

*Adm. J. Domański
aut.*

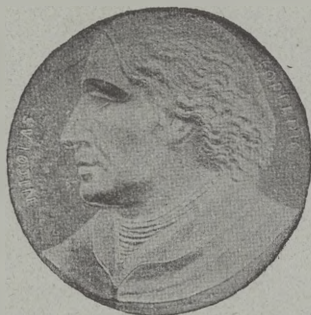
ODBITKA

Z „KOSMOSU“, CZASOPISMA POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA (PRZEGLĄD ZAGADNIENŃ NAUKOWYCH). — TOM LII.
ZESZYT II. — 1927.

B. FULIŃSKI

KRAŻENIE POKARMÓW

W SŁODKOWODNYCH ZBIORNIKACH



LWÓW

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO L. 4.

1927

*944 do
cm. 19512*

ODBITKA

Z „KOSMOSU“, CZASOPISMA POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA (PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH). — TOM LII
ZESZYT II. — 1927.



S. 251.

B. FULIŃSKI

Krażenie pokarmów w słodkowodnych zbiornikach¹⁾.

Wody śródlądowe, jako siedliska roślin i zwierząt, przedstawiają wielką różnorodność. Główną przyczyną tej różnorodności jest to, że nie tworzą one jednolitego systemu, że występują pod postacią rozrzuconych zbiorników, że są pooddzielane od siebie większą lub mniejszą partją ładu. Ponadto, ze stanowiska geologicznego biorąc, są to utwory przejściowe. Trwają krótko. Zależnie od działających czynników geodynamicznych w jednych miejscach zanikają, w innych znowu się tworzą.

Wielkość zbiorników słodkowodnych jest bardzo różna. Takich, któreby miały kilka tysięcy *km*² powierzchni, jest bardzo mało. Przeważnie są one nieduże, najczęściej w postaci stawów. Głębokość ich wód jest również różna. Tylko w Jeziorze Bajkalskim i Tanganika dochodzi ona do 1500 *m*. W większości przypadków głębokość wynosi od kilku do kilkadziesiątu zaledwie metrów.

Wymienione cechy zbiorników słodkowodnych są bardzo ważne. One bowiem sprawiają, że linja brzegów, t. zn. długość brzegów, oraz powierzchnia denna w stosunku do masy wodnej jest bardzo znaczna. A ten ostatni moment pociąga za sobą to, że zakresem życia objęte jest przedewszystkiem dno zbiornika.

Pod względem składu chemicznego przedstawiają się one również bardzo rozmaicie. Nie wchodząc w szczegóły, z naszym tematem bezpośrednio nie związane, przypomnieć należy, że wyróżniamy wody bogate lub ubogie w wapień, bogate w żelazo, o większej lub mniejszej zawartości soli kuchennej (jeziora stepowe), bogate w siarkę i t. d. Rysem atoli najbardziej zna-

¹⁾ Wykład, wygłoszony dnia 24 marca 1927 dla nauczycieli przyrody w seminarjach okręgu lwowskiego.

miennym, o ile bierzemy pod uwagę chemiczną stronę tych zbiorników, są połączenia organiczne pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, nie napotykanego w takiej ilości w żadnych innych wodach.

Wskutek ograniczenia przestrzennego tych wód przedstawiają również i stosunki termiczne bardzo wielką różnorodność. W ciągu dnia woda może się znacznie ogrzewać, w ciągu nocy — znacznie oziębiać. To zjawisko stwierdzamy przedewszystkiem w małych zbiornikach. Temperatura wody ulega nawet w ciągu doby nieraz znacznym wahaniom. O wiele znaczniejszym wahaniami ulega ona przy przejściu jednej pory roku w drugą.

Stosunki termiczne wywołują w zbiornikach wodnych dwa okresy stagnacyjne, okres stagnacji zimowej i okres stagnacji letniej, przerwane dwoma okresami cyrkulacyjnymi — cyrkulacją wiosenną i cyrkulacją jesienną.

Przy stagnacji zimowej warstwy wód zimniejszych układają się nad warstwą najgęstszą, o temperaturze 4°C . Jest ona rozmieszczona na samym dnie zbiornika. Takie ułożenie warstw zimniejszych nad cieplejszą jest wynikiem swobodnego zachowania się wody przy zmianach temperatury.

Z elementów fizyki jest rzeczą wiadomą, że woda przy 4°C jest najgęstszą czyli najcięższą; w zbiorniku zatem wodnym każda cząsteczka wody o temperaturze niższej lub wyższej od 4°C jako gatunkowo lżejsza musi gromadzić się w przestrzeni bliżej powierzchni. Z wiosną jednak, pod wpływem ogrzewających promieni słońca woda się w basenie powoli ogrzewa do 4°C . Jako najcięższa opada na dno. W zbiorniku zaznacza się ruch cząsteczek termicznie jakościowo różnych. Występuje zjawisko cyrkulacji. Trwa ono tak długo, dopóki w całym zbiorniku woda nie osiągnie temperatury 4°C . Jest to okres cyrkulacji wiosennej. Do tego okresu ułożenie warstw wodnych, termicznie jakościowo różnych, było odwrotne. Najcieplejsza warstwa na dole, przy samym dnie; coraz to zimniejsze — bliżej powierzchni. Wskutek cyrkulacji wiosennej temperatura wody w całym zbiorniku staje się ta sama, wyrównywa się do 4°C .

Słońce wiosenne atoli dalej operuje, woda ogrzewa się więcej. Cząsteczki ogrzane gromadzą się na powierzchni, bo są gatunkowo lżejsze. Wytwarza się z czasem taki układ warstw,

*

że przy dnie mamy wodę najmniej ogrzaną, na samej powierzchni — cząsteczki najsilniej ogrzane. Powoli stan taki się utrwała. Następuje okres stagnacji letniej. Ułożenie warstw wodnych termicznie jakościowo różnych jest w tym wypadku ułożeniem prostym, t. z. najgłębiej — warstwa najzimniejsza, im bardziej ku powierzchni — warstwy wód cieplejszych.

Kresem stagnacji letniej jest okres cyrkulacji jesiennej. W późnej jesieni woda znowu oziębia się na powierzchni. Cząsteczki oziębione do 4°C muszą oczywiście opaść na dno. Zjawisko to trwa tak długo, dopóki temperatura całego zbiornika nie spadnie do 4°C . Obniża się następnie jeszcze bardziej temperatura, następuje nowy ruch cząsteczek, wprawdzie na mniejszą skalę, aż wytworzy się stan właściwy dla stagnacji zimowej. Termika roczna zbiornika wodnego przedstawioną jest na rys. 9. Są to notacje Lityńskiego z r. 1924, porobione na Wigrach.

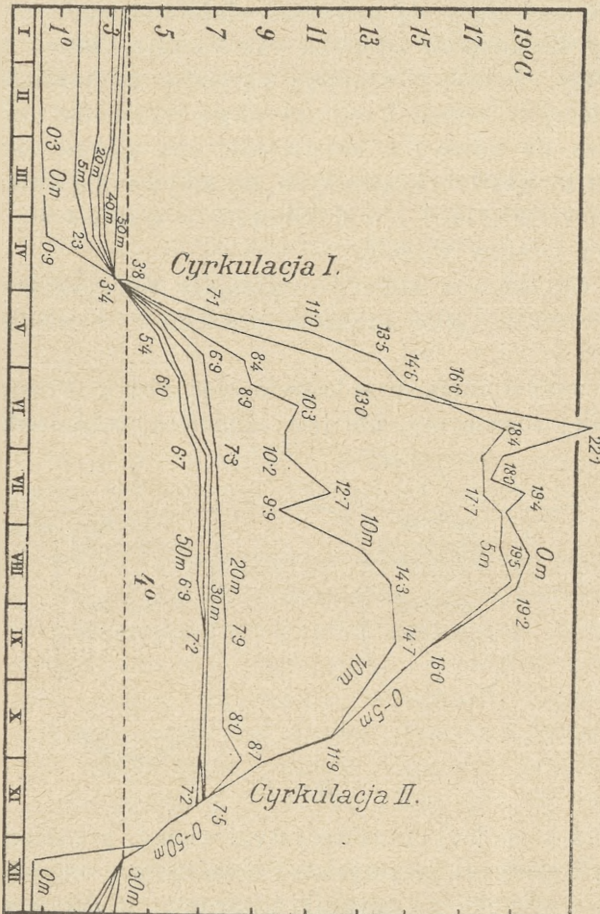
W ciągu stagnacji letniej najbardziej powierzchniowe partje wody wskutek ich ogrzewania się w ciągu dnia, a następnie — oziębiania się w ciągu nocy ulegają ustawicznemu przesuwaniu. Te prądy konwekcyjne są zjawiskiem w tej porze roku trwałym. Pamiętać jednak należy o tem, że głębiej leżące warstwy tego zjawiska nie wykazują.

Z płytkością zbiorników słodkowodnych związany jest fakt, że światło przenika je na wskroś. Strefy bezświetlnej, afotycznej tu niema. Wyjątek stanowią tylko bardzo głębokie jeziora. Owo przenikanie światła aż do dna powoduje żywy rozwój flory tak zakorzenionej jak i planktonu, protofitów i metafitów. Oczywiście wpływ światła wnikającego w wysokim stopniu jest zależny od sestonu, t. zn. cząsteczek zawieszonych w wodzie, bez względu na to, czy przeważa bioseston, t. zn. drobniotkie istoty żyjące, czy abioseston, t. zn. drobne cząsteczki rozmaitych stałych nieożywionych połączeń.

Oto krótka i fragmentaryczna charakterystyka ogólna słodkowodnych zbiorników. Już to zestawienie poucza, jak bardzo różnorodne mogą być one.

Lecz stańmy nad jakimkolwiek lądowym zbiornikiem wodnym i wnuknijmy wzrokiem w jego toń!

Stwierdzimy mnóstwo najrozmaitszych istot, tak roślinnych jak i zwierzęcych. Ilość i jakość ich oczywiście jest różna; okres lęgu i trwania życia również różny. Jedne giną, inne znowu zaczynają się rozwijać, by znów z czasem dobić do mety swego życia.



Rys. 9.

Temperatury w różnych głębokościach Wigier (gł. Okuniowy) w ciągu roku 1924. (Według Lityńskiego).

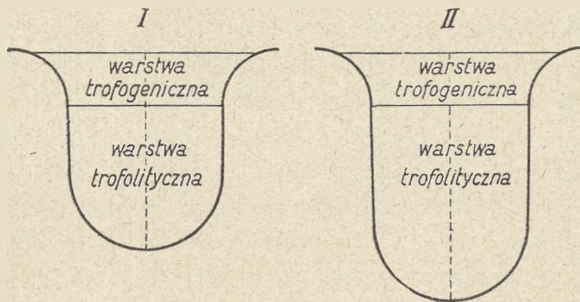
Gdy śledzimy wzajemne stosunki między temi istotami, stwierdzamy, że one także są różne. Rośliny z połączeń mine-

ralnych tworzą ożywioną materję. Są istotami samożywnemi, autotroficznemi. Dzięki temu są wyłączną karmą dla zwierząt, które bez istnienia roślin zaistnieć by nie mogły. Te zwierzęta, jako istoty allotroficzne, korzystające z pracy roślin, stają się znowu łupem gatunków drapieżnych. A nadto stwierdzamy wszędzie walkę — o światło, o pożywienie, o jakiś zakątek zbiornika, cechującą się pewnemi właściwościami.

Gdy śledzimy te zjawiska rok rocznie, łatwo przekonać się możemy, że one powtarzają się stale, że każdego roku są mniej więcej te same. Powstają nowe pokolenia organizmów. Dokonywa się nowe ich zamieranie, ich gnicie, ich rozpad. Z chaosu związków chemicznych wydobywa się świeży zespół zarodników, jaj, larw i t. d. Słowem — wyłania się nowy zakwit flory i fauny wodnej.

Te corocznie w kółko powtarzające się zjawiska możemy ogólnie określić, jako krążenie pokarmów w słodkowodnym zbiorniku.

Na oko sprawa przedstawia się prosto. Prosta jednak, jak później zobaczymy, nie jest. Zbiorniki wód śródlądowych,



Rys. 10.

jak to już z ogólnej charakterystyki wiemy, przedstawiają biotopy czyli siedliska florystyczne i faunistyczne od siebie oddzielone, a ze względu na czynniki i warunki, w jakich występują, bardzo różnorakie. Stąd też zjawiska krążenia pokarmów muszą być zawiłe i nie tak łatwe do zbadania.

Dla zilustrowania trudności zagadnienia posłużmy się przykładem, który za Thienemannem cytuję.

Weźmy pod uwagę dwa jeziora, I i II (rys. 10). Są one o jednakowej powierzchni, o jednakowej mniej więcej postaci.

Leżą one na tym samym poziomie ponad powierzchnią morza. Ich otoczenie jest do siebie zupełnie podobne. Ich woda pod względem chemicznym nie wykazuje większych różnic. Rozwój planktonu czyli błędzieli pod względem jakościowym i ilościowym jest również w obu zbiornikach jednaki.

Różnicą atoli między temi obu zbiornikami jest głębokość.

Przeważnie wszystkie biotopy słodkowodne tem się odznaczają, o czem wspomnieliśmy już powyżej, że ich afotyczny czyli bezświetlny obszar jest bardzo mały, albo go nawet wcale nie ma. Ta właściwość sprawia, że zagęszczenie ożywionych istot jest bardzo duże, a warstwa ożywionej materji, t. zn. warstwa, w której ona może się rozwijać, jest wcale szeroka. Ze względu jednak na materiały odżywcze, występujące w wodzie, należy w zbiorniku słodkowodnym wyróżnić dwie zasadniczo różne warstwy: 1, warstwę trofogeniczną czyli karmorodną i 2, warstwę trofolityczną czyli rozkładczą.

Trofogeniczna warstwa jest warstwą powierzchniową. W niej bez przeszkody, a raczej z łatwością, przebiegają procesy asymilacyjne u roślin zielonych. Te znowu, jak wiemy, są głównem źródłem pokarmowem, bezpośredniem lub pośredniem, dla zwierząt. Dlatego też warstwę tę określamy jako — karmorodną.

Warstwa trofolityczna występuje pod warstwą trofogeniczną. W tej warstwie gromadzą się zamierające istoty planktonowe. W tej warstwie przebiega proces rozkładu ich ciał na związki prostsze. Stąd nazwa — warstwy rozkładczej.

W obu naszych zbiornikach warstwa trofogeniczna, co do swej objętości, może być równą. Warstwa jednak trofolityczna czyli rozkładająca zamarłą ożywioną materję w obu jeziorach musi być różną. Jest ona różną już ze względu na swą objętość.

W małym zbiorniku butwienie czyli gnicie przebiega w mniejszej objętościowo ilości wody. W wielkim zbiorniku procesy rozpadowe przebiegają w większej masie wody. Ten fakt powoduje, że ubytek tlenu w mniejszym zbiorniku jest o wiele większy, w wielkim zbiorniku o tyle mniejszy. Poza tem zbiornik płytszy ogrzewa się szybciej. Wskutek tego procesy utleniające przy gniciu rozwijają się szybciej. Zbiornik głębszy ogrzewa się powolniej, zjawiska zatem utleniania przebiegają

mniej żywo. Słowem różna głębokość obu tych zbiorników pociąga za sobą różnicę w termice zbiornika, różnicę w szybkości rozkładu obumarłych istot, a w następstwie — różnicę we właściwościach chemicznych obu zbiorników. Sumę tych wszystkich różnic określamy krótko jako różnicę w trofalitycznych warstwach obu zbiorników.

Tak wybitne różnice dwu zbiorników, różnych tylko pod względem głębokości ich warstw rozkładowych, powodują, że mieszkańcy ich den muszą być różni. I oto okazuje się, że w istocie fauna denna zbiorników bogatszych w tlen jest inna, a inna — w tlen ubogich.

W mule zbiorników bogatych w tlen żyje asocjacja *Tanytarsus* z rodziny Ochotkowatych (*Chironomidae*), głównie gatunek *Lauterbornia coracina*. W tych zbiornikach napotyka się masami rączka *Mysis relicta*. W tych zbiornikach żeruje ryba *Coregonus*.

W mule zbiorników ubogich w tlen, żyje inna znowu asocjacja — asocjacja ochotki (*Chironomus*), złożona z *Ch. Liebeli-bathophilus*, *Ch. plumosus*.

W naszym przykładem, głębokiem jeziorze ilość tlenu zawarta w trofalitycznej warstwie jest wystarczającą do rozkładu organicznych substancyj, wytworzonych w trofogenicznej warstwie. Procesy odbudowy uorganizowanej materji oraz procesy jej rozpadu, o ile bierzemy pod uwagę cały zbiornik, są tu niejako w równowadze, tworzą prawdziwe koło przemian. Ile się odbuduje, tyle się znowu rozłoży.

Inaczej może się mieć sprawa w zbiorniku płytkim. W nim proces odbudowy uorganizowanej materji może być większy od procesu rozpadowego. Pochodzi to stąd, że przecieź warstwa trofogeniczna objętościowo odpowiada teźże warstwie zbiornika głębokiego, zatem nie stoi na przeszkodzie w wytwarzaniu się ożywionej substancji. Ilości masy wytworzonych żywych istot nie odpowie jednak odpowiednia ilość rozłożonej materji. Na to za mało jest tlenu w trofalitycznej warstwie. Powstaje zatem nadmiar organicznych połączeń. Ten nadmiar układa się na dnie zbiornika, jako muł gnilny. A jeżeli warunki się nie zmieniają, zbiornik staje się coraz mniej głęboki. Do zeszlora-cznych osadów dołączają się tegoroczne. Dno się niejako pod-

nosi. Zbiornik poczyna niknąć, zamierać i z czasem zamienia się w łąd.

Ten przykład nas poucza, że jeżeli jakiś zbiornik słodkowodny chcemy bliżej określić jako siedlisko czyli biotop musimy najpierw zapoznać się z jego właściwościami fizjograficznymi. Warunki bowiem fizjograficzne działają nań przekształcająco, mogą go nawet doprowadzić do zupełnego zniszczenia.

Weźmy pod uwagę jakiś inny przykład. W zbiorniku, bogatym w plankton zwierzęcy, brak ryb, zjadających plankton. Brak ten mogły spowodować rozmaite przyczyny. Mógł on wyniknąć z historycznego rozwoju zbiornika. Ryby w okresie, w którym się zbiornik wytwarzał, nie dostały się do niego. Przyczyną tego braku mogła być także topografia zbiornika. Była ona właśnie tego rodzaju, że do zbiornika ryby wogóle nie mogły się dostać. Były pewne przeszkody, pewne szranki, których ryby nie mogły przewyciężyć. W takim zbiorniku małe raczki planktonowe stanowią niejako najwyższe końcowe ogniwo w krążeniu pożywienia. Ginąc w wielkich masach, opadają na dno. Tam się rozkładają i powodują zmianę jakości mułu, zalegającego dno zbiornika.

Gdy jednak najwyższemu ogniwu krążenia są ryby, z tą chwilą ilość raczków znacznie się pomniejsza, bo znaczna ich część idzie na pokarm rydom. To wpływa w konsekwencji na procesy gnilne dna i na szybszą mineralizację organicznego szlamu. To jedno ogniwo zmienia pod względem jakościowym i ilościowym ogólny obraz krążenia pożywienia w zbiorniku.

W dalszym ciągu przytoczone przykłady nas informują, że między siedliskiem (biotopem) a assocjacją biologiczną zachodzi wzajemne oddziaływanie, a to w tym sensie, że jak z jednej strony siedlisko wpływa na assocjację, tak z drugiej strony assocjacje mogą działać przekształcająco na siedlisko. Owo oddziaływanie wzajemne siedliska i assocjacji za Thienemannem określamy jako limnologiczną wartość zbiornika. Otóż zbiorniki wykazują różne wartości limnologiczne. Te, które posiadają podobną wartość limnologiczną, możemy uważać jako przynależne do tego samego typu biologicznego.

Produkcjażywionej materji w zbiorniku wodnym zależy od najrozmaitszych czynników. Wśród nich możemy wyróżnić dwie zasadniczo różne kategorie: 1) czynniki egzogeniczne i 2) czynniki endogeniczne. Jako czynniki egzogeniczne określamy ogół życiowych czynników zewnętrznych; jako czynniki endogeniczne — zdolność życiową istoty żywej w odniesieniu do ogółu czynników zewnętrznych.

Życiowe czynniki zewnętrzne występują w rozmaitem natężeniu. Tworzą one szereg wartości, od minimum przez optimum do maximum. Tym wartościom odpowiada różna zdolność życioważywionej materji, od pessimum przez pejus do pessimum, albowiem tak niedomiar owych czynników zewnętrznych, jakoteż ich nadmiar jest dla istot żywych zabójczy. Ten związek między wartościami egzogenicznych czynników a endogenicznych z drugiej strony możemy sobie w schemacie przedstawić przy pomocy dwóch odcinków. Jeden z tych odcinków przedstawia nam amplitudę egzogenicznych czynników; drugi — amplitudę zdolności życiowej danego organizmu. Otrzymamy w ten sposób wzajemnie uzależnione wartości, które w całości, za Hessem, określamy jako ekologiczną czyli siedliskową wartościowość (walencję) organizmu. Ekologiczne wartościowości organizmów są różne. Jeżeli odległość punktów minimum i maximum czynników egzogenicznych od punktu optimum jest duża, wtedy wartościowość ekologiczną danego stworzenia określamy jako euryojkiczną; organizm posiada szeroką siedlisko-wość. Jeżeli wspomniane punkty są bliżej punktu optimum — jako steno-ójkiczną; organizm wykazuje wtedy siedlisko-wość wąską.

Dotychczas omawialiśmy związek, zachodzący między ogółem czynników egzogenicznych a zdolnością życiową organizmów. Możemy jednak również zapytać się o związek, zachodzący między jednym z czynników egzogenicznych a zdolnością życiową istoty żywej, czyli o plastyczność organizmu wobec jednego z czynników. W odniesieniu do jednego z zewnętrznych czynników organizmy mogą zachowywać się rozmaicie. Stąd znowu możemy mówić o euryplastycznych i stenoplastycznych organizmach, o organizmach o szerokiej i wąskiej plastyczności.

Są przypadki, że organizm euryojkiczny jest również na jakiś czynnik egzogeniczny — euryplastyczny. N. p. *Limnaea truncatula* jest zwierzęciem euryojkicznym, wszędobylskim i ze względu na temperaturę — euryplastycznym. *Planaria alpina* czyli wypławek alpejski jest stenoojkiczną, przebywa bowiem przeważnie w górskich strumieniach lub źródłach, ze względu na ciepłość jest stenoplastyczną (od 1°—13° C), natomiast ze względu na zawartość w wodzie żelaza i tlenu jest euryplastyczną. Pasożyty zwierzęce i ludzkie są już i stenoojkiczne i stenoplastyczne. Stąd widzimy, że organizm euryojkiczny nie zawsze ze względu na jakiś czynnik jest euryplastycznym. Niektóre wirki prostojelitowe (*Rhabdocoelida*) są euryojkiczne, ze względu jednak na zawartość tlenu są stenoplastyczne.

Stosunek czynników egzogenicznych i endogenicznych może być, jak z tego widzimy, dwojakiego rodzaju, jeden bardziej ogólny, drugi bardziej szczegółowy. Wartością ogólniejszą jest:

$$\frac{\text{czynniki egzogeniczne}}{\text{czynniki endogeniczne}} = \text{ekologiczną czyli siedliskową wartośćiowość organizmu} = \text{ojkiczność czyli siedliskowość} = \text{szerokość przystosowania, jak ją Thienemann nazywa.}$$

Wartością szczegółową jest:

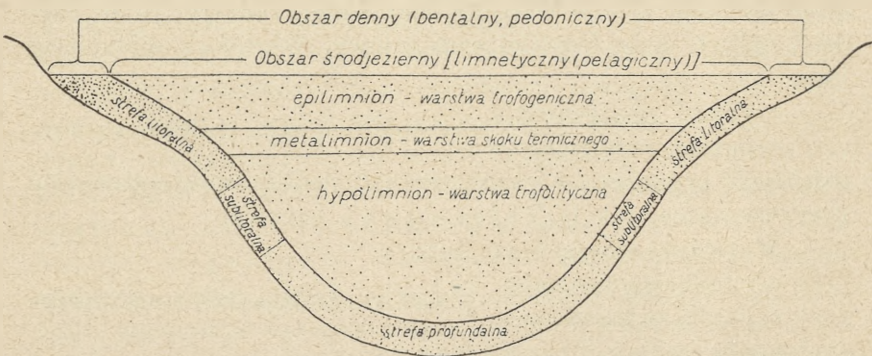
$$\frac{\text{czynnik egzogeniczny}}{\text{czynniki endogeniczne}} = \text{plastyczność organizmu} = \text{siła przystosowania według Thienemanna.}$$

Organizmy zatem, które przy jakościowo różnych czynnikach życiowych zewnętrznych prosperować mogą, wykazują dużą szerokość przystosowania, posiadają szeroką siedliskowość, są euryojkiczne, są, że użyję wyrażenia Dahla, eurytopowe czyli występują w rozmaitych siedliskach. Organizmy natomiast, które przy rozmaitej intensywności działania jednego tylko czynnika, kiedy wartości minimalne i maksymalne są od siebie odległe, prosperować mogą, wykazują dużą siłę przystosowania, są o szerokiej plastyczności wobec tego czynnika, są euryplastyczne.

Ten wzajemny stosunek czynników zewnętrznych i wewnętrznych, warunkujący przedewszystkiem plenie się życia w śródlądowych zbiornikach wodnych ma dominujące znaczenie dla krążenia odżywczych materiałów w omawianym typie

siedlisk. Rezultatem ogólnym tego stosunku jest większa lub mniejsza masa wytwarzającej się ożywionej materji, która zależnie od fizjograficznych właściwości zbiornika w większym lub w mniejszym stopniu w cykl przeobrażeniowy wciągniętą być może. Moment ten ostatni w dalszym ciągu może za sobą pociągnąć zmianę większą lub mniejszą nawet w fizjograficznych znamionach biotopu czyli siedliska.

Każdy większy zbiornik wodny ma dwa obszary główne i z temi obszarami związane dwie główne assocjacje biologiczne (rys. 11). Obszar śródjezierny, pelagiczny, w odniesieniu do zbiorników słodkowodnych zwany limnetycznym, zasiedlony przez plankton, i obszar denny czyli bentalny, także pedoniczny zwany, ożywiony przez florę i faunę denną.



Rys. 11.

Obszar śródjezierny limnetyczny jest o podłożu ruchliwym, łatwo przesuwalnem, przeźroczystem.

Obszar denny, pedoniczny jest o podłożu stałym, dla światła nieprzenikliwym.

Obszar limnetyczny jest na wskroś przeciągnięty ożywioną materją. Obszar denny jest tylko na swej powierzchni ożywiony. Już w głębokości kilku centymetrów ustaje w nim wszelkie życie.

Okres najsilniejszego rozwoju flory i fauny przypada w zbiorniku na stagnację letnią, stąd też pora ta ma doniosłe znaczenie w zjawisku krążenia pokarmów.

W tym okresie wyróżniamy w zbiorniku w odniesieniu do obszaru limnetycznego (pelagicznego): 1) *epilimnion* — na przestrzeni tych warstw, w których zauważyć jeszcze można prądy konwekcyjne, wywołane ocieplaniem się wody w ciągu dnia i oziębianiem się jej w ciągu nocy; epilimnion jest równocześnie warstwą trofogeniczną; 2) *hypolimnion* — na przestrzeni spokojnie leżących warstw w głębszych poziomach zbiornika; hypolimnion przedstawia trofolityczną warstwę zbiornika, w której nie tworzy się ożywiona materja a przeważnie rozkłada; 3) *metalimnion* stanowi strefę przejściową między epi — a hypolimnionem, w której właściwości termiczne, chemiczne i biologiczne ulegają naglej zmianie. Metalimnion stwierdzamy w tej warstwie wody, w której się zaznacza t. zw. skok termiczny albo termoklina. Tą nazwą określamy warstwę wody, której ciepłota jest o 1°C wyższą od temperatury warstwy, pod nią leżącej w głębokości 1 m. Epilimnion nazywamy także warstwą nadskokową, metalimnion — warstwą skokową, hypolimnion warstwą podskokową. (Lityński).

W odniesieniu do obszaru dennego w okresie stagnacji letniej wyróżniamy: 1) strefę litoralną, sięgającą tak daleko, jak daleko rosnąć jeszcze mogą rośliny zakorzenione. Część ta ze względu na bogactwo flory i fauny jest podobną do epilimnionu. W niej znajdujemy producentów, konsumentów i reducentów ożywionej materji. [Producentami nazywamy istoty, które na drodze fotosyntezy z nieorganicznych połączeń tworzą związki organiczne, w dalszym ciągu ożywioną materję. Konsumentami określamy przeważnie zwierzęta, które karmią się innymi istotami żywymi albo ich detritusem. Pod pojęciem reducentów rozumiemy bakterje, żyjące w wodzie, które potrafią rozkładać i mineralizować wysokodrobinowe połączenia organiczne, wytworzone przez ożywioną materję (przez rośliny i zwierzęta)]. 2) strefę sublitoralną, przejściową, odpowiadającą metalimnionowi, bez wielkiego znaczenia dla krążenia pokarmów; 3) strefę profundalną, odpowiadającą hypolimnionowi, obszar układania się mułu i o warunkach życiowych, ulegających bardzo małym zmianom. Część profundalna zupełnie tak samo, jak w obszarze limnetycznym hypolimnion, jest strefą trofolityczną, ona w tym obszarze ma największą rozciągłość, jak hypolimnion największą objętość.

Obszar denny czyli bentalny czerpie ożywioną materję z dwóch źródeł: z części litoralnej i z obszaru głębinowego, limnetycznego (pelagicznego). Z części litoralnej chłonie, szczególnie w okresie zimy, masę obumarłych łodyg, liści roślin bądźto wokoło zbiornika rosnących (las, łąka, detritus allochtoniczny) bądźto w części litoralnej wegetujących. Z obszaru limnetycznego chłonie cały zamierający fito- i zooplankton, o ile ten nie padł już przedtem ofiarą żarłoczności rozmaitych zwierząt. To, co czynią w obszarze limnetycznym z zamierającym planktonem rozmaite przeważnie raczki, czynią w obszarze dennym w namule żyjące małże, ślimaki i larwy z rzędu dwuskrzydłych, głównie ochotkowate (*Choronomidae*). One spożywają owe masy ginącego planktonu, opadłego na dno zbiornika. Obok zwierząt jeszcze wybitniejszą rolę w tych procesach rozkładczych odgrywają bakterje. Działanie ich zaznacza się wszędzie, we wszystkich regjonach, ale najżywszą czynność wykazują one na samym dnie. Końcowym produktem rozkładu przy pomocy bakteryj jest mineralizacja wszystkich związków organicznych, zawieszonych w wodzie lub spoczywających na dnie.

Proces atoli mineralizacji tej najbardziej powierzchniowej warstwy szlamu, zalegającego dno zbiornika, jest przerywany przez to, że są one nakrywane często warstewką piasku lub gliny, która nie dopuszcza bakteryj i nie pozwala na rozwinięcie procesów utleniających. W tych przypadkach znowu czynnikami są zwierzęta. Bo oto rureczniki (*Tubificidae*) z głębszych pokładów dennych transportują przez swe jelito materiał na powrót na powierzchnię i w ten sposób poddają go znowu działaniu bakteryj. Według Alsterberga każdy rurecznik potrafi przez swój przewód pokarmowy przetransportować z powrotem na powierzchnię dna w ciągu 24 godzin masę detritusu cztery razy cięższą od swego ciała. Obliczono, że na $1 m^2$ w ciągu roku w ten sposób do $12 kg$ szlamu (suchej materji) jest z głębszych warstw dna na powierzchnię znowu wyrzuconych i procesom rozkładczym poddanych.

Wszystkie te procesy możemy sobie przedstawić pod postacią zamkniętego cyklu objawów, przechodzących jeden w drugi. Pierwszem ogniwem a równocześnie ostatniem są połączenia mineralne, rozpuszczone w wodzie. Stanowią one pokarm dla roślin, tak zakorzenionych jak i błazdielinowych.

Rośliny są drugim ogniwem w procesie krążenia. Pewna część ich ginie, pewna część jednak idzie na pokarm dla zwierząt, przeważnie dla zooplanktonu. Istoty zwierzęce stanowią w tym przypadku trzecie ogniwo w cyklu krążenia. Zwierzęta atoli, oraz ich zamierające okazy, a również detritus roślinny, tak autochtoniczny jak też i allochtoniczny, stanowią źródło pokarmowe dla innych jeszcze zwierząt, jak robaki, mięczaki, larwy owadzie, ryby i t. d. Dochodzimy w ten sposób do czwartego ogniwa. Przeprowadzona przez przewody pokarmowe zwierząt zamierająca ożywiona materja wraz z pożerającemi ją istotami, które także z czasem zamierają, ulega dalszemu rozpadowi już przy pomocy bakteryj i podlega w końcu zupełnej mineralizacji czyli przechodzi w materiał odżywczy tylko dla roślin zielonych dostępny. Jest to pierwsze i ostatnie ogniwo zamkniętego cyklu procesów przemiannych.

Przedstawiony schemat jest bardzo ogólny. W rzeczywistości obraz przemian jest o wiele bardziej skomplikowany. W główne ogniwa jest wtrącony cały szereg ogniw pośrednich. W ogólnych zarysach sposób krążenia przedstawiałby się w myśl ilustracji na rys. 12.

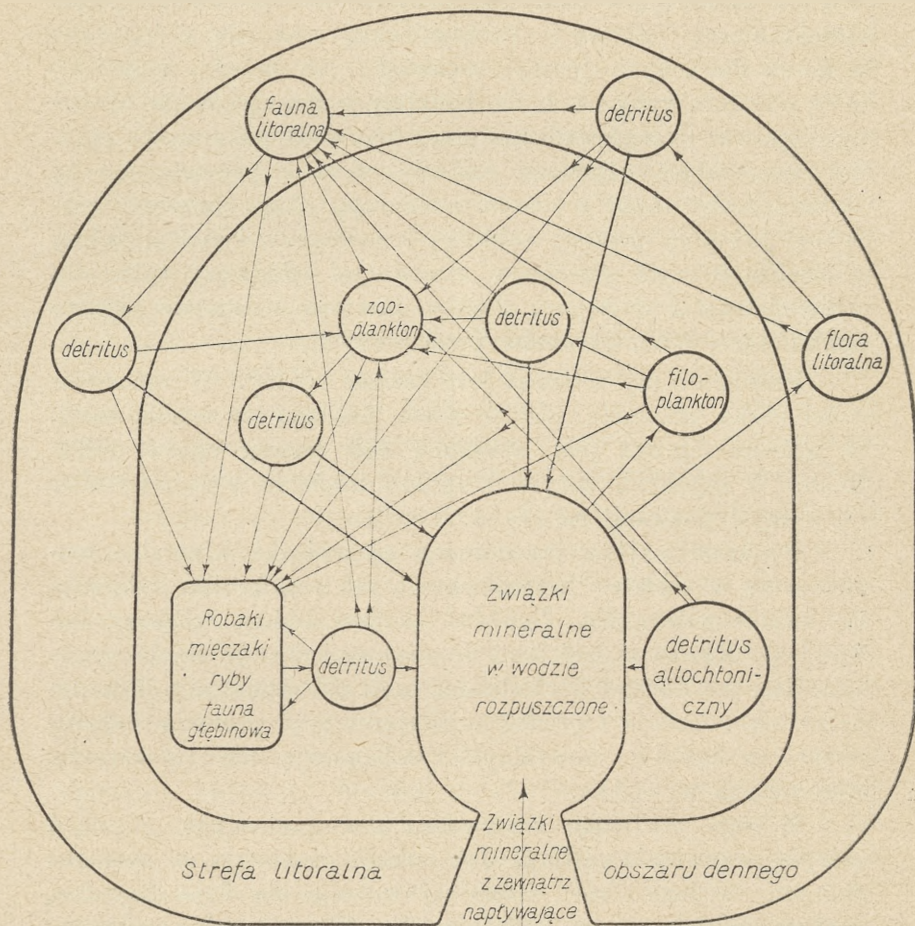
Punktem wyjścia przeobrażeń są związki mineralne rozpuszczone w wodzie. Do istniejących już w zbiorniku dołączają się świeże zzewnątrz. Dopływ ich jest różny, większy lub mniejszy. Razem z częściami mineralnemi dostaje się do zbiornika detritus obcego pochodzenia czyli allochtoniczny. Ten detritus się rozkłada i produkty rozpadu pod postacią najprostszych związków mineralnych wzbogacają ilość pokarmów mineralnych w wodzie.

Z tego wielkiego rezerwoaru nieorganicznych połączeń czerpią pożywienie rośliny. Jak strzałki wskazują, w obszarze dennym, w jego części litoralnej rozwija się flora litoralna, w obszarze głębinowym — fitoplankton. Flora litoralna częściowo zamiera, częściowo idzie na pokarm faunie litoralnej. Ta ostatnia jednak rozwija się również, jak to z kierunków strzałek wywnioskować można, na koszt fitoplanktonu, na koszt detritusu z flory litoralnej, detritusu fitoplanktonowego, detritusu allochtonicznego, a nawet na koszt zooplanktonu.

Zooplankton czerpie główne pożywienie z fitoplanktonu. Dla pewnych atoli zwierząt karmą odpowiednią jest detritus

roślinny, bądź flory litoralnej, bądź błędzelinowej, bądź nawet detritus allochtoniczny. Pewne elementy fauny litoralnej i zooplanton idą w dalszym ciągu na pożytek zwierząt wyższych,

Schemat ogólnego krążenia pokarmów w zbiornikach śródkowodnych.



Kierunki strzałkami naznaczone wskazują na kolejno po sobie następujące ogniwa przeobrażeniowe.

Rys. 12.

mieszkających w obszarze śródzielnym, limnetycznym. Są to robaki, mięczaki a przede wszystkim ryby. Nie bez znaczenia

jako pokarm jest dla tych zwierząt wszelakiego rodzaju detritus, litoralny, limnetyczny i allochtoniczny, tak roślinnego jak i zwierzęcego pochodzenia. Ostatecznie i z tej makrofauny, z tych robaków, mięczaków i ryb, wytwarza się także zamierająca ożywiona materia, która w pewnej części jeszcze służy za pokarm zwierzętom wyższemu, faunie litoralnej, w słabszym stopniu zooplanktonowi. Druga jej część rozkłada się ostatecznie na związki prostsze, wchodząc w skład masy związków mineralnych. Powstałe detritusy autochtonicznego pochodzenia, czy to pod postacią zamierających części flory litoralnej i fitoplanktonu, czy to fauny litoralnej i zooplanktonu, o ile nie zostaną spożyte przez zwierzęta, rozkładają się przy pomocy bakterij na elementarne związki, które, jak to strzałki wskazują, gromadzą się jako prapokarm w zbiorniku wodnym. Jak ilustracja wskazuje, krażenie jest dosyć skomplikowane, nie mniej jednak powyżej zaznaczone główne ogniwa cyklu przeobrażeniowego dają się w nim z łatwością stwierdzić.

Dotąd mówiliśmy o lądowym zbiorniku wodnym o typie ogólnym. Nowoczesna atoli limnologia umie zbiorniki wodne określać dokładniej. Dzięki badaniom Thienemanna i Naumanna wyróżniamy trzy główne typy zbiorników.

Typ oligotroficzny albo podalpejski, odznacza się czystą wodą i ubóstwem odżywczych materiałów dla roślin. Wskutek tego roślin jest w nim mało, a przede wszystkim mało fitoplanktonu. W zimie i w lecie nie zaznacza się wyraźna granica warstw ze względu na ilość tlenu. Muł jeziorny jest ubogi w organiczną substancję, wskutek czego procesy gnilne na dnie zaznaczają się słabo.

Typ eutroficzny albo bałtycki, o wodzie czystszej z odcieniem żółtawym, jest bogaty w pokarm dla roślin. Dzięki temu flora jest silnie rozwinięta, fitoplankton bogaty. W jeziorach głębokich uwarstwienie ze względu na ilość tlenu wyraźnie jest zaznaczone, przyczem występuje równoległość krzywych O_2 i temperatury. Muł denny gnijący, zwany gyttją albo sapropelem, zawiera wiele elementów planktonowych.

Typ dystroficzny albo próchnicowy charakteryzuje się wodą ubogą w wapień, bogatą w substancje próchnicowe, o kolorze w skali od żółtego do brunatnego. Charakteryzuje go bogactwo naniesionych materiałów (allochtonicznych), jak

liści, łądyg, koloidalnych związków próchnicowych. Granica warstw ze względu na tlen jest wyraźna, tak w lecie jak i w zimie. Dno pokrywa muł, zwany torfopelem czyli szlamem torfowym.

Jak widzimy z tej krótkiej charakterystyki, według Thiemanna zebranej, główną podstawą do wyróżnienia tych trzech typów jeziornych jest zawartość materiałów odżywczych dla roślin, głównie związków kwasu azotowego i fosforowego z jednej strony, a substancyj humusowych z drugiej strony.

Zapytajmy się z kolei, jak się przedstawia krążenie pokarmów w każdym z tych typów. Zaczniemy od typu oligotroficznego.

Wiemy, że w jeziorach tego typu jest mała ilość substancyj odżywczych dla roślin. Stąd też ilość fitoplanktonu, jak wogóle całej roślinności jest mała. W konsekwencji ubogą również musi być fauna, przede wszystkim zooplankton. To wszystko sprawia, że ilość zamierającej ożywionej materji jest mała. Naniesiony, allochtoniczny detritus jest również bardzo ułamkowy, albowiem morfologiczny charakter brzegów zbiornika nie pozwala na rozwój litoralnej flory zakorzonej. Brzegi są strome. W następstwie tych okoliczności osady materiałów, pochodzących z organizowanej czyli ożywionej materji, w obszarze głębinowym są bardzo nikłe, prawie że ich niema. Również nie przyczyniają się do powiększenia tych pokładów zamierające istoty z obszaru limnetycznego, śródzieziernego, bo opadając na dno już w czasie opadania ulegają zupełnemu rozkładowi. W warstwie trofolitycznej, która jest w typie tych zbiorników na objętość duża, wskutek braku substancji, nadającej się do rozkładu, procesy gnilne są słabo zaznaczone. Ten fakt ma bardzo duże znaczenie. Skoro bowiem objawów rozkładczych jest mało, to zawartość tlenu w trofolitycznej warstwie nie ulega wybitnym zmianom. Stąd też nawet w okresie stagnacji letniej jest tam tlenu dużo. Dlatego staje się nam jasne, dlaczego w jeziorach tego typu w obszarze fundamentalnym znajdujemy zwierzęta pożądające tlenu. Mała ilość sestonu powoduje również i to, że woda jest bardziej przezroczysta, że promienie mogą wchodzić głębiej, co w dalszym ciągu wpływa na rozszerzenie niejako warstwy trofogenicznej na niekorzyść warstwy trofolitycznej.

