Żywe organizmy tworzące biocenozy stanowią bardzo niewielką część materii organicznej ekosystemu słodkowodnego. Jej większość to detrytus, czyli upostaciowana lub rozpuszczona martwa materia organiczna, przy czym formy roz-

puszczonej jest blisko 10 razy więcej niż upostaciowanej. Godne uwagi jest to, że większość powstającej jako produkt fotosyntezy materii organicznej omija zwierzęcych konsumentów, przechodząc bezpośrednio do detrytusu, i ulega rozkładowi przez bakterie i grzyby.

Biocenozy będą omówione w rozdz. 4 niniejszego podręcznika.

1.4. Wpływ człowieka na środowiska słodkowodne

Oprócz zaprezentowanych w skrócie warunków życia panujących w wodach słodkich, coraz większy wpływ na ich jakość ma działalność człowieka. Ocena wpływu antropopresji na ekosystemy słodkowodne skupia się zazwyczaj na przedstawieniu rozmaitego rodzaju zanieczyszczeń środowiska. Zainteresowanie zanieczyszczeniami organicznymi pochodzącymi ze ścieków komunalnych i hodowli zwierząt wzrosło od połowy XIX wieku. W połowie XX wieku uwagę zwracała szybko postępująca eutrofizacja, w następstwie zwiększonego dopływu związków azotu i fosforu do wód śródlądowych wraz ze spływami z pól nawozów, bardzo intensywnie stosowanych w tym okresie. Po 1970 roku wykazywano zainteresowanie zakwaszeniem wód śródlądowych, spowodowanym zwiększoną zawartością kwasów siarkowego i azotowego w opadach atmosferycznych (Sand-Jensen, 2001). Podobnie na jakość wód wywierają wpływ odpady poprodukcyjne powstające w trakcie eksploatacji różnych surowców, a także wydobycie paliw płynnych. Obserwuje się to szczególnie w zagłębiach węglowych (np. na Górnym Śląsku czy w Zagłębiu Ruhry), gdzie niejednokrotnie zbiorniki położone w bezpośrednim sąsiedztwie hałd są całkowicie pozbawione życia.

Wszystkie te czynniki determinują liczebność i rozmieszczenie przedstawicieli różnych gatunków w danym siedlisku lub na danym obszarze geograficznym. Wiele lat poświęcono badaniom nad obecnym rozmieszczeniem i historią występowania gatunków na określonym terenie. Ich celem było odkrycie praw i prawidłowości oddziałujących na kształtowanie się bioróżnorodności w środowiskach słodkowodnych. Z tego powodu coraz większą uwagę zwraca się na procesy migracyjne i ich efekty na różnych terenach i w różnych siedliskach.

Ponieważ podobnie jak Reynolds (1998) sądzimy, że limnologia zbyt długo była traktowana jako nauka zajmująca się przede wszystkim warunkami i stosunkami chemicznymi, a nie biologicznymi, w niniejszym podręczniku warunki abiotyczne będziemy traktować jako tło biocenoz. Zgadzamy się bowiem z poglądem Reynoldsa, że „interakcje biotyczne w coraz większym stopniu decydują o tym, jakie formy zdominują w końcu funkcjonowanie ekosystemu”.

Redaktor: Barbara Todos-Burny

Projektant okładki: Paulina Tomaszewska-Ciepły

Redaktor techniczny: Barbara Arenhövel

Korektor: Lidia Szumigała

Copyright © 2010 by
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
Wszelkie prawa zastrzeżone

ISSN 1644-0552
ISBN 978-83-226-1873-8

Wydawca
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
ul. Bankowa 12B, 40-007 Katowice
www.wydawnictwo.us.edu.pl
e-mail: wydawus@us.edu.pl

Wydanie I. Ark. druk. 9,0. Ark. wyd. 11,0.
Papier offset. kl. III, 90 g Cena 18 zł

Łamanie: Pracownia Składu Komputerowego
Wydawnictwa Uniwersytetu Śląskiego
Druk i oprawa: EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, Spółka Jawna
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek