

ZDZISŁAW KAJAK  
Instytut Ekologii PAN  
Dziekanów Leśny k. Warszawy

## Z dorobku ekologii polskiej w 25-leciu powojennym\* Achievements of Polish ecology during the 25-year postwar period\*

### 1. Wstęp

Nie sposób w krótkim referacie wymienić nawet tytułarnie wszystkich osiągnięć tak obszernej dziedziny wiedzy jak ekologia<sup>1</sup>, zwłaszcza że często trudno sprecyzować jej granice — gdzie się kończy ekologia w ścisłym tego słowa znaczeniu, a zaczyna rolnictwo, leśnictwo, gospodarka wodna i komunalna, rybactwo itp. Prawie że nie ma pracy z zakresu tych dziedzin wiedzy (a zarazem gospodarki), która jednocześnie nie byłaby choć w pewnym stopniu ekologiczna (patrz „Polish Ecological Bibliography”), zwłaszcza że ekologii nadaje się ostatnio coraz szerszy zakres i coraz więcej od niej wymaga. Sądzę, że większość ekologów jest dumna z tych powiązań, z tej szerokości naszej dziedziny wiedzy rzutującej na jej wagę w nauce i gospodarce. Przy tym jednak zdajemy sobie sprawę z szeregu mankamentów w powiązaniach z wymienionymi i innymi zazębiającymi się z ekologią naukami. Zdajemy sobie również sprawę z pilnej konieczności wypracowania nowej metodologii, jak również nowej organizacji badań, adekwatnych do zadań stawianych na całym świecie, w tym w Polsce, przed ekologią w jej nowym rozumieniu.

Zacznijmy jednak od osiągnięć, na których będziemy opierać się w dalszym rozwijaniu ekologii. W związku z tym co wyżej powiedziano, oczywiste jest, że będą to raczej przykłady osiągnięć niż ich reprezentatywny przegląd. W szczególności wiele poważnych osiągnięć z zakresu praktycznych zastosowań ekologii (w rolnictwie, leśnictwie itp.) zostanie tu podane raczej formalnie; do ich szczegółowszego przeglądu odsyłam do innych opracowań — dorobku i zamierzeń poszczególnych działów wiedzy i instytutów (Leczczyńska 1964, Grochowski 1966, Białobok, Teleżyński i Wojterski 1971, Dobrzań-

\* Referat wygłoszony na sesji naukowej na temat osiągnięć i perspektyw rozwojowych ekologii polskiej (Dziekanów Leśny k. Warszawy, 16 XII 1971 r.).

\* This paper was presented at the scientific session on the achievements and development perspectives of Polish ecology (Dziekanów Leśny near Warsaw, December 16, 1971).

<sup>1</sup> W referacie pominięto zagadnienia ekologii mórz.

ski i Słopek 1971, Listowski 1971a i 1971b, Okruszko i Prończuk 1971, Pondell 1971, Stangenberg 1971, Węgorzek 1971a i 1971b, Materiały Wydziału V PAN 1968, 1969).

Ich pełne wykorzystanie i zbiorcze uogólniające podsumowanie merytoryczne wymagałoby pracy dużego zespołu ludzi i grubego tomu. Przepuszczalnie zostanie to, przynajmniej w znacznej mierze, dokonane już wkrótce, w ramach przygotowań do II Kongresu Nauki Polskiej.

Mówiąc o osiągnięciach ekologii w Polsce w 25-leciu można wyróżnić kilka etapów rozwoju (Kajak i Dobrowolski 1970), a mianowicie: 1) inwentaryzacji i autekologii, 2) badań populacyjnych i biocenotycznych, 3) badań produkcyjnych i wreszcie 4) nasilający się coraz bardziej, niezwykle ważny, perspektywiczny i obiecujący kierunek ingerencji w ekosystemy i kształtowania, inżynierii ekosystemów. Oczywiście wszystkie te kierunki ściśle się zazębiają i współistnieją.

W niniejszym artykule zatrzymam się na, z konieczności subiektywnie wybranych, przykładach osiągnięć z zakresu populacjologii, biocenologii i produktywności oraz ingerencji w funkcjonowanie ekosystemów.

## 2. Badania populacyjne

Wieloletnie badania nad strukturą i organizacją populacji, ich powiązaniem i zwrotnym sprzężeniem z liczebnością i jej dynamiką znalazły podsumowanie w pracy Petrusewicza (1966). Krótko można by je streścić następująco: Każda populacja charakteryzuje się określoną organizacją, tzn. 1) strukturą (liczebność, zagęszczenie, skład wiekowy i płciowy, rozmieszczenie, dominacja, udział migrantów itd.) oraz 2) właściwymi jej procesami i czynnikami integrującymi populację bezpośrednio (walki, przepędzanie się, grupowanie, kooperacja w poszukiwaniu i zdobywaniu pokarmu, zależności płciowe itd.) i pośrednio (przekształcanie środowiska, konkurencja, wspólni drapieżcy i pasożyty itd.). Wytwarza to skomplikowaną sieć zależności, uwarunkowaną przez poprzednią organizację, co z kolei rzutuje na przeżywalność, dynamikę liczebności oraz przyszłą strukturę i organizację populacji, która jednak wykazuje znaczną bezwładność.

Jednym z interesujących rezultatów badań populacyjnych było wykrycie ogólnej prawidłowości (wykazanej na pierwotniakach, chrząszczach i myszach) ujemnej korelacji gęstości populacji i wielkości środowiska. Niestety, nie zbadano mechanizmów tego zjawiska (przeładowe ujęcie prac — Żyromska-Rudzka i Wasilewski 1963).

Bardzo istotna była analiza roli i miejsca osobników obcych w populacji. Na materiale myszy (omówienie — Andrzejewski, A. Kajak i Pieczyńska 1963, Adamczyk et al. 1966) i zajęcy (Jeziński 1968) wykazano, że osobniki te, niezależnie od ich walorów indywidualnych, zajmują zawsze najniższe miejsca w hierarchii, nie są dopuszczane do rozrodu, podlegają wysokiej śmiertelności itd. Ma to poważne konsekwencje teoretyczne i praktyczne, a mianowicie stwarza nikłe szanse wpływu na zmianę właściwości danej populacji przez introdukcję nowych osobników o określonych cechach.

Zarówno na materiale ssaków (Jeziński 1968) jak i bentosowych larw owadów (Kajak 1968) wykazano, że sztuczne zagęszczenie nie prowadzi do trwałego wzrostu liczebności, jest szybko likwidowane.

W oparciu o wspomniane powiązania między strukturą i funkcją w populacji proponuje się wpływać na charakter penetracji, a tym samym na zmniejszenie szkodliwości zwierzyny łownej, przez regulację struktury wiekowej — selektywny odstrzał młodych; powoduje to utrzymywanie się małych stad i bardziej równomierną penetrację środowiska leśnego (Andrzejewski et al. 1964, Szczerbiński 1966, Andrzejewski 1971).

Wykazano skutecznie działające populacyjne mechanizmy kompensacyjne — na przykładzie nornicy rudej, *Isopoda*, mrówek, bentosowych *Chironomidae* (Kajak 1968, Stachurski 1968, Kaczmarek 1969, Bujalska 1970, 1971). W izolowanej na wyspie, naturalnej populacji nornicy, liczba rozradzających się samic była wielkością stałą; jedynie w miarę jej zmniejszania (naturalnego lub eksperymentalnego) dochodziły do rozrodu nowe samice, ze stałej rezerwy niedojrzałych samic (Bujalska 1970, 1971). Sztuczne zagęszczanie *Chironomidae* powodowało pogorszenie ich odżywiania, wolniejsze tempo wzrostu, wzmożoną śmiertelność, a w efekcie — dostosowanie stanu liczebności do możliwości środowiskowych. Wysoką przeżywalność osobników introdukowanych notowano jedynie w sytuacji, gdy w badanym środowisku zaszły zmiany powodujące naturalny wzrost liczebności (pojaw form młodocianych) analizowanej populacji (Kajak 1968).

Tego typu prawidłowości i mechanizmy procesów populacyjnych stanowią podstawę teoretyczną m.in. ochrony roślin, hodowli zwierząt, gospodarki łowieckiej (bibliografia — Jezierska 1971) itd., gdyż w sytuacjach tych procesy populacyjne wybijają się na plan pierwszy (Szczerbiński 1966, Herman 1970).

Przeprowadzona niedawno wyczerpująca analiza bilansu populacji zająca w warunkach naturalnych oraz czynników o nim decydujących stanowi podstawę gospodarki łowieckiej w odniesieniu do tego gatunku (Andrzejewski i Jezierski 1967, Petruszewicz 1970).