Zbiornik oligotroficzny przedstawia ze względu na krążenie materiałów odżywczych typ przemiany zrównoważonej. Materiały pokarmowe nie konserwują się w sedymentach istot obumarłych, ale ulegają odbudowie, wchodzą w koło przeobrażeń i stają się znowu materiałem odżywczym dla roślin.

Przejdźmy do eutroficznego typu zbiorników.

Wiemy, że eutroficzny typ jest bogaty w materiały odżywcze dla roślin. Stąd bogaty jest w tych zbiornikach fitoplankton i detritus. To powoduje bogactwo zooplanktonu. Ponadto wiemy, że litoralna flora jest również bogata, bo brzegi są płaskie i następują dogodne warunki do jej rozwoju. Obumierające części tych roślin zasilają organiczne osady obszaru głębinowego. W rezultacie wskutek bogactwa roślin i zwierząt musi być też wiele zamierającej ożywionej materji. Poczyna się ona rozkładać, gnić. Również wiemy, że hypolimnion jest w tych zbiornikach objętościowo stosunkowo mały. Zawartość tlenu wskutek procesów redukcyjnych maleje. W niektórych zbiornikach maleje nawet do zera. W takich warunkach mogą żyć tylko takie istoty, które ze względu na tlen są euryplastyczne, t. zn. takie, które mogą żyć w środowisku o rozmaitej zawartości tlenu. Takimi zwierzętami są asocjacje *Chironomus*.

Z przedstawionych warunków wynika dalej, że znaczna ilość materiałów pokarmowych jest zachowana w organizmach, które nie są poddawane procesom przemianom. Stąd materiały te są niejako z obiegu wyeliminowane. Ze względu na krążenie pokarmów taki typ przedstawia stan nierównowagi, pewna część bowiem substancyj pokarmowych jest zakonserwowana w sedymentach z cząstek organicznych i nie wchodzi w koło przemian chemicznych tak charakterystycznych dla typu zbiorników oligotroficznych.

W końcu przyjrzymy się krążeniu pokarmowych substancyj w typie dystroficznym czyli próchnicowym.

Typ ten jest ubogi w materiały odżywcze dla roślin. Wskutek tego jest mało fitoplanktonu. Z drugiej strony typ ten jest bogaty w koloidalne związki próchnicowe i naniesiony, allochtoniczny detritus. Otóż ten naniesiony lub naniesiony detritus z okolicznych łąk, lasów i t. d. stanowi główne źródło pożywienia dla specjalnego zooplanktonu, złożonego głównie

z wioślarek (*Cladocera*). Raczki te, mimo że fitoplanktonu jest mało, rozwijają się pod względem ilości dosyć bujnie.

Jak dotychczasowe spostrzeżenia pouczają, zawieszony w wodzie a z kolei opadający na dno detritus humusowy zużywa przy rozkładaniu się wiele tlenu. Dystroficzne zbiorniki są zatem w tlen ubogie, a w okresach stagnacji warstwy ich głębsze są wogóle beztlenowe. Resztki organizmów, złożonych na dnie, pokrywają się często związkami żelaza. Obszar głębinowy jest zamieszkały przez asocjację *Corethra*, nie obfitą pod względem ilościowym, ograniczoną ubóstwem pożywienia i ubóstwem tlenu. W stosunku do typu oligotroficznego i eutroficznego typ dystroficzny oddziaływa kwaśno. Bakterje, powodujące gnicie, w wodzie, bogatej w związki próchnicowe, nie znajdują dla swego rozwoju odpowiednich warunków. Wskutek tego znaczna ilość organicznych osadów nie jest rozkładana, pozostaje ona nietknięta, przykrywana coraz to świeższymi warstwami. O rozkładaniu głębszych warstw niema już nawet mowy, zwłaszcza, że prawie niema fauny skąposzczetów, któreby transportowały detritus na powierzchnię. Dna zatem takich zbiorników zalegają nierozłożonemi organizmami, które są niejako w tych pokładach zakonserwowane. Słowem przemiana materiałów odżywczych w typie zbiorników dystroficznych jest o wiele mniejsza niż w typie eutroficznym. Stan tych procesów jest jeszcze bardziej znierównoważony niż w poprzednim typie. Całe krążenie materji odżywczej jest prawie że w zupełności zależne od dopływu jej z zewnątrz, od dopływu detritusu allochtonicznego i połączeń humusowych.

Przez analizę wspomnianych powyżej typów zbiorników słodkowodnych dochodzimy do bliższego zrozumienia ich biotopowej wartości. Oczywiście, że wartości te mogą być różne. W każdym razie ze względu na krążenie pokarmów zaznaczają się wyraźnie dwie kategorie: 1. biotop samowystarczalny, samodzielny albo niezależny, 2. biotop zależny. Biotop samodzielny zużywa materiały odżywcze w nim tylko się znajdujące. Jego byt jest niezależny od dopływu substancyj odżywczych z zewnątrz. Skrajnym przykładem są oligotroficzne zbiorniki wód. Biotop zależny jest w swoim bytowaniu związany z dopływem soków odżywczych z zewnątrz. Wykazuje tego rodzaju warunki, że cykl krążenia nie

jest zamknięty, jest urwany. Przykładem klasycznym — dystroficzne zbiorniki wód.

Nasuwa się z kolei jedno jeszcze zagadnienie do rozpatrzenia. Czy słodkowodny zbiornik nie przedstawia nam żyjącego ustroju wyższego rzędu? Czy można go pojmować w całości jako pewne indywiduum, wykazujące swoje własne życiowe oblicze, zdolne do podtrzymania swej egzystencji mocą swoich własnych sił? Odpowiedź na to pytanie wypadnie twierdząco.

W zbiorniku słodkowodnym znajdujemy bioasocjacje Są to zespoły roślin i zwierząt, których ustosunkowanie gatunkowe i ilościowe pozostaje stale w ścisłym wzajemnym związku. Związek ten wyraża się chwiejnym stanem równowagi między gatunkowo i ilościowo równymi, ale dającymi się ściśle określić istotami żyjącymi, zależnie od ekologicznych warunków. Ta bioasocjacja oczywiście jest zależna od siedliska (biotopu) i odwrotnie. Zmienia się biotop — zmienia się bioasocjacja i odwrotnie. Między biotopem a bioasocjacją zachodzi związek bardzo głęboki. Wyrazem tego związku jest właśnie zaistnienie organizmu wyższego rzędu, organizmu bardzo żywotnego i bardzo samodzielnego. Nazwijmy ten organizm jestestwem jeziornem.

Do zrozumienia tego jestestwa jeziornego niechaj posłuży następujące zestawienie.

