

ANNA HILLBRICHT-ILKOWSKA
ZDZISŁAW KAJAK
Instytut Ekologii PAN
Dziekanów Leśny k. Warszawy

Główne kierunki i osiągnięcia badawcze Instytutu Ekologii PAN w zakresie hydrobiologii w latach 1952–1972

Leading trends and most important achievements
in hydrobiological research in the Institute
of Ecology, Polish Academy of Sciences,
during the period 1952–1972

1. Wstęp

Badania ekologiczne środowisk wodnych prowadzone były od początku istnienia Instytutu (początkowo Zakładu) z nasilającą się intensywnością. Badania te stanowiły w programie badawczym Instytutu zawsze jedną z podstawowych pozycji. W początkowych latach (1952–1955) badania hydrobiologiczne prowadził kilkusobowy zespół młodych pracowników skupionych w Zakładzie Ekologii PAN (kierowanym przez prof. K. Petruszewicza) i Zakładzie Ekologii Zwierząt UW (kierowanym przez prof. K. Tarwida). Ścisła współpraca tych dwóch zespołów: PAN i Uniwersytetu (obecnie Zakład Hydrobiologii Instytutu Zoologicznego UW, kierowany przez doc. E. Pieczyńską) zapoczątkowana w latach pięćdziesiątych utrzymuje się do chwili obecnej. W działalności naukowej hydrobiologów Instytutu w minionym 20-leciu można wyróżnić dwa podstawowe okresy o różnych kierunkach badawczych, które zresztą odzwierciedlają odmienną programu badawczego całego Instytutu.

Okres I — od początku 1952 r. do około 1962 r. (choć trudno mówić o ściśle określonej dacie) — cechowały poszukiwania prawidłowości występowania organizmów oraz czynników określających liczebność, skład i dynamikę wybranych populacji organizmów wodnych, ich zgrupowań (np. typu taksocenów) bądź całych zespołów ekologicznych, jak plankton, bentos, perifiton. Te trzy typy jednostek ekologicznych badano w różnych środowiskach wodnych, jak jeziora i poszczególne ich strefy (litoral, pelagial, profundal), rzeki, zbiorniki przyrzeczne (starorzecza itp.) i śródrzeczne, stawy rybne, modele laboratoryjne (akwariowe). Ogólnie można powiedzieć, że okres ten charakteryzuje dążność do zilustrowania znanych bądź opracowywanych koncepcji ekologicznych oraz wykazania prawidłowości przebiegu zjawisk biologicznych (dynamika

liczebności, rozmieszczenie, struktura dominacyjna, wiekowa itd.) z uwzględnieniem ich zależności od czynników pokarmowych, konkurencyjnych, populacyjnych i innych.

Okres II — od około 1962 roku do chwili obecnej — można ogólnie scharakteryzować jako poszukiwanie prawidłowości i mechanizmów funkcjonowania ekosystemów jako całości bądź zespołów organizmów, wybranych i badanych z punktu widzenia roli w strukturze troficznej ekosystemu oraz w obiegu materii, czy przepływie energii w ekosystemie. Kierunek ten, choć w sposób naturalny, opiera się na metodach i osiągnięciach poznawczych wypracowanych w poprzednim okresie, różni się zasadniczo podejściem badawczym. Zmieniają się kategorie, w jakich opisywane są zespoły organizmów; gdy w pierwszym okresie charakterystyki organizmów dokonywano w kategoriach liczebności, zagęszczenia lub dominacji, to w drugim w kategoriach biomasy, produkcji, roli w łańcuchu troficznym, zdolności rozpraszania lub kumulacji energii itp.

W pierwszym okresie punktem odniesienia były na ogół dla populacji — nisza ekologiczna, dla zespołu — biotop, w drugim — ekosystem. W odróżnieniu od pierwszego okresu, w drugim stosowano (przyjęte bądź opracowane) techniki pozwalające na badania zachodzących w ekosystemie procesów (np. proces produkcji czy destrukcji, sedymentacji, odżywiania się całych zespołów i poziomów troficznych) niejako „wprost”, a nie poprzez analizę stanów poszczególnych grup organizmów.

Ten drugi, „produkcyjny” etap badawczy spowodował większe ukierunkowanie, koncentrację badań i to zarówno w zakresie tematyki, jak i obiektu, którym stał się ekosystem jeziorny. Mniejsze skoncentrowanie problematyki pierwszego okresu było zrozumiałe, jeśli weźmie się pod uwagę jej poszukiwawczy charakter — dążność do objęcia wielu zespołów w wielu środowiskach — co narzucało w każdym przypadku własną specyfikę badawczą. Nakładał się na to fakt kształtowania i dojrzewania osobowości naukowej wielu hydrobiologów Instytutu, którzy w latach 1952—1956 rozpoczynali pracę badawczą. Okoliczność ta niejako automatycznie różnicowała indywidualną tematykę badawczą.

Niezależnie jednak od stopnia koncentracji badań, zespołowy styl pracy badawczej wytworzył się w grupie hydrobiologów w początkowym okresie i jest kontynuowany nadal. Zespołowość ta to przede wszystkim dążność do skupienia różnorodnych badań w jednym środowisku i takie ich ustawienie, aby uzupełniały się wzajemnie i dawały obraz całości biocenozy bądź ekosystemu. W tym znaczeniu zespołową pracę prowadzono od pierwszych lat istnienia Instytutu, jak np. badania jeziora Tajty, Wisły i jej starorzeczy (1952—1956 r.), stawów rybnych w Żabieńcu, czy jezior okolic Węgorzewa.

Badania pierwszego i drugiego etapu charakteryzowały również dwie inne podstawowe cechy. Po pierwsze duża liczba prac o charakterze metodycznym, począwszy od konstrukcji aparatów, a skończywszy na specjalnych technikach eksperymentowania in situ (dostosowanych do konkretnych zadań badawczych), poprzez badania statystyczne wiarygodności danych, źródeł błędów itp. Druga cecha to dążność do powiązania tematyki badawczej z potrzebami gospodarki rybackiej, wodnej, bądź ochrony wód. Współpraca hydrobiologów Instytutu Ekologii z Instytutem Rybactwa Śródlądowego datuje się od początku istnienia Instytutu.

Już kompleksowe badania rzeki Wisły i jej zastoisk śródrzecznych i przyrzecznych wybrano z punktu widzenia ich ewentualnego rybackiego znaczenia, w związku z problemem regulacji Wisły. Badania doświadczalnych stawów rybnych w Żabieńcu (1955—1959) (Grygierek, Hillbricht-Ilkowska, Spodniewska 1966), jeziora Tajty (1949—1952) (Tarwid 1953), jezior węgorskich (Pieczyńska et al. 1963) w większości nastawione były na zagadnienie podstaw biocenotycznych rybackiego zagospodarowania tych zbiorników. Trzyletnie (1968—1970) badania jeziora Warniak dotyczyły wpływu zwiększonej obsady ryb i introdukcji karpia na ekosystem jeziorny (Kajak et al. 1972).

Głównym celem obecnych (od 1970 r.) badań jezior okolic Mikołajek i Giżycka są problemy czystości i ochrony wód. Celem ich jest opracowanie teoretycznych podstaw przeciwdziałania niekorzystnym skutkom nadmiernej eutrofizacji i saprofizacji. Większość badań realizowano w oparciu o Stację Hydrobiologiczną w Mikołajkach¹ (obecnie Stacja Badawcza Instytutu Ekologii w Mikołajkach).

Z satysfakcją należy podkreślić, że oprócz Instytutu Rybactwa Śródlądowego i Zakładu Hydrobiologii UW, z którymi, jak wspomniano, współpraca organizacyjno-naukowa trwa przez cały czas istnienia Instytutu Ekologii, z biegiem lat nawiązywano współpracę z coraz to nowymi instytucjami i ośrodkami naukowymi, jak np. Zakład Energetyki i Produkcji Biologicznej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego, Instytut Hydrobiologii i Ochrony Wód WSR w Olsztynie, toruński, krakowski i lubelski ośrodek hydrobiologiczny, Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny, Instytut Geografii, Zakład Zoologii Kręgowców UW, Instytut Mikrobiologii UW. Współpraca z innymi ośrodkami rozszerzyła się bardzo w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (1964—1970), a zwiększyła się jeszcze w związku z problemem węzłowym „Produkcyjność ekosystemów” (od 1971 r.). W obu akcjach Zakład Hydrobiologii był instytucją koordynującą. Zresztą trudno wymienić wszystkie instytucje, z którymi współpracowano.

2. Przegląd wyników

2.1 Charakterystyka osiągnięć I okresu: „Prawidłowości występowania i struktury zgrupowań organizmów”

Centralnym punktem zainteresowań w tym okresie była dynamika liczebności i poziomu ilościowego występowania różnych organizmów wodnych określonych populacji lub zgrupowań wielogatunkowych. Dużo miejsca zajmowały szczegółowe opisy porównawcze przebiegu zmian liczebności w różnych sytuacjach środowiskowych stworzonych bądź przez astatyczne warunki płytkich środowisk przyrzecznych i rzecznych oraz stawów, bądź przez zmienne sezonowo warunki we wszystkich typach badanych środowisk. Tego typu analizy przeprowadzono w zespołach skąposzczetów, ochotkowatych, mięczaków, wodopójek, glonów,

¹ Krótki rys historyczny Stacji opublikował Rybak (1971).

skorupiaków i wrotków planktonowych. Wyróżniono szereg typów dynamiki o różnym układzie okresów szczytowego rozwoju, redukcji i stabilizacji liczebności. Dokładne analizy pozwoliły m.in. na wskazanie głównych momentów krytycznych, w których najintensywniejsza redukcja osobników określa praktycznie poziom liczebności całej populacji w zespole. Stwierdzono (w specjalnych eksperymentach *in situ*), że poziom liczebności ukształtowany w konkretnych warunkach środowiskowych i biocenotycznych nie może być zmieniony w tym sensie, że np. sztucznie zwiększone zagęszczenie bentosu powodowało szybką likwidację osobników i osiągnięcie poziomu właściwego danemu układowi warunków. I odwrotnie — sztuczne rozrzedzanie powodowało szybkie wyrównywanie liczebności do tego „naturalnego” poziomu. Efekt ten bywał osiągany na drodze różnych mechanizmów — migracji, śmiertelności, zwiększenia przeżywalności (K a j a k 1968).

Gdy korelowano obserwowane przebiegi zmian ilościowych z makroczynnikami środowiska (reżim hydrologiczny, charakter podłoża, temperatura, obfitość pokarmu), nie stwierdzano jednoznacznych przyczyn kształtujących dynamikę liczebności. Często podobny przebieg zmian liczebności stwierdzano w różnym układzie warunków środowiskowych i odwrotnie (K a j a k 1958, 1959).

Brak jednoznacznego wpływu czynników makrośrodowiskowych, w tym również zasobności środowiska w pokarm, zwrócił uwagę na ewentualne działanie czynników mikrośrodowiskowych i biotycznych. Stwierdzono np. (w eksperymencie terenowym i laboratoryjnym), że na przebieg zmian liczebności wpływa początkowa liczebność samej populacji. Im liczebność ta była większa, tym szybciej zachodził dalszy rozwój populacji, szybciej osiągała ona wysoki poziom, ale też gwałtowniejsze były dalsze zmiany. Prawidłowości te zaobserwowano w hodowlach glonów, bakterii, skorupiaków planktonowych i bentosu (G r y g i e r e k 1958, K a j a k 1958, 1968, S p o d n i e w s k a 1959, G o d l e w s k a - L i p o w a 1972a). W wielu badaniach stwierdzono zjawiska zależne od zagęszczenia w kształtowaniu dynamiki liczebności organizmów wodnych (bentos) oraz w ich ruchliwości (wodopójki) (S t a Ń c z y k o w s k a 1960, P i e c z y Ń s k i 1964, K a j a k 1968).

W zakresie badań nad ekologią populacji, rozwijanych intensywnie przez Instytut w tym okresie, dążono do wykazania znaczenia zjawisk i procesów populacyjnych wśród organizmów wodnych. Stwierdzono np., że struktura przestrzenna populacji ślimaka *Viviparus fasciatus* Müll. nie jest zależna od charakteru podłoża i że rozmieszczenie i wielkość skupień są odporne na działanie czynników niszczących (sztuczne rozrzedzanie, zniekształcanie), oraz że skupienia mają charakter ochronny w stosunku do osobnika (mniejsza śmiertelność, większa płodność). Skupienia wpływają również ograniczająco na występowanie innych gatunków mięczaków (S t a Ń c z y k o w s k a 1960).

W wyniku analizy: struktury przestrzennej populacji, liczebności, skupiskowości i kondycji małży *Dreissena polymorpha* Pall. (gatunek występujący masowo, uważany za szkodnika urządzeń hydrotechnicznych) w 36 jeziorach mazurskich, stwierdzono wzajemne zależności wymienionych parametrów. Kondycja osobników *D. polymorpha* w jeziorach charakteryzujących się średnią liczebnością i wielkością kolonii była przeważnie lepsza niż w grupie jezior charakteryzującej się największą liczebnością i skupiskowością (S t a Ń c z y k o w s k a 1964).

Badania porównawcze nad przebiegiem i przyczynami dynamiki liczebności różnych populacji organizmów wodnych stanowiły w tym okresie z reguły część składową prac nad zgrupowaniami organizmów (zwykle szeregu gatunków jednej grupy taksonomicznej, występujących w jednolitym biotopie). Z metodologicznego punktu widzenia zgrupowania te traktowano jako elementy struktury (siedliskowe lub troficzne) biocenozy wodnej. Opisano występowanie, tworzenie i zanikanie oraz strukturę (gatunkową i „ilościową”) wiele zgrupowań, jak *Chironomidae* i *Oligochaeta* bentosowych, wodopójek, glonów oraz wrotków i skorupiaków planktonowych w wielu biotopach: zbiorniki przyrzeczne, stawy rybne, jeziora (pelagial, litoral) (Kajak 1964, Pieczyński 1964, Spodniewska 1965, Spodniewska, Grygierek i Hillbricht-Ilkowska 1966).

Analizowano powiązania różnych cech opisywanych zgrupowań z czynnikami środowiskowymi. Stwierdzono brak jednoznacznego determinującego wpływu czynników makrośrodowiska na kształtowanie się zgrupowań, podobnie jak w przypadku dynamiki liczebności poszczególnych populacji (Kajak 1958, 1959).

Wiele badań poświęcono analizie struktury, składu i stosunków ilościowych pomiędzy gatunkami zgrupowań organizmów wodnych. Podstawą do obiektywnego wyróżniania zgrupowań (wrotki, wodopójki) miały być przeprowadzane próby zastosowania niektórych wskaźników liczbowych, używanych np. w fitosocjologii lub antropologii, ujmujących syntetycznie podobieństwo składu gatunkowego i dominacji (Hillbricht-Ilkowska 1964, Pieczyński 1964). Interesowano się szczególnie składem dominantów i stosunkami dominacyjnymi w zgrupowaniu, decydującymi o trwałości i stabilności struktury zgrupowania. Na przykład stwierdzono niejednokrotnie wymijanie się przestrzenne lub czasowe dominantów i subdominantów. Zjawisko to może świadczyć o zależnościach konkurencyjnych lub innych zależnościach antagonistycznych. Zjawiska takie zaobserwowano w zespołach skorupiaków i wrotków planktonowych (Grygierek 1958, Hillbricht-Ilkowska 1964), wodopójek (Pieczyński 1964), fauny dennej (Kajak 1968), w naturalnych zespołach jak również hodowlach glonów (Spodniewska 1959) i w zespołach mięczaków (Stańczykowska 1960). W oparciu o wskaźniki syntetyczne struktury zgrupowania określono granice przestrzenne zgrupowań wodopójek w jeziorze i rzece (Pieczyński 1960).

W większości badań równoległe z wyróżnianiem czynników określających strukturę i dynamikę zgrupowań interesowano się ich kierunkową zmiennością zarówno czasową, jak i przestrzenną. Wykorzystywano do tego naturalne sytuacje środowiskowe stwarzane przez bardzo zmienne siedlisko (np. zbiorniki przyrzeczne) lub ingerowano w układ środowiskowy, np. sztucznie przenosząc zgrupowanie w inne siedlisko (bentos — Kajak 1968), lub też wykorzystywano sytuacje stwarzane przez zabiegi gospodarczo-rybackie (plankton w stawach rybnych) (Grygierek, Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1966).

Zajmowano się również badaniem sukcesyjnej zmienności zgrupowań. W zastoiskach przyrzecznych obserwowano sukcesję zespołów równoległe z postępującym narastaniem warstwy osadów dennych (Kajak 1959). Śledzono także przebieg sukcesji w stawach rybnych i akwariach.

Na podstawie kilkuletnich obserwacji tworzenia się zgrupowań nowo powstałych stawów rybnych stwierdzono wykształcanie się ostrej struktury dominacyjnej (rozwój określonych gatunków), zwiększanie się stabilności czasowej zgrupowania, zmniejszanie się roli gatunków związanych z roślinnością oraz skracanie się okresu corocznej rekonstrukcji zespołów po napełnieniu stawu wodą (Grygierek, Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1966).

Interesujące, zarówno z poznawczego jak i praktycznego punktu widzenia, były badania nad zmiennością zgrupowań jako wskaźnikiem sytuacji w środowisku i biocenozie zbiornika, celowo przekształcanego przez człowieka. Należy tu wymienić badania nad zmiennością zespołów glonów (fitoplankton) i zwierząt (wrotki, skorupiaki) planktonowych w stawach z różną obsadą ryb. Stwierdzono między innymi, że w wyniku silnego przekształcenia środowiska przez populację ryb (niszczenie roślinności, poruszanie osadów dennych) i selektywnego wyjadania większych gatunków planktonowych następują zmiany w dynamice i strukturze badanych zgrupowań — uproszczenie składu gatunkowego, silny rozwój niektórych gatunków, wyższa liczebność zgrupowania, inny przebieg dynamiki i gwałtowniejsze zmiany ilościowe. Tempo tych zmian może być regulowane zarówno wielkością obsady, jak i długo-trwałością przebywania ryb w stawie (Hillbricht-Ilkowska 1965, Grygierek, Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1966).

W omawianym okresie, a szczególnie w późniejszej jego fazie, szczególną uwagę zwrócono na zależności funkcjonalne, które są przyczyną całościowego charakteru biocenozy. Przede wszystkim poszukiwano korelacji pomiędzy ogólną zasobnością środowiska w pokarm, jego trofizmem a występowaniem i strukturą zgrupowań. Często nie stwierdzano jednoznacznych korelacji (Kajak i Rybak 1966). Czyniono również próby znalezienia ścisłych powiązań pomiędzy zespołami drapieżników a zespołami ofiar (np. w bentosie), szczegółowo analizując przebieg dynamiki liczebności obu zespołów (Kajak i Wiśniewski 1966, Kajak 1958, 1968). W niektórych przypadkach stwierdzono niższy poziom ilościowy zespołów niedrapieżnych gatunków w obecności drapieżników zarówno bezkręgowych, jak i ryb. Wiele z tych badań przeprowadzono drogą eksperymentów terenowych.

W tym też okresie dokonano pierwszych, wstępnych sformułowań problematyki badawczej skierowanej na badania obiegu materii i przepływu energii w ekosystemie. Podstawę dla tej problematyki stanowiły badania nad strukturą zgrupowań i pokarmowymi zależnościami między gatunkami.

2.2 Charakterystyka problematyki i osiągnięć II okresu: „Struktura i funkcjonowanie ekosystemu wodnego”²

Chronologicznie można przyjąć lata 1962—1964 jako okres, począwszy od którego badania, zarówno kontynuowane jak i podejmowane na nowo przez grupę hydrobiologów Instytutu, zostały podporządkowane ogólnemu celowi — poznaniu struktury i funkcjonowania (głównie prze-

² Charakterystykę wyników badań z lat 1969—1971 można znaleźć we wcześniejszej publikacji (Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971).

pływu energii i zależności troficznych) ekosystemu wodnego. Do tych celów, ze względu na posiadane zaplecze techniczno-terenowe (Stacja Hydrobiologiczna w Mikołajkach), wybrano ekosystem jeziorny, a konkretnie szereg jezior na Pojezierzu Mazurskim.

Dla potrzeb nowego kierunku badawczego zmodyfikowano dotychczas stosowane techniki i metody, jak też przystosowano lub wypracowano nowe. W kontynuowanych badaniach dynamiki i rozmieszczenia organizmów nacisk położono na te parametry, które charakteryzują produktywność populacji, jak struktura wiekowa i wielkościowa, płodność, przeżywalność, biomasa, czas generacji i tempo rozwoju. Na ich podstawie wypracowano metody oceny produkcji i biomasy poszczególnych gatunków. (Hillbricht-Ilkowska i Węgleńska 1970a, 1970b, Węgleńska 1971). Zastosowano metody chemiczne do oceny obfitości i charakterystyki jakościowej organizmów (pomiar chlorofilu, kaloryczności, składu chemicznego, w tym udział białek, węglowodanów i tłuszczów itp.). (Ławacz 1969, 1970). Wprowadzono również metody oceny aktywności metabolicznej organizmów i całych ich zespołów (jak tlenowa metoda oceny produkcji fitoplanktonu i perfitonu, metoda oceny udziału różnych frakcji wielkościowych fitoplanktonu w produkcji — wprowadzona do badań nad produktywnością przez Gliwicz a 1967). Ocenę oddychania organizmów i intensywności destrukcji przeprowadzono na podstawie konsumpcji tlenu (Hillbricht-Ilkowska, Gliwicz i Spodniewska 1966, Rybak 1966, Szczepański i Szczepańska 1966, Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1969, Hillbricht-Ilkowska i Karabin 1970). Zaproponowano metodę przybliżonej oceny dopływu biogenów (Górski i Rybak) oraz metodę oceny dopływu niektórych frakcji substancji organicznej ze zlewni (Szczepański 1965). Dopływem substancji organicznej i jej przekształceniami w strefie litoralu zajmował się jednak głównie w ramach kooperacji Zakład Hydrobiologii UW.

Zintensyfikowano również badania środowiskowe i ustawiono je pod kątem poszukiwania związków z produktywnością zbiornika. Nasilono badania nad wybiórczością pokarmową, typem odżywiania się i przyrostem poszczególnych gatunków konsumentów i całych zespołów (Warda 1968, Kajak i Warda 1968, Kajak i Rybak 1970, Kajak i Ranke-Rybicka 1970, Hillbricht-Ilkowska i Karabin 1970, Węgleńska 1971). We wszystkich tych badaniach dążono do wypracowania takich technik badawczych, które by pozwoliły na możliwie wiarogodną, bliską sytuacjom naturalnym, ocenę badanego zjawiska. Zmodyfikowano pod tym kątem metody połowu dające gwarancję np. chwytania najmłodszych stadiów rozwojowych (Kajak i Dusoge 1971). Zastosowano na szeroką skalę eksperymenty terenowe i laboratoryjne odtwarzające możliwie najpełniej warunki naturalne (Kajak 1968, 1972) (szczegółowo omówiono to w rozdziale następnym).

Ten sposób zbierania informacji zastosowano powszechnie do badań odżywiania się konsumentów i drapieżników bentosowych, skorupiaków i całych zespołów planktonowych filtratorów, drapieżników planktonowych, jak też do badań metabolizmu osadów jeziornych (Rybak 1966, Hillbricht-Ilkowska i Karabin 1970, Kajak i Ranke-Rybicka 1970, Gliwicz i Hillbricht-Ilkowska 1972).

W eksperymentach nad odżywianiem stosowano pokarm o naturalnym składzie i koncentracji (Węgleńska 1971), w odróżnieniu od powszechnie przyjętego w trofologii eksperymentalnej pokarmu hodowlanego.

W oparciu o tego typu eksperymenty analizowano problem tempa wzrostu i rozwoju, długości cyklu rozwojowego osobników w różnych warunkach naturalnych (Warda 1968, Węgleńska 1971).

Zwiększono zestaw badanych zespołów i procesów tak, aby najlepiej objąć sieć zależności troficznych i zjawisk wewnątrz ekosystemu jeziornego. W zakresie zespołów konsumentów rozszerzono dotychczasowe i rozpoczęto nowe badania: mikrobentosu (Stańczykowska i Przytocka-Jusiak 1968), fauny litoralnej i pierwotniaków planktonowych. Wprowadzono na szeroką skalę badania procesu destrukcji, a więc tryptonu, bakterioplanktonu (z uwzględnieniem biomasy, produkcji i zdolności rozkładu różnych substratów) i osadów dennych oraz substancji organicznej rozpuszczonej (Rybak 1969, Ławacz 1969, 1970, 1971, Sorokin, Godlewska-Lipowa, Čerdynceva 1971, Godlewska-Lipowa 1972b, 1972c).

Badaniami kompleksowymi objęto w ekosystemie trzy podstawowe procesy, na które można podzielić umownie obieg materii: proces produkcji materii organicznej (z zespołami producentów), proces transformacji materii organicznej (z zespołami konsumentów różnego stopnia) i proces destrukcji materii organicznej (z zespołami destruentów i martwą materią organiczną — upostaciowaną i rozpuszczoną).

Badania tych procesów prowadzono głównie w pelagialu i profundalu jeziornym³.

W pierwszym okresie (lata 1963—1966) położono nacisk na uzyskanie oceny liczbowej tempa badanych procesów (w jednostkach porównywalnych, np. energetycznych) oraz na opis zmienności środowiskowej, sezonowej, przestrzennej (stratyfikacja pionowa i zróżnicowanie poziome) tych procesów w różnych jeziorach. Szczególnie ważne było poznanie zmienności tych procesów w jeziorach szeregu oligo-eutrofii, jako ewentualna podstawa do przewidywania tych zmian w okresie przyspieszonej eutrofizacji antropogennej. Poszukiwano również zależności tych procesów od wybranych czynników środowiska. W oparciu o otrzymane charakterystyki sporządzono dla kilku jezior (Tałtowisko, Flosek, Śniardwy, Warniak) cząstkowy, zaś dla najintensywniej badanego jeziora eutroficznego (Mikołajskie) kompletny schemat przepływu energii (Kajak i Rybak 1966, Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971, Kajak, Hillbricht-Ilkowska i Pieczyńska 1972, Hillbricht-Ilkowska et al. 1972).

Produkcję pierwotną brutto Jeziora Mikołajskiego oceniono na 4600 kcal/m²/rok, netto na 3450 kcal/m²/rok; około 170 kcal/m²/rok dopływa do jeziora w postaci substancji allochtonicznej zawartej w ściekach.

³ Analogiczne procesy w strefie litoralnej jezior były badane (łącznie z po-brzeżem i materią allochtoniczną) głównie przez Zakład Hydrobiologii Instytutu Zoologicznego UW; podobnie niektóre prace nad odżywianiem się filtratorów planktonowych. Szereg z tych prac ujęto we wspólnych zbiorczych opracowaniach i syntezach, np. Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971, Kajak, Hillbricht-Ilkowska i Pieczyńska 1972. Niektóre wyniki badań zespołu Zakładu Hydrobiologii UW są wzmiankowane w niniejszym opracowaniu, ponieważ stanowią integralną całość z wynikami badań Instytutu Ekologii PAN.

30% produkcji pierwotnej netto osadza się na dnie jeziora, jednak ulega tam intensywnej destrukcji, tak że w rezultacie wypada z obiegu i zostaje związane w osadach tylko około 1,5%. Produkcja niedrapieżnego zooplanktonu stanowi około 12% produkcji pierwotnej netto (drapieżnego 4%), zaś zoobentosu — 3% (drapieżnego 0,3%). Najintensywniejsza destrukcja zachodzi w epilimnionie (powyżej 60% produkcji pierwotnej brutto), w hypolimnionie i osadach dennych jest mniejsza i podobna do siebie (po około 20%).

W drugim etapie badań (lata 1966—1970) położono nacisk na zagadnienie wydajności ekologicznej badanych procesów i mechanizmów bądź czynników rządzących tą wydajnością (Kajak 1970, Hillbricht-Ilkowska in press). Dokładne ich poznanie umożliwi pokierowanie nimi zgodnie z zamierzeniami gospodarczymi człowieka. Oceniono więc intensywność procesu produkcji różnych grup producentów jeziornych, opisano szczegółowo ich zmienność sezonową (produkcji, biomasy, składu gatunkowego) i dobową, rozmieszczenie przestrzenne, zależność od głębokości (fitoplankton), bądź charakteru podłoża (perifiton). Oceniono udział tych grup w produkcji globalnej całego jeziora (stwierdzono np. że w Jeziorze Mikołajskim około 1/3 do 1/2 ogólnej produkcji pierwotnej pochodzi od makrofitów, zaś 2/3 do 1/2 — od fitoplanktonu). Oceniono też względne tempo produkcji różnych grup producentów (Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1969, Szczepański 1970, Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971, Hillbricht-Ilkowska et al. 1972, Kajak, Hillbricht-Ilkowska i Pieczyńska 1972).

Poszukując czynników określających produkcję pierwotną i jej wydajność stwierdzono m.in. istotne znaczenie składu gatunkowego producentów (Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1969, Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971, Hillbricht-Ilkowska et al. 1972, Spodniewska w druku). Plankton wiosenny („okrzemkowy”) wykazywał większe tempo produkcji, wyższą efektywność fotosyntezy i aktywność chlorofilu oraz silniejszą reakcję na zmiany reżimu świetlnego niż plankton letni („bruzdnicowy”), u którego, w strefie afotycznej stwierdzono istnienie nieaktywnego, tzn. nieaktywującego się w warstwach fotycznych chlorofilu (Hillbricht-Ilkowska, Kowalczewski i Spodniewska 1972).

W specjalnych eksperymentach in situ, ze sztucznie zagęszczonym fitoplanktonem, stwierdzono możliwości zwiększenia produkcji i jej wydajności (do 8% dostępnej energii świetlnej) (Spodniewska 1971).

Szczegółowo badano stosunki pomiędzy najdrobniejszymi komponentami fitoplanktonu — nannoplanktonem a tzw. fitoplanktonem „sieciowym”⁴ (Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1969). Nannoplankton wydzielono ze względu na jego znaczenie jako pokarmu, który może być zjadany bezpośrednio (z racji swych drobnych rozmiarów) przez zespół filtratorów planktonowych (Gliwicz i Hillbricht-Ilkowska 1972). Stwierdzono wyższą intensywność produkcji nannoplanktonu w porównaniu z glonami większymi („sieciowymi”) oraz antagonistyczną zależność przejawiającą się w tym, że im wyższa jest produkcja i biomasa glonów sieciowych (bruzdnic lub sinic), tym mniejsza nannoplanktonu (Spodniewska w druku). Zależność

⁴ Kolonijne okrzemki, bruzdnice i sinice.

ta sprawia, że w jeziorach oligo-mezotroficznych, w których nannoplankton stanowi znaczną część produkcji i biomasy, wydajność fotosyntezy i względne tempo produkcji (stosunek P/B) są większe niż w jeziorze eutroficznym (Gliwicz i Hillbricht-Ilkowska 1972, Hillbricht-Ilkowska et al. 1972).

Szczególne znaczenie z punktu widzenia eutrofizacji jezior mają badania wieloletniej zmienności produkcji i składu fitoplanktonu. Badania takie prowadzono i prowadzi się w Jeziorze Mikołajskim (od 1963 r.). Prowadzono je również w okresie 3-letnim w jeziorze Warniak, do którego wprowadzono dodatkową obsadę ryb. W Jeziorze Mikołajskim stwierdzono wzrost produkcji i biomasy glonów (głównie dużych bruzdnic) w okresie letnim w ostatnich latach oraz istotne zmiany w składzie wiosennego fitoplanktonu (wzrost obfitości i udziału nannoplanktonu), co przypuszczalnie można wiązać ze wzrostem ilości biogenów w tym okresie (Spodniewska w druku). W ciągu ostatnich lat stwierdzono również wzrost obfitości zooplanktonu oraz wielkości osobniczej niektórych skorupiaków, co łącznie ze zmianami fitoplanktonu wydaje się wskazywać na intensywną eutrofizację tego jeziora (Spodniewska i Hillbricht-Ilkowska i Węgleńska w druku).

W jeziorze Warniak, w kolejnych latach po zwiększeniu obsady ryb stwierdzono spadek produkcji fitoplanktonu z jednoczesnym wzrostem udziału nannoplanktonu w biomacie i produkcji. Wysunięto przypuszczenie, że jest to efekt z jednej strony wzrostu mętności wody i pogorszenia warunków świetlnych, z drugiej — przyśpieszonej mineralizacji oraz zmian w zooplanktonie, który pośrednio może kontrolować nannoplankton. Należy podkreślić, że zmiany w fitoplanktonie wskazują, że zwiększona obsada ryb może być w określonych warunkach czynnikiem ograniczającym nadmierną produkcję zbiornika (Kajak et al. 1972).

Wartość użytkowa roślinności wyższej, a szczególnie trzciny, sprawiła, że zajęto się szczególnie biologią i ekologią tej grupy producentów. Problematyka ta stanowiła główny temat prac badawczych Działu Limnologii Stosowanej (który następnie przyjął nazwę Samodzielnej Pracowni Ekologii Chemicznej, a po połączeniu ze Stacją Hydrobiologiczną w 1973 r. — Stacji Badawczej IE PAN). Oprócz badań skierowanych głównie na poznanie czynników decydujących o wartościach użytkowych trzciny, o wielkości jej produkcji, prowadzono badania podstawowe nad zależnościami „roślinność-siedlisko” w litoralu jeziornym. Stwierdzono między innymi dużą koncentrację soli mineralnych w wodach glebowych trzcinowisk, w samej trzcinie i innych roślinach szuwarowych. Pozwala to przypuszczać, że działają one jak „pułapka” wybierając biogeny z wody jezior i wód zlewni. Stwierdzono również zjawisko allelopatii — antagonistycznych oddziaływań przez chemiczne uwarunkowanie środowiska przez jedne rośliny, prowadzące do obniżenia produkcji innych. Zbadano, obniżający produkcję, efekt zagęszczenia roślin, jak też efekt konkurencji o światło i przestrzeń oraz znaczenie pasożytów i szkodników dla wzrostu i produkcji wielu roślin litoralnych i bagiennych (Durska 1970, Planter 1970, Szczepańska 1970, Szczepański 1969, 1970).

Badania procesu przekształcania materii organicznej, wyprodukowanej przez producentów w łańcuchach troficznych konsumentów jeziornych (włączając drapieżniki), prowadzono głównie w oparciu o eksperyment terenowy, stwarzając warunki bliskie naturalnym. Większość

badania z tego zakresu jest nadal kontynuowana i rozwijana. Prace dotychczasowe dostarczyły danych o składzie i wybiórczości pokarmu oraz efektywności użytkowania produkcji pierwotnej przez dalsze ogniwa troficzne, tzn. przez zespoły konsumentów planktonowych i bentosowych (Hillbricht-Ilkowska, Gliwicz i Spodniewska 1966, Kajak 1968, Stańczykowska 1968, Kajak i Warda 1968, Hillbricht-Ilkowska i Karabin 1970, Kajak i Ranke-Rybicka 1970, Kajak i Rybak 1970, Kajak i Dusoge 1970, Hillbricht-Ilkowska i Węgleńska 1970b, Hillbricht-Ilkowska in press).

W oparciu o badania nad udziałem nannoplanktonu, detrytusu i bakterii w pokarmie różnych grup zooplanktonu⁵ stwierdzono, że efektywność użytkowania (wyjadania) produkcji nannoplanktonu pelagialu jest bliska 100% w jeziorach oligo- i mezotroficznych, w których dominują makrofiltratory (jak *Calanoida*). Użytkowanie to jest kilka razy mniejsze w jeziorach eutroficznych, gdzie w planktonie dominują drobne gatunki filtratorów (drobne wioślarki, wrotki) (Gliwicz i Hillbricht-Ilkowska 1972). Wyniki tych badań wydają się potwierdzać hipotezę formułowaną w literaturze (m.in. Gliwicz 1969a, 1969b), że użytkowanie produkcji fitoplanktonu w jeziorach bliskich oligotrofii i niektórych dystroficznych odbywa się głównie na drodze "grazing", czyli bezpośredniego zjadania glonów in vivo przez zooplankton, zaś w jeziorach eutroficznych — na drodze "detritus food chain", czyli użytkowania produkcji glonów po ich przekształceniu przez destruentów w zawieszoną detrytusowo-bakteryjną (Gliwicz 1969a, 1969b, Hillbricht-Ilkowska in press). Sytuacja ta jest wypadkową z jednej strony większego udziału drobnych, „jadalnych” glonów w produkcji jezior oligotroficznych (o czym wspomniano wyżej), z drugiej — odmiennej preferencji pokarmowej zooplanktonu tych jezior (Gliwicz 1969a, 1969b). Konsekwencją tej sytuacji jest większa efektywność użytkowania („wyjadania”) produkcji glonów w pierwszej grupie jezior w porównaniu z drugą, w której mała efektywność jest wynikiem strat energii i materii w procesie rozkładu masy glonów. W wyniku analizy stosunku produkcji filtratorów do produkcji fitoplanktonu w kilku badanych jeziorach i w innych typach jezior (na podstawie dostępnej literatury) stwierdzono, że w środowiskach bliskich oligotrofii stosunek ten (określający jaką część produkcji fitoplanktonu przechodzi na poziom konsumentów planktonowych) jest na ogół wyższy niż w środowiskach eutroficznych. Wyjątki od tej prawidłowości stanowią silnie mieszane zbiorniki i niektóre jeziora dystroficzne. Na podstawie przeprowadzonych badań i powyższej analizy wysunięto przypuszczenie o ogólnie większej efektywności przekształcania materii w planktonie wód oligotroficznych, w porównaniu z eutroficznymi (Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971, Hillbricht-Ilkowska et al. 1972, Hillbricht-Ilkowska in press).

Badania nad składem i intensywnością odżywiania się zwierząt bentosowych dostarczyły również ważnych informacji na temat dróg użytkowania materii wyprodukowanej przez rośliny.

Analizując tempo odżywiania się, wybiórczość i strawialność różnych składników osadu dennego przez konsumentów (dominujące w ben-

⁵ Badania prowadzone przez Zakład Hydrobiologii UW — patrz Gliwicz (1969b).

tosie *Chironomidae*) stwierdzono między innymi, że najbardziej preferowane są drobne glony opadające na dno i stanowiące 15—20% osadu, nie zaś detrytus — główny składnik osadu. Główną warstwą „odżywczą” dla konsumentów bentosowych jest cienka, powierzchniowa warstwa osadu, o większym udziale żywych glonów. Przeczy to powszechnym wyobrażeniom o detrytusożerności fauny dennej (K a j a k i R y b a k 1970).

W badaniach nad odżywianiem się i bilansem energetycznym małża *Dreissena polymorpha* w warunkach naturalnych stwierdzono, że skład sestonu (m.in. dominująca grupa fitoplanktonu) wraz z temperaturą środowiska miały decydujący wpływ na intensywność filtracji. Oceniono, że ilość sestonu, którą populacja może przefiltrować w Jeziorze Mikołajskim w ciągu sezonu, wynosi ponad 80% produkcji pierwotnej fitoplanktonu. Natomiast „produkcja” fekalii i pseudofekalii u tego małża wynosi około 15% całości materiału sedymentującego w ciągu roku w pelagialu tego jeziora. Istotny wpływ jakości pokarmu (procent glonów i ich skład jakościowy) na wzrost, biomasę, płodność i produkcję biomasy osobników stwierdzono na przykładzie *D. polymorpha* oraz *Viviparidae* (M a t t i c e, S t a ń c z y k o w s k a i Ł a w a c z 1972).

Badano szczególnie, również w eksperymencie terenowym i laboratoryjnym, rolę drapieżników bezkręgowych w strukturze troficznej planktonu i bentosu. Oceniono skład ich pokarmu, wybiórczość i efektywność odżywiania się oraz efektywność wykorzystania pokarmu na wzrost i asymilację. Stwierdzono, że drapieżniki: *Leptodora kindtii* (Focke) i *Chaoborus flavicans* Meig. wykorzystują łącznie bardzo wysoki procent produkcji zooplanktonu (H i l l b r i c h t - I l k o w s k a i K a r a b i n 1970, K a j a k i R a n k e - R y b i c k a 1970, H i l l b r i c h t - I l k o w s k a et al. 1972). Podobnie silne jest wyjadanie produkcji gatunków niedrapieżnych przez drapieżców bentosowych (K a j a k i D u s o g e 1970). Dowodzi to ogólnie, że w łańcuchu drapieżników pelagicznych i dennych efektywność ekologiczna przekształcania materii w ogniwie „konsument-drapieżnik” jest wysoka i wyższa niż w ogniwie wcześniejszym „roślina — roślinożerca”. Potwierdzają to wyniki analizy stosunku produkcji drapieżników planktonowych do produkcji filtratorów jako ich pokarmu, przeprowadzone w wielu typach jezior (część danych z literatury). Wartość tego stosunku, informującego, jaka część produkcji konsumenta przechodzi na poziom drapieżnika, jest z reguły wyższa niż analogicznego wskaźnika dla układu „producent — konsument” (H i l l b r i c h t - I l k o w s k a in press).

Zagadnieniem drapieżnictwa z punktu widzenia jego wpływu na produkcję ofiary zajmowano się również na przykładzie modelu laboratoryjnego populacji wrotków, poddawanych różnej eliminacji przez odłów, jak też na przykładzie efektu zwiększenia obsady ryb w jeziorze. W jednym i drugim przypadku stwierdzono między innymi, że wraz ze wzrostem intensywności drapieżnictwa lub jego długotrwałością wzrasta płodność i wielkość ofiar, zmienia się struktura wiekowa i gatunkowa oraz wzrasta stosunek odłowu przez drapieżniki do produkcji ofiary, natomiast sama jej produkcja, począwszy od pewnego stopnia eksploatacji — maleje (P o u r r i o t i H i l l b r i c h t - I l k o w s k a 1969, K a j a k et al. 1972).

Dla szeregu dominujących w jeziorze konsumentów i drapieżników, podobnie jak dla różnych grup producentów określono względne tempo

produkcji (stosunek P/B) oraz efektywność wykorzystania pokarmu na wzrost i asymilację. Ogólnie konsumenci pierwszego rzędu (planktonowi i bentosowi) charakteryzują się większym tempem odżywiania i większym współczynnikiem P/B , natomiast mniejszą efektywnością wzrostu i asymilacji w porównaniu z analogicznymi wskaźnikami dla form drapieżnych (Hillbricht-Ilkowska, Gliwicz i Spodniewska 1966, Hillbricht-Ilkowska i Karabin 1970).

Istotnych informacji na temat, w jakim stopniu wtórna produkcja ekosystemu wodnego może być zmieniona w wyniku zabiegów gospodarczych, dostarczyły wspomniane wyżej 3-letnie badania w jeziorze Warniak. Stwierdzono m.in., że w efekcie długotrwałego i intensywnego przekształcania środowiska przez ryby i w wyniku ich bezpośredniej działalności drapieżniczej uległy istotnej zmianie stosunki produkcyjne w planktonie i bentosie. Znacznie obniżyła się biomasa, a niekiedy produkcja dużych gatunków w zooplanktonie, zaś wzrosła produkcja drobnych gatunków. W rezultacie wzrosło tempo produkcji i globalna produkcja całego zooplanktonu, zmniejszyła się biomasa oraz średni ciężar osobnika w zgrupowaniu bentosu i fauny zasiedlającej makrofity, wzrosła intensywność destrukcji w toni wodnej. Całość tych przemian, zbieżnych z wynikami badań, jakie przeprowadzono kilka lat wcześniej w stawach rybnych, wskazuje, że duża obsada ryb w zbiorniku jeziornym jest czynnikiem wyraźnie przyspieszającym tempo obiegu materii i intensywność produkcji w kolejnych ogniwach łańcucha pokarmowego (Kajak et al. 1972).

Badania procesu destrukcji materii organicznej w ekosystemie, włączając w to takie jego etapy, jak produkcja masy bakteryjnej, produkcja tryptonu i tworzenie osadów dennych stanowiły istotne novum w programie badawczym Instytutu Ekologii. W zakresie ekosystemu wodnego zbadano sezonową zmienność tempa „produkcji” tryptonu w Jeziorze Mikołajskim, określono jego skład chemiczny i wartość energetyczną (Ławacz 1970). Stwierdzono, że dynamika sezonowa tryptonu pokrywa się z dynamiką produkcji fitoplanktonu (z uwzględnieniem intensywności destrukcji w epilimnionie, wysokiej w lecie) z wyjątkiem okresu jesiennego, kiedy jest ona nieproporcjonalnie wysoka. Największe tempo mineralizacji materii zachodzi w warstwach powierzchniowych i na dnie, tak że ogólnie w wyniku tego procesu jedynie kilka procent produkcji pierwotnej jest odkładane trwale w postaci osadu dennego. Oceniono skład chemiczny, zawartość materii organicznej i kaloryczność osadów dennych oraz zużycie tlenu przez osady różnych troficznie jezior i stref jeziora oraz w różnych okresach roku. Stwierdzono między innymi, że osady z różnych okresów i różnych jezior wykazują inny typ zużycia tlenu w czasie, a ich kaloryczność i zawartość materii organicznej koreluje z typem troficznym jeziora (Rybak 1966, 1969).

Aktywność destruentów badano i obecnie bada się w dwojaki sposób: od strony produkcji masy bakteryjnej (m.in. jako źródło pokarmu dla konsumentów) oraz od strony procesów destrukcji różnych substancji organicznych. Oceniono liczebność, biomasę, rozmieszczenie i czas generacji bakterii w jeziorach o różnej trofii (Godlewska-Lipowa 1969, 1970, Godlewska-Lipowa i Jabłońska 1972). W eksperymencie laboratoryjnym zbadano wpływ niektórych czynników na rozmnażanie bakterii (temperatura, charakter i koncentracja substancji pokarmowych), określono tempo rozkładu różnych substancji testowych

(w tym materiału naturalnego) oraz BZT₁ w warunkach naturalnych w różnych strefach jeziora. Stwierdzono m.in., że dodanie substancji odżywczych wpływa tym bardziej stymulująco na rozwój bakterii, im mniej żyzne jest jezioro, z którego pochodzi dany zespół bakterii (Sorokin, Godlewska-Lipowa i Čerdynceva 1971, Godlewska-Lipowa 1972a, 1972b, 1972c).

Rozwijane są badania nad wymianą substancji w strefie kontaktu woda-muł. Stanowią one część szerszych badań nad bilansem soli mineralnych w jeziorze, z uwzględnieniem spływu ze zlewni.

Rozwijane są również prace nad rozpuszczoną substancją organiczną, której rola w funkcjonowaniu ekosystemów wodnych jest, jak wynika z ostatnich badań, bardzo ważna. Uruchomiono specjalną aparaturę pozwalającą na uzyskanie tej materii w postaci wytrąconej w ilościach umożliwiających dalszą analizę. Wstępnie oceniono jej ilość w Jeziorze Mikołajskim na ok. 20 mg/l (Ławacz 1971). Zamierzenia badawcze Zakładu idą w kierunku oceny składu chemicznego tej materii, jej zmienności w jeziorach oraz mechanizmów jej przeobrażeń w ekosystemie jeziornym.

Rozpoczęto badania z zakresu kumulacji biocydów w jeziorze oraz reakcji na nie wybranych składników ekosystemu jeziornego (Jończyk, Szczepański, Bojanowska i Dmoch 1972, Godlewska-Lipowa w druku a, w druku b, Godlewska-Lipowa, Jabłońska i Miłułka w druku).

3. Ważniejsze osiągnięcia z zakresu metodyki badawczej

Badania z zakresu metodyki badawczej stanowiły i stanowią w problematyce Zakładu Hydrobiologii Instytutu Ekologii pozycję ważną. Badania te z reguły poprzedzają podejmowanie szczegółowej tematyki, a wyniki ich doczekały się opracowań i podsumowań w literaturze światowej. Badania te szły w dwóch podstawowych kierunkach:

- a. Udoskonalenie metodyki ilościowej i metod badania procesów produkcyjnych, tak aby dostarczały najbardziej wiarogodnych informacji o obfitości i produkcji organizmów w warunkach naturalnych.
- b. Opracowanie takiej techniki eksperymentowania, która zapewnia badanie procesów w warunkach najbardziej zbliżonych do naturalnych.

Z zakresu metodyki ilościowej wykonano szereg prac (z zastosowaniem analiz statystycznych), których celem była ocena wpływu wielkości prób i ich serii oraz rozmieszczenia w czasie i przestrzeni, jak też sposobu pobierania na uzyskanie wartości liczebności organizmów, ich składu, dynamiki i ruchliwości. Prace tego typu przeprowadzano z bardzo różnym ekologicznie materiałem — z populacjami i zgrupowaniami organizmów o różnym charakterze występowania, zmienności czasowej i ruchliwości (*Chironomidae* bentosowe, mikro-bentos, wodopójki, fito- i zooplankton). W wielu wypadkach udoskonalano technikę zbierania łącznie ze skonstruowaniem nowego typu aparatu (np. rurowego chwytacza bentosu) lub pułapek (wodopójki, trypton). Udoskonalono sposób manipulowania i technicznego opracowania próby (np. sortowanie) tak, aby dawał maksymalnie ścisłą informację o liczebności i składzie występujących organizmów np. najmłodsze stadia *Chironomidae*, planktonowe pierwotniaki itp. (Pieczyński 1964, Kajak, Kacprzak

i Polkowski 1965, Pieczyński i Kajak 1965, Hillbricht-Ilkowska i Patalas 1967, Kajak 1967, 1968, Kajak, Dusoge i Prejs 1968, Ławacz 1969, 1970, Hillbricht-Ilkowska i Węgleńska 1970a).

W zakresie badań produkcyjnych sprawdzono, zmodyfikowano lub wprowadzono nowe metody oceny produkcji różnych grup organizmów (Hillbricht-Ilkowska i Patalas 1967, Kajak 1967, Pieczyńska, Szczepańska i Szczepański 1967, Godlewska-Lipowa 1969, 1972b, 1972c, Hillbricht-Ilkowska i Węgleńska 1970a, Spodniewska 1971). Na przykład z zakresu badań produkcji fitoplanktonu, destrukcji i produkcji bakterii sprawdzono ewentualny odkształcający efekt różnych etapów techniki pomiaru (wielkość butelek eksperymentalnych, czas ekspozycji, pora dnia, liczebność początkowa bakterii) jak też różnej częstotliwości pomiaru (Godlewska-Lipowa 1969, Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska w druku). Z zakresu produkcji zooplanktonu porównano różne metody oceny i obliczeń, oceniono wpływ częstotliwości pomiaru i zmienności czasowej organizmów na wartości ich całkowitej produkcji (Hillbricht-Ilkowska i Węgleńska 1970a, 1970b). Drogą sztucznego zwiększenia biomasy glonów w naczyniach *in situ* określono możliwości wzrostu ich produkcji (Spodniewska 1971). Porównano dwie metody oceny kaloryczności tryptonu (Ławacz 1970), jak też skonstruowano przyrząd pozwalający na uzyskanie dowolnej ilości rozpuszczonej materii organicznej (przez jej wytrącenie w wyniku zagęszczenia wody jeziornej i liofilizacji). Niektóre wyniki tych prac metodycznych oraz analiz i porównań weszły w skład podsumowań w literaturze krajowej oraz zostały włączone do podręcznika MPB na temat metod oceny produkcji wtórnej (Winberg et al. 1971, Kajak 1971), jak też były wykładane na krajowym kursie o takiej samej tematyce.

W zakresie techniki eksperymentalnej zapewniającej warunki bliskie naturalnym stosowano:

a. Metody pozwalające na eksperymentowanie w wycinkach naturalnego środowiska *in situ* (ogrodzenie) lub w małych wycinkach środowiska pobranych z jeziora celem eksperymentowania w laboratorium (Kajak 1968, 1972).

b. Metody izolacji i dalszej hodowli poszczególnych osobników wprost w środowisku, metody przenoszenia części zgrupowania w inne warunki środowiskowe oraz metody symulowania warunków naturalnych w laboratorium (Hillbricht-Ilkowska, Gliwicz i Spodniewska 1966, Warda 1968, Kajak, Dusoge i Stańczykowska 1968, Węgleńska 1971, Mattice, Stańczykowska, Ławacz 1972);

c. Metody wprowadzenia określonej zmiany wprost w środowisku, oddziałując na określony jego wycinek (Ławacz 1969).

d. Eksperymenty na całych ekosystemach (Grygierek, Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1966, Kajak et al. 1972, Kajak i Zawisza w druku).

Powyższe sposoby eksperymentowania zastosowano szczególnie w badaniach nad odżywianiem się planktonu i bentosu, oddziaływaniem wzajemnym zoobentosu, wyjadaniem zoobentosu przez ryby, jak też do badań oddziaływania osadów dennych i wymiany między wodą a osadem.

Przy użyciu tzw. klatek eksperymentalnych (o różnej powierzchni i gęstości oczek) napełnionych mułem z dodatkiem pokarmu i opuszczonych na dno jeziora, jak też przez wprowadzenie różnych pokarmów na wybrany wycinek dna (za pomocą specjalnego urządzenia) stwierdzano, że czynnik pokarmowy jest podstawowym czynnikiem kształtującym produktywność bentosu (K a j a k 1968).

W wyniku hodowli in situ izolowanych osobników różnych gatunków skorupiaków oraz hodowli laboratoryjnej na zagęszczonym pokarmie naturalnym (uzyskanym metodą „antygrawitacyjnego” oddzielenia wody jeziornej) stwierdzono, że warunki pokarmowe, w podobnej temperaturze, mają decydujący wpływ na długość rozwoju, płodność i produkcję skorupiaków planktonowych (W ę g l e ń s k a 1971).

Dodając różne sole mineralne i substancje organiczne w różnych koncentracjach do wody jeziornej porównano zdolności wzrostu naturalnych zespołów fitoplanktonu (S p o d n i e w s k a, W ę g l e ń s k a 1966) i bakterii różnych jezior na określonych substratach pokarmowych oraz destrukcję tych substratów (G o d l e w s k a - L i p o w a 1972b, 1972c).

Eksperyment terenowy, polegający na przenoszeniu części zgrupowania w odmienne warunki środowiskowe zastosowano w badaniach fitoplanktonu i produkcji pierwotnej (H i l l b r i c h t - I l k o w s k a, K o w a l c z e w s k i i S p o d n i e w s k a 1972) oraz bentosu (K a j a k 1968). Naturalny zespół fitoplanktonu z różnych głębokości umieszczano na innych głębokościach, mierząc jego produkcję i zawartość chlorofilu. Tą drogą stwierdzono m.in. aktywizujący fotosyntezę wpływ gradientu świetlnego, jak też obecność nieczynnego chlorofilu.

Znacznie udoskonalono technikę eksperymentów z naturalnymi zgrupowaniami bentosu przez skonstruowanie aparatury pozwalającej na uzyskiwanie prób osadu dennego o nie zaburzonej strukturze⁶. Próby te posłużyły do różnorodnych doświadczeń zarówno w laboratorium, jak też in situ, zapewniając tym samym zbliżone do naturalnych warunki środowiskowe (K a j a k, K a c p r z a k i P o l k o w s k i 1965, K a j a k 1968).

Stosując omówioną technikę określono intensywność odżywiania się drapieżców bentosowych (która okazała się wielokrotnie niższa niż sugerowana przez innych autorów na podstawie doświadczeń w uproszczonych warunkach laboratoryjnych), wybiórczość oraz miejsce (warstwa osadu) żerowania bentosowych *Chironomidae*.

Za pomocą podobnej techniki (izolowanie wycinka środowiska w czerpaczu wody z automatycznym dodawaniem określonej liczby osobników) uzyskano informację o odżywianiu się drapieżców planktonowych [jak *Chaoborus flavicans* Meig. i *Leptodora kindtii* (Foche)] (K a j a k i R a n k e - R y b i c k a 1970, H i l l b r i c h t - I l k o w s k a i K a r a b i n 1970).

Określono również podstawowe elementy bilansu energetycznego (konsumpcja, fekalia, respiracja, przyrosty biomasy) *Dreissena polymorpha* w naturalnym środowisku, w specjalnych pojemnikach z kontrolowanym przepływem wody z naturalnym pokarmem pobieranej w sposób ciągły wprost z jeziora (M a t t i c e, S t a ń c z y k o w s k a, Ł a w a c z 1972).

⁶ Były to tzw. cylinderki eksperymentalne wmontowywane do aparatu rurowego i odłączane po wzięciu próby mułu.

W oparciu o technikę małych, o nie zaburzonej strukturze, prób mułu uzyskano szereg informacji o wzajemnych zależnościach organizmów bentosowych. Stwierdzono m.in., że duża śmiertelność młodych, świeżo wylętych larw *Chironomidae* jest dziełem drapieżców z rodzaju *Procladius*. Wykazano bardzo silne oddziaływanie *Chironomus plumosus* L. (metodą sztucznego zwiększania lub zmniejszania naturalnego zagęszczenia) na własną populację, jak również na inne gatunki — ich odżywianie, tempo wzrostu i wylotów oraz przeżywalność. Przy zmianie warunków w środowisku, umożliwiającej większe zagęszczenie bentosu, zwiększało się ono przez imigrację, zaś przy eksperymentalnym jej uniemożliwieniu — przez pojaw młodych larw (K a j a k, D u s o g e i S t a ń c z y k o w s k a 1968). Wykazano także bardzo silny wpływ makrobentosu na zespoły mikrobentosowe (K a j a k 1968, 1972). W oparciu o technikę klatek i odgrodzeń prowadzono obserwacje wyżerania bentosu przez ryby. Krótkotrwałe (kilkudniowe) odgrodzenia służyły do analizy reakcji bentosu na przerwanie żerowania przez ryby. Konsumpcja bentosu przez ryby oceniona tą metodą okazała się bliska produkcji bentosu oszacowanej innym sposobem. W długotrwałych (przez miesiąc lub przez cały sezon, z kilkukrotnym pobieraniem materiałów) odgrodzeniach od ryb stwierdzono istotny wpływ ryb na stan bentosu (przez porównanie tego stanu w odgrodzeniach i obok nich). Zwykle liczebność bentosu izolowanego od ryb była większa do ok. 2 razy; wyższy był jednak również udział drapieżców bezkręgowych (K a j a k 1972).

Respirację osadów dennych oraz wymianę substancji między wodą przydenną a mułem badano w rurach z nienaruszonym mułem — w laboratorium lub bezpośrednio na dnie jeziora (R y b a k 1966). Uzyskane wyniki respiracji w różnych warunkach posłużyły do oceny bilansu energetycznego jeziora, natomiast prace nad wymianą woda — muł we wspomnianych rurach są kontynuowane i posłużą do sporządzenia bilansu krążenia soli mineralnych. Jeden z podstawowych parametrów produkcji jeziora — przyrost netto osadów dennych w skali rocznej, oceniono poprzez wprowadzenie do jeziora pyłu ceglanego, który utworzył sztuczny poziom chronologiczny (Ł a w a c z 1969).

Eksperymenty na całych ekosystemach były prowadzone przy współpracy i w oparciu o obiekty eksperymentalne Instytutu Rybactwa Śródlądowego — stawy rybne, kilka jezior różnych typów nawożonych mineralnie, płytkie jezioro eutroficzne, sztuczne zarybianie karpem i leszczem, jak też we własnym zakresie — na dystroficznym jeziorze Flosek (nawożenie mineralne). Stwierdzono silny wpływ ryb na wszystkie zespoły organizmów — ich dynamikę i stosunki dominacji (co omówiono poprzednio). W wyniku zwapnowania wód jeziora Flosek obok zmian warunków chemicznych (np. wzrost ilości fosforu) istotnie zmienił się skład i struktura zooplanktonu, wzrosła intensywność destrukcji materii organicznej w toni wodnej.

4. Uwagi końcowe; współpraca z praktyką

Grupa hydrobiologiczna Zakładu Ekologii — zaczątek obecnego Zakładu Hydrobiologii Instytutu Ekologii została utworzona do wykonywania zadań badawczych o bezpośrednim związku z praktyką — analizy biocenotycznych podstaw rybackiego zagospodarowania jeziora, na przykładzie jeziora Tajty (T a r w i d 1953). Analogiczny był cel póź-

niejszych badań jezior węgorzewskich (Pieczyńska et al. 1963) oraz jednocześnie prowadzonych prac nad środowiskami śród- i przyrzecznymi Wisły.

Praktyczne cele miały prace nad wpływem dużej obsady ryb na biocenozę stawów rybnych, jak również biocenozę płytkiego jeziora eutroficznego (jeziro Warniak).

Dla celów praktycznych, mianowicie do prac nad ekologią trzciny (w związku z przemysłowym wykorzystaniem trzciny), powołana została druga hydrobiologiczna jednostka Instytutu — Dział Limnologii Stosowanej. Dział ten (potem Samodzielna Pracownia Ekologii Chemicznej) prowadził także prace nad wpływem pestycydów na biocenozę wodne.

Oczywiście cele praktyczne prowadzonych badań bynajmniej nie kolidowały z ich stroną teoretyczną, którą wyżej pokrótce omówiono.

Również opracowywany obecnie problem „Teoretyczne podstawy przeciwdziałania szkodliwym skutkom nadmiernej eutrofizacji powierzchniowych wód śródlądowych” łączy te dwa aspekty pracy. Mając w zasadzie charakter badań podstawowych — zrozumienie mechanizmów funkcjonowania ekosystemu, dąży jednak do tego, aby w oparciu o poznanie mechanizmów móc tym funkcjonowaniem pokierować z praktycznego punktu widzenia, mianowicie czystości wody. Pomocą w osiągnięciu tego celu mają być również podjęte próby modelowania matematycznego ekosystemu jeziornego.

Podjęmowano również szereg bardziej doraźnych ekspertyz i opracowań, jak prognoza biologicznego reżimu stopnia wodnego na Wiśle, prognoza czystości wód wielu zbiorników, ekspertyza przyczyn spadku pogłowia ryb w jeziorze Niegocin, analiza wpływu wód podgrzanych na biocenozę rzeki Narew, aspekt ekologiczny przestrzennego zagospodarowania Makroregionu Północno-Wschodniego z punktu widzenia ochrony wód itd.

Podsumowując, do najważniejszych osiągnięć badawczych Instytutu Ekologii PAN w zakresie hydrobiologii można zaliczyć:

a. Charakterystyka prawidłowości dynamiki liczebności wielu gatunków i zespołów, w powiązaniu z kondycją organizmów, płodnością, składem gatunkowym i warunkami środowiska.

b. Analizy odżywiania się całych zespołów i dominujących gatunków planktonu i bentosu oraz efektywności ich produkcji i wykorzystania pokarmu.

c. Ocena produkcji podstawowych ogniw troficznych w jeziorach.

d. Sporządzenie bilansu energetycznego jeziora.

e. Analizy współzależności organizmów decydujących o ich liczebności, produkcji i roli w ekosystemie, w warunkach maksymalnie bliższych naturalnym, w wycinkach ekosystemu (specjalne techniki eksperymentalne), jak również w całych ekosystemach (stawy i jeziora o dużej obsadzie ryb, mineralne nawożenie jezior).

f. Uzyskanie wstępnych ocen ilościowych na temat krążenia soli mineralnych w jeziorze, ich spływu ze zlewni i rozmieszczenia w poszczególnych częściach i składnikach ekosystemu jeziornego.

g. Uzyskanie informacji o funkcjonowaniu ekosystemów jeziornych i stawowych, mających oprócz walorów teoretycznych także praktyczne dla czystości wód oraz gospodarki rybackiej.

Obecnie hydrobiologia w Instytucie Ekologii jest reprezentowana przez Zakład Hydrobiologii oraz Stację Badawczą w Mikołajkach. Badania koncentrują się na zagadnieniach czystości wód i możliwości przeciwdziałania niekorzystnym skutkom eutrofizacji. Prowadzone badania, zwłaszcza nad prawidłowościami i mechanizmami produkcji w jeziorach oraz aktualnie wykonywane prace nad funkcjonowaniem ekosystemów z punktu widzenia czystości wód, są w pełni zgodne ze światowymi tendencjami. Istnieje zresztą szeroka współpraca z zagranicą w tym zakresie, wyrażająca się m.in. sympozjami i naradami organizowanymi w Polsce, stażami naukowców zagranicznych u nas i zaproszeniami naszych specjalistów za granicę oraz powierzeniem opracowań w wydawnictwach międzynarodowych.

Piśmiennictwo*

- Durska B. 1970 — Changes in the reed (*Phragmites communis* Trin.) condition caused by diseases of fungal and animal origin — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 373—396.
- Gliwicz Z.M. 1967 — The contribution of nanoplankton in pelagial primary production in some lakes with varying trophy — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 15: 343—347.
- Gliwicz Z. M. 1969a — The share of algae, bacteria and trypton in the food of the pelagic zooplankton of lakes with various trophic characteristics — Bull. Acad. Pol. Sci, Cl. II, 17: 159—165.
- Gliwicz Z. M. 1969b — Wykorzystanie produkcji pierwotnej przez konsumentów planktonowych w zależności od długości łańcucha pokarmowego — Ekol. Pol. B, 15: 63—70.
- Gliwicz Z. M., Hillbricht-Ilkowska A. 1972 — Efficiency of the utilization of nanoplankton primary production by communities of filter feeding animals measured in situ — Verh. int. Vereinig. Limnol. 18: 197—203.
- Godlewska-Lipowa W. A. 1969 — Relationship between the generation time of a group of bacteria in water, and the exposure time and capacity of flasks — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 17: 233—237.
- Godlewska-Lipowa W. A. 1970 — Generation time of a group of bacteria in the water of Mazurian Lakes — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 117—120.
- Godlewska-Lipowa W. A. 1972a — Dependence of production of bacteria on their abundance in lake water — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 20: 305—308.
- Godlewska-Lipowa W. A. 1972b — The effect of nutrients on the growth of bacterial population in water — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 20: 473—475.
- Godlewska-Lipowa W. A. 1972c — The effect of organic substrates on the abundance of bacteria in the water of 5 Mazurian lakes — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 20: 647—651.
- Godlewska-Lipowa W. A. (w druku a) — Wpływ herbicydów na procesy mikrobiologiczne w ekosystemach wodnych. I. Metoda oznaczania wpływu herbicydów (TCA, 2,4-D i linuronu) na mikroflorę bakteryjną w wodzie — Biul. WAM Łódź.
- Godlewska-Lipowa W. A. (w druku b) — Wpływ herbicydów na procesy mikrobiologiczne w ekosystemach wodnych. III. Wpływ herbicydów (TCA,

* Pełny wykaz publikacji zawierają Sprawozdania z Pracy Instytutu Ekologii PAN.

- 2,4-D i linuronu) na procesy destrukcji materii organicznej w jeziorach o różnym stopniu eutrofii — Biul. WAM Łódź.
- Godlewska-Lipowa W. A., Jabłońska I. 1972 — Spatial differentiation of the abundance of bacteria in the water of Miłkociąskie Lake — Ekol. Pol. 20: 367—371.
- Godlewska-Lipowa W. A., Jabłońska I., Miłułka M. (w druku) — Wpływ herbicydów na procesy mikrobiologiczne w ekosystemach wodnych. II. Wpływ herbicydów (TCA, 2,4-D i linuronu) na procesy mineralizacji materii organicznej i produkcji bakterii w ekosystemach wodnych — Biul. WAM Łódź.
- Grygierek E. 1958 — Eksperymentalne badania nad dynamiką liczebności skorupiaków w naturalnych warunkach — Ekol. Pol. A, 6: 145—166.
- Grygierek E., Hilbricht-Ilkowska A., Spodniewska I. 1966 — Effect of fish population on plankton community in ponds — Verh. int. Vereinig. Limnol. 16: 1359—1366.
- Hilbricht-Ilkowska A. 1964 — The influence of the fish population on the biocenosis of a pond using *Rotifera* fauna as an illustration — Ekol. Pol. A, 12: 453—503.
- Hilbricht-Ilkowska A. 1965 — Character of the horizontal distribution of plankton rotifers in ponds with various densities of fish population — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 13: 151—156.
- Hilbricht-Ilkowska A. (in. press) — Interlevel efficiencies of energy transfer in plankton food chain — IBP/PF — UNESCO Symposium on results of PF research (Reading, U.K., September 12—18, 1972).
- Hilbricht-Ilkowska A., Gliwicz Z. M., Spodniewska I. 1966 — Production of zooplankton and some trophic relations in pelagial of two Mazurian lakes — Verh. int. Vereinig. Limnol. 16: 432—440.
- Hilbricht-Ilkowska A., Karabin A. 1970 — An attempt to estimate consumption, respiration and production of *Leptodora kindtii* (Focke) in field and laboratory experiments — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 81—86.
- Hilbricht-Ilkowska A., Kowalczewski A., Spodniewska I. 1972 — Field experiment on the factors controlling primary production of the lake plankton and periphyton — Ekol. Pol. 20: 315—326.
- Hilbricht-Ilkowska A., Patalas K. 1967 — Metody oceny produkcji i biomasy oraz niektóre problemy metodyki ilościowej zooplanktonu — Ekol. Pol. B, 13: 139—172.
- Hilbricht-Ilkowska A., Pieczyńska E., Pieczyński E. 1971 — Z badań nad produktywnością kilku jezior mazurskich oraz wpływem ryb na biocenozę jeziora — Wiad. ekol. 17: 127—146.
- Hilbricht-Ilkowska A., Spodniewska I. 1969 — Comparison of the primary production of phytoplankton in three lakes of different trophic type — Ekol. Pol. A, 17: 241—261.
- Hilbricht-Ilkowska A., Spodniewska I., Węgleńska T., Karabin A. 1972 — The seasonal variation of some ecological efficiencies and production rates in the plankton community of several Polish lakes of different trophy (Productivity problems of freshwaters Eds. Z. Kajak A. Hilbricht-Ilkowska) — Warszawa-Kraków, 111—127.
- Hilbricht-Ilkowska A., Węgleńska T. 1970a — The effect of the sampling frequency and the method of assessment on the production values obtained for several zooplankton species — Ekol. Pol. 18: 539—557.
- Hilbricht-Ilkowska A., Węgleńska T. 1970b — Some relation between

- production and zooplankton structure of two lakes of varying trophy — Pol. Arch. Hydrobiol. 17: 233—240.
- Jończyk H., Szczepański A., Bojanowska A., Dmoch J. 1972 — Persistent pesticides in Mikołajskie Lake — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 20: 297—303.
- Kajak Z. 1958 — Próba interpretacji dynamiki liczebności *Tendipedidae* bentosowych w wybranym środowisku łachy wiślanej Konfederatka — Ekol. Pol. A, 7: 205—291.
- Kajak Z. 1959 — Rola przyborów wody w wynoszeniu i nanoszeniu fauny bentonicznej środowisk związanych z rzeką — Ekol. Pol. B, 5: 47—54.
- Kajak Z. — 1964 — Remarks on conditions influencing the appearance of new generations of *Tendipedidae* larvae — Ekol. Pol. A, 12: 173—183.
- Kajak Z. 1967 — Uwagi w sprawie metod badania produkcji bentosu — Ekol. Pol. B, 13: 173—195.
- Kajak Z. 1968 — Analiza eksperymentalna czynników decydujących o obfitości bentosu (ze szczególnym uwzględnieniem *Chironomidae*) — Zesz. nauk. IE PAN, Nr 1, 94 pp.
- Kajak Z. 1970 — Some remarks on the needs and perspectives of the studies on biological production in freshwater ecosystems — Pol. Arch. Hydrobiol. 17: 43—54.
- Kajak Z. 1971 — Benthos of standing waters (A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters, IBP Handbook No 17, Ed. W. T. Edmondson and G. G. Winberg) — Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 25—65.
- Kajak Z. 1972 — Analysis of the influence of fish on benthos by the method of enclosures (Productivity problems of freshwaters, Eds. Z. Kajak, A. Hillbricht-Ilkowska) — Warszawa—Kraków: 781—794.
- Kajak Z., Dusoge K. 1970 — Production efficiency of *Procladius choreus* Mg (*Chironomidae*, *Diptera*) and its dependence on the trophic conditions — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 217—224.
- Kajak Z., Dusoge K. 1971 — The regularities of vertical distribution of benthos in bottom sediments of three Masurian Lakes — Ekol. Pol. 19: 485—499.
- Kajak Z., Dusoge K., Hillbricht-Ilkowska A., Pieczyński E., Prejs A., Spodniewska I., Węgleńska T. 1972 — Influence of the artificially increased fish stock on the lake biocenosis — Verh. int. Vereinig. Limnol. 18: 228—235.
- Kajak Z., Dusoge K., Prejs A. 1968 — Application of the flotation technique for the estimation of the absolute numbers of benthic organisms — Ekol. Pol. A, 16: 607—620.
- Kajak Z., Dusoge K., Stańczykowska A. 1968 — Influence of mutual relations of organisms, especially *Chironomidae*, in natural benthic communities, on their abundance — Ann. Zool. Fenn. 5: 49—56.
- Kajak Z., Hillbricht-Ilkowska A., Pieczyńska E. 1972 — The production processes in several Polish lakes (Productivity problems of freshwaters, Eds. Z. Kajak, A. Hillbricht-Ilkowska) — Warszawa—Kraków, 129—147.
- Kajak Z., Kacprzak K., Polkowski R. 1965 — Chwytnacz rurowy do pobierania prób dna — Ekol. Pol. B, 11: 159—165.
- Kajak Z., Ranke-Rybicka B. 1970 — Feeding and production efficiency of *Chaoborus flavicans* Meigen (*Diptera*, *Culicidae*) larvae in eutrophic and dystrophic lake — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 225—232.
- Kajak Z., Rybak J. I. 1966 — Production and some trophic relations of

- benthos, and some general production regularities in several Masurian Lakes — Verh. int. Vereinig. Limnol. 16.
- Kajak Z., Rybak J. I. 1970 — Food conditions for larvae of *Chironomidae* in various layers of bottom sediments — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 18: 193—196.
- Kajak Z., Warda J. 1968 — Feeding of benthic non-predatory *Chironomidae* in lakes — Ann. Zool. Fenn. 5: 57—64.
- Kajak Z., Wiśniewski R. 1966 — Próba oceny intensywności wyżerania *Tubificidae* przez drapieżców — Ekol. Pol. B, 12: 181—184.
- Kajak Z., Zawisza J. (w druku) — Eksperymentalne zwiększenie obsady ryb w stawowym jeziorze Warniak. XIV. Zależności między rybami a pozostałymi komponentami biocenozy (podsumowanie badań) — Ekol. Pol. 21.
- Ławacz W. 1969 — The characteristics of sinking materials and the formation of bottom deposits in a eutrophic lake — Mitt. int. Vereinig. Limnol. 17: 319—331.
- Ławacz W. 1970 — Estimation of the energetic value of nonliving particulate organic matter (tripton) by two different methods — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 135—139.
- Ławacz W. 1971 — Substancje organiczne rozpuszczone w wodzie, ich pochodzenie i udział w krążeniu materii — Wiad. ekol. 17: 147—156.
- Mattice J. S., Stańczykowska A., Ławacz W. 1972 — Feeding and assimilation of *Dreissena polymorpha* in Mikołajskie Lake, Poland — Amer. Zool. 12.
- Pieczyńska E., Pieczyński E., Prus T., Tarwid K. 1963 — The biomass of the bottom fauna of 42 lakes in the Węgorzewo district — Ekol. Pol. A, 11: 495—504.
- Pieczyńska E., Szczepańska W., Szczepański A. 1967 — Metody badania produkcji pierwotnej w ekosystemach słodkowodnych — Ekol. Pol. B, 13: 123—138.
- Pieczyński E. 1960 — Kształtowanie się zgrupowań wodopójek (*Hydracarina*) w różnych środowiskach jeziora Wilkus — Ekol. Pol. A, 8: 169—198.
- Pieczyński E. 1964 — Analysis of numbers, activity and distribution of water mites (*Hydracarina*), and of some other aquatic invertebrates in the lake littoral and sublittoral — Ekol. Pol. A, 12: 691—735.
- Pieczyński E., Kajak Z. 1965 — Investigations on the mobility of the bottom fauna in the lakes Tałtowisko, Mikołajskie and Śniardwy — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 13: 345—353.
- Planter M. 1970 — Physico-chemical properties of water of reedbelts in Mikołajskie, Tałtowisko and Śniardwy lakes — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 337—356.
- Pourriot R., Hillbricht-Ilkowska A. 1969 — Recherches sur la biologie de quelques rotifers planctoniques. I. Resultats preliminaires — Bull. Soc. Zool. France. 94: 111—118.
- Rybak J. I. 1966 — Method for analyzing the microstratifications in the near-bottom water layers — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 14: 321—325.
- Rybak J. I. 1969 — Bottom sediments of the lakes of various trophic type — Ekol. Pol. A, 17: 611—662.
- Rybak J. I. 1971 — 20 lat Stacji Hydrobiologicznej w Mikołajkach (1951—1971) — Wiad. ekol. 17: 435—438.
- Sorokin J. I., Godlewska-Lipowa W.A., Čerdynceva L. M. 1971 — Ob effektivnosti ispolzovanija vodnoj mikrofloroy rastvorenogo organičeskogo veščestva — Trudy Inst. Biol. vnutr. Vod AN SSSR 22(25): 22—27.
- Spodniewska I. 1959 — Zależność liczebności populacji w jedno- i dwugatun-

- kowych kulturach glonów od zagęszczenia początkowego — *Ekol. Pol. B*, 5: 39—45.
- Spodniewska I. 1965 — Development of phytoplankton in ponds with different periods of filling and different fish stocks — *Ekol. Pol. A*, 13: 45—55.
- Spodniewska I. 1971 — The influence of experimental increase of biomass of the blue-green algae *Gloetrichia echinulata* (Smith) Richter on phytoplankton production — *Ekol. Pol.* 19: 475—483.
- Spodniewska I. (w druku) — Struktura i produkcja fitoplanktonu Jeziora Mikołajskiego — *Ekol. Pol.* 21.
- Spodniewska I., Grygierek E., Hillbricht-Ilkowska A. 1966 — Some annual successional changes in plankton of temporal water bodies — *Verh. int. Vereinig. Limnol.* 16: 585—591.
- Spodniewska I., Hillbricht-Ilkowska A., Węgleńska T. (w druku) — Wieloletnie zmiany planktonu w eutroficznym Jeziorze Mikołajskim jako wskaźnik jego przyspieszonej eutrofizacji — *Bull. Acad. Pol. Sci.*
- Spodniewska I., Węgleńska T. 1966 — Tentative analysis of some factors restricting the abundance of phytoplankton in lakes Mikołajskie and Taltowisko — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 14: 37—43.
- Stańczykowska A. 1960 — Obserwacje nad skupieniami *Viviparus fasciatus* Müll. na terenie łachy wiślanej Konfederatka — *Ekol. Pol. A*, 8: 21—48.
- Stańczykowska A. 1964 — On the relationship between abundance, aggregations and "condition" of *Dreissena polymorpha* Pall. in 36 Masurian lakes — *Ekol. Pol. A*, 12: 653—690.
- Stańczykowska A. 1968 — Możliwości filtracyjne populacji *Dreissena polymorpha* Pall. w różnych jeziorach jako czynnik wpływający na obieg materii w jeziorze — *Ekol. Pol. B*, 14: 265—270.
- Stańczykowska A., Przytocka - Jusiak M. 1968 — Variations in abundance and biomass of microbenthos in three Masurian lakes — *Ekol. Pol. A*, 16: 539—559.
- Szczepańska W. 1970 — Periphyton of several lakes of the Masurian Lakeland — *Pol. Arch. Hydrobiol.* 17(30): 397—418.
- Szczepański A. 1965 — Deciduous leaves as a source of organic matter in lakes — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 13: 215—217.
- Szczepański A. 1969 — Biomass of underground parts of the reed *Phragmites communis* Trin. — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 17: 245—246.
- Szczepański A. 1970 — Methods of morphometrical and mechanical characteristics of *Phragmites communis* Trin. — *Pol. Arch. Hydrobiol.* 17(30): 329—335.
- Szczepański A., Szczepańska W. 1966 — Primary production and its dependence on the quality of periphyton — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 14.
- Tarwid K. 1953 — Ocena rybacka stosunków biocenotycznych w jeziorze Tajty — *Roczn. Nauk. roln. D*, 67: 155—170.
- Warda J. 1968 — Crustacean plankton and its production in the summer in the Mikołajskie and Śniardwy lakes — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 16: 555—560.
- Węgleńska T. 1971 — The influence of various concentrations of natural food on the development, fecundity and production of planktonic crustacean filtrators — *Ekol. Pol.* 19: 427—473.
- Winberg G. G., Patalas K., Wright J. C., Hillbricht-Ilkowska A., Cooper W. E., Mann K. H. 1971 — Methods for calculating productivity (A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters, IBP Handbook No. 17, Eds. W. T. Edmondson and G. G. Winberg) — Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 296—317.

Summary

The hydrobiological research group of the Institute of Ecology, which constituted the starting point of the present Department of Hydrobiology of the Institute of Ecology, was formed for the purpose of carrying out scientific studies directly connected with practical questions analysis of the biocenotic bases for fishery management of lakes, using lake Tajty as an example (Tarwid 1953). The aim of later studies carried out in the Węgorzewo group of lakes was the same (Pieczyńska et al. 1963), and also parallel in time, studies on the habitats in the mainstream, branches and backwaters of the Vistula. There has consequently been close co-operation with the Institute of Inland Fisheries since the very beginning of the existence of the hydrobiological group in the Institute of Ecology, and similarly since the beginning there has been close co-operation with the ecological and hydrobiological group in Warsaw University (now the Department of Hydrobiology of Warsaw University). The aim of the foundation of the other hydrobiological unit — the Department of Applied Limnology — was also practical studies on the ecology of reed to increase its production. The main purpose of both units, is to carry out basic studies to obtain further knowledge of different problems. This and other features: the coverage of practical aspects of research and the collective style of studies, which includes close co-operation with other institutes, particularly with those mentioned above, have had a significant influence on the whole work done and the research trends.

A further important and specific features is the great emphasis laid on questions of methodology and methods.

Studies in this connection have proceeded in two main directions:

a) improving quantitative methods and methods for investigating production processes in order to obtain the most reliable information possible as to the abundance and production of organisms under natural conditions;

b) elaborating experimental techniques which enable the examination of processes under conditions closest to natural ones.

In relation to experimental techniques conditions close to natural ones, the following have been applied:

a) methods permitting of carrying out experiments in sectors of a natural habitat in situ (enclosures) or in small sectors of a habitat taken from the lake or river in order to carry out experiments under laboratory conditions (Kajak 1968, 1972).

b) methods of isolation and culturing of selected individuals directly in the habitat, methods of transferring part of the community to different habitat conditions and methods simulating natural conditions in the laboratory (Hillbricht-Ilkowska, Kowalczewski, Spodniewska 1972, Kajak 1968, Warda 1968, Węgleńska 1971).

c) methods for making desirable changes directly in the habitat, either affecting the whole habitat of the given lake, or a given sector of it (Kajak 1958, 1972, Kajak et al. 1972).

The above types of experiments were applied particularly to studies on the feeding habits of plankton and benthos, reciprocal interaction of zoobenthos, consumption of zoobenthos by fish, and also to studies on the effect of bottom sediments and circulation between water and sediment.

During the 20-year period of activities of the Institute of Ecology the following two periods of hydrobiological studies can be distinguished:

1. From 1952 to approximately 1962, characterized by studies on the regularities occurring in the course of biological and ecological phenomena in different aquatic

biotopes (ponds, habitats connected with a river, lakes) — variations in numbers, distribution, domination structure, age structure etc., taking into account their relation to food, competition, population etc. factors.

2. From 1963 to the present, characterized by analysis of the function of different groups of organisms and their role in energy flow, of factors affecting their production and productivity, and adherence to the principle of studying the functioning of the ecosystem as a whole. Whereas studies made during the first of these periods described organisms in categories of quantity, density or domination, during the second period these were categories of biomass, production, role in the food chain ability for energy dispersion or cumulation etc. These studies have mainly been carried out, and are still carried out, in lakes.

The following could be correlated as the more important achievements:

a) description of regularities in variations in the numbers of a large number of species and groups, connected with the condition of the organisms, fecundity, species composition, environmental factors;

b) analysis of the feeding of whole groups and dominating species of plankton and benthos and the efficiency of their production;

c) assessment of the production of basic food links in lakes;

d) determination of the energy balance of a lake;

e) analysis of interrelations between organisms determining their abundance, production and role in the ecosystem, in the conditions closest to natural ones in fragments of the ecosystem (by applying special experimental techniques), and also on whole ecosystems (ponds and lakes with large fish stock, mineral fertilization of lakes);

f) preliminary quantitative estimates in relation to circulation of mineral salts in lakes, their run-off from the catchment area of the lake and distribution in different parts and components of the lake ecosystem;

g) basic informations on the functioning of lake and pond ecosystems which, in addition to theoretical, would also be of practical importance in regard to purity of waters and fishery management.

Hydrobiology is currently represented in the Institute of Ecology by the Department of Hydrobiology and the Research Station at Mikołajki; studies are concentrated on problems of water purity and the possibilities of counteracting the unfavourable effects of eutrophication.