Wiemy z uwag poprzednich, że w procesie krążenia pokarmów w wodnym zbiorniku bardzo ważną rolę odgrywają fizjograficzne warunki. One w rozwoju każdego zbiornika są niejako pierwszym punktem wyjścia. Morfologiczne właściwości terenu, charakter skalny, warunki klimatyczne, położenie geograficzne — oto są czynniki, które wywierają zasadniczy wpływ na fizykalno-chemiczne właściwości wody zbiornika. W ruchliwym przestworzu wodnym rozwijają się poszczególne gatunki roślin i zwierząt. Gatunki te nie są byle jakie. Są one niejako wybrane z wielkiego mnóstwa innych, one w swej organizacji wykazują takie znamiona, które zapewniają im w danych warunkach możliwość egzystencji i rozwoju. Każda z tych żyjących istot wykazuje zależnie od biotopu charakterystyczne właściwości, które określamy jako idiobiologiczne.

Między istotami żyjącymi o pewnych im właściwych cechach idiobiologicznych na tle warunków zbiorowiska dokonywa

się dalszy jeszcze dobór. I w tym nowym doborze nie rozchodzi się już o stosunek istoty żyjącej do biotopu, ale o stosunek jednej istoty żyjącej do drugiej. Dobór ten zaznacza się w pewnym ściśle dającym się określić kierunku tak pod względem jakościowym, jak i ilościowym. Wytwarza się bioassocjacja. W tej bioassocjacji jakość i ilość poszczególnych organizmów jest zdeterminowaną przez wzajemny, ale harmonijny związek wszystkich istot żyjących. Rozwój takiej bioassocjacji dokonuje się według pewnych praw. Łańcuch najrozmaitszych czynników i warunków z konieczności wytwarza taką a nie inną bioassocjację. Są one różne, ale każda z nich posiada pewne znamiona ją charakteryzujące, które określamy jako znamiona biosocjologiczne.

Ale wytworzona już bioassocjacja jako całość pozostaje ustawicznie pod wpływem siedliska, jest związana, o czym już powyżej wspomniałem, z ogółem warunków ekologicznych. Analogiczny stosunek zachodzi także między biotopem a bioassocjacją. Stwierdzamy zatem nowy związek. Thienemann, jak wiemy, nazwał go limnologiczną wartością zbiornika. Te wzajemne stosunki mają swój początek, mają swój rozwój, mają swój koniec. I tu stwierdzamy z nieubłaganą koniecznością przejawiające się procesy. Szereg przyczyn i skutków przy kompleksie najrozmaitszych czynników i warunków stwarza logicznie związany system energetyczny, działający prawidłowo. Wyrazem tego związku między bioassocjacją a biotypem jest żyjące indywiduum wyższego rzędu, jest jestestwo jeziorne. Ma ono pewne swoje charakterystyczne znamiona, które określamy jako limnontologiczne.

Na końcu pokusimy się o krótkie streszczenie wyników spostrzeżeń i rozważań w zakresie zagadnienia krążenia pokarmów w zbiornikach słodkowodnych. Proces krążenia jest, jak widzieliśmy, bardzo zawiły. Składa się z całego szeregu ogniw ze sobą ściśle związanych. Cykl przeobrażeniowy zależny jest od najrozmaitszych warunków.

Na pierwszym miejscu postawić musimy warunki fizjograficzne. One niejako z góry określają jakość zbiornika przede wszystkim w odniesieniu do warstwy trofogenicznej i warstwy trofalitycznej. Pozatem w wyróżnionych dotychczas typach

jeziornych procesy przeobrażające materiał odżywczy w swych ostatecznych rezultatach przedstawiają się różnie.

W jeziorach oligotroficznym (alpejskich albo podalpejskich) procesy krążenia stanowią nierozzerwane koło; cykl przeobrażeń jest zamknięty. W tym typie krążenie jest prawdziwe. Zbiornik określamy jako samodzielny. Posiadając pewną masę prapokarmu pod postacią związków mineralnych, przeobraża je w ciało roślinne, z kolei w ciała zwierzęce. Wytworzonażywiona materja po pewnym okresie trwania zamiera, podlega rozkładowi i przechodzi znowu bez żadnej reszty w prapokarm pod postacią zmineralizowanych związków.

W dwóch innych typach, eutroficznym i dystroficznym, w cykl przeobrażeniowy wchodzi tylko pewna część odżywczych materiałów. Pochodzi to stąd, że materiału odżywczego jest za wiele. Do prapokarmu, znajdującego się w zbiorniku dołącza się materiał z otoczenia w wyższym stopniu niż w typie oligotroficznym. Na podkreślenie zasługuje przede wszystkim materiał pod postacią detritusu allochtonicznego. Środki mechaniczne i chemiczne zbiornika nie są wystarczające do przeobrażenia takiej masy zamierającejżywionej materji. Wprawdzie i tu stwierdzamy zamknięty cykl przeobrażeń, ale w koło tych procesów nie jest wciągnięta cała ilość występującego w wodzie materiału odżywczego. Znaczna jego ilość zostaje z tych procesów wyeliminowana. To zjawisko ma dla bujności życia takiego zbiornika wielkie znaczenie, ale z drugiej strony kryje w sobie i zarodek zagłady zbiornika. Przez rokroczne osadzanie się szlamu, mułu z nierozłożonymi cząstkami organicznymi, zbiornik się pomniejsza, staje się płytszy, zmienia swą fizjograficzną naturę, zanika. Z czasem przejdzie w bagno, coraz bardziej się zarośliniające, w podmokłą łąkę, w torfowisko, a w końcu w łąd. Zbiornik jako jestestwo jeziorne ginie.

Nakreślony w ogólnych zarysach obraz procesów przeobrażeniowych, przebiegających w słodkowodnych zbiornikach, jest najbardziej zasadniczym rysem. Obraz ten upoważnia do pojmowania systemu zbiorników słodkowodnych jako całości, różnej od zbiorników wód morskich, różnej również od systemu wód płynących.

Dla biologa przedstawiają one rozmaite assocjacje biologiczne, całą gammę najcudowniejszych przystosowań, prawdziwą finezję wszelakich urządzeń.

Pozatem, kryją one w sobie nieprzebrane bogactwo innych objawów przyrodniczych, które działają w pewnym zakresie przeobrażająco na powierzchnię kuli ziemskiej. Tą treścią swego działania wchodzą już w zakres zjawisk geodynamicznych.

PIŚMIENICTWO.

Alsterberg G. Die Nahrungszirkulation einiger Binnenseetypen. Arch. f. Hydrobiol. 1924.

Demel K. Nad Wigrami. Przyrodnik 1924.

Hesse R. Tiergeografie auf ökologischer Grundlage. Jena. 1924.

Lityński A. Studja limnologiczne na Wigrach. Arch. Hydrob. i Ryb. T. I. 1926.

Naumann E. Einige Hauptprobleme der modernen Limnologie. Abderhaldens Handbuch f. biol. Arbeitsmet. Abt. IX. 1925.

Thienemann A. Der Nahrungskreislauf im Wasser. Zool. Anz. Supplementband. 1925.

Thienemann A. Der See als Lebenseinheit. Naturwissenschaften 1925.

Z Instytutu Zoologicznego Politechniki Lwowskiej.