Oceniono udział drapieżców w redukcji liczebności gryzoni polnych i stwierdzono, że jest on bardzo poważny (Ryszkowski et al. 1971).

Przebadano również dynamikę liczebności i czynniki o niej decydujące dla wielu szkodników roślin w agrocenozach (Sandner 1971a) i lasach (Grochowski 1966), oraz wielu innych gatunków.

Obfitego materiału z zakresu populacjologii na materiale roślinnym (autekologia, dynamika populacji, konkurencja wewnątrzgatunkowa, kondycja a warunki środowiskowe itd.) dostarczają nauki rolnicze i leśne. Znaczny jest także dorobek w zakresie ekologii trzcinowisk (Szczepański 1970).

### 3. Badania biocenotyczne (w tym produktyjność)

Prace w tym zakresie rozwijały się długi czas w znacznej mierze po dwu niezależnych torach — fitocenotycznym i zoocenotycznym i miały charakter mniej lub bardziej opisowy, z wyjątkiem hydrobiologii, gdzie często dotyczyły całych ekosystemów. Nie sposób tu wymienić nawet części obfitego dorobku. Z hydrobiologii (dużą liczbę prac w tej dziedzinie omówił Stangenberg 1971 w swym opracowaniu zbiorczym) wspomnę o zbiorze prac z jeziora Charzykowo (Stangenberg 1950) oraz analogicznym z jeziora Tajty (Rocznik Nauk Rolniczych, tom 67,

1953), cyklu prac Instytutu Rybactwa Śródlądowego i Zakładu Ekologii PAN w różnych środowiskach wiślanych, bogatym dorobku ośrodka krakowskiego — głównie Zakładu Biologii Wód PAN i Katedry Hydrobiologii Uniwersytetu Jagiellońskiego — z zakresu rzek górskich, stawów rybnych, zbiorników zaporowych i jezior górskich. Większość prac ośrodka krakowskiego jest publikowana w „Acta Hydrobiologica” (przegląd znacznej części dorobku — Wolny 1965, A. Siemińska i J. Siemińska 1967). Imponujący dorobek w zakresie ekosystemów stawów rybnych i jezior ma Instytut Rybactwa Śródlądowego (przegląd prac Instytutu do 1965 r. zawiera specjalne opracowanie — Rudnicki 1965).

Duży dorobek (publikowany głównie w Zeszytach Naukowych UMK — Prace Stacji Limnologicznej w Iławie) ma również ośrodek toruński, głównie w badaniach jezior, w tym ich najmniej poznanej a ważnej części — litoralu.

Ekologia roślin może się poszczycić wielkim dorobkiem, głównie o charakterze fitosocjologicznym (przegląd: Białobok, Teleżyński i Wojterski 1971, W. Matuszkiewicz w druku). Składają się nań opracowania lokalne i regionalne, opracowania zespołów różnych środowisk (Medwecka-Kornaś 1952, 1955, Kornaś 1955, A. Matuszkiewicz 1955, Celiński i Filipek 1958, Zarzycki 1963, Wojterski 1964, Krotoska 1966, Piotrowska 1966 i in.; przegląd prac z tego zakresu — H. Traczyk 1960), systematyka zespołów roślinnych kraju na tle warunków środowiskowych (W. Matuszkiewicz i Polakowska 1955, W. Matuszkiewicz i A. Matuszkiewicz 1956, W. Matuszkiewicz i Borowik 1957, A. Matuszkiewicz 1958, W. Matuszkiewicz, H. Traczyk i T. Traczyk 1958, T. Traczyk 1962a i b).

Ogólną charakterystykę zbiorowisk roślinnych Polski zawiera „Szata roślinna Polski” (Szafer 1959).

Dobrze wyróżnione i sklasyfikowane zespoły roślinne porządkują zarazem całokształt czynników środowiskowych, stanowiąc niezbędną podstawę do badań ekosystemów, a także prac nad zagospodarowaniem i organizacją krajobrazu (Kostrowicki 1970b, 1971).

W dziedzinie zoocenologii przebadano szereg całych zoocenoz w różnych ekosystemach lądowych, jak również skład gatunkowy i dynamikę liczebności szeregu grup systematycznych. Przez długi czas bardzo twórcza i płodna była koncepcja zespołów faunistyczno-ekologicznych, wywodząca się z prac przedwojennych (Lityński, Bowkiewicz), twórczo rozwinięta przez Tarwida (1952), egzemplifikowana i rozwijana przez wielu innych autorów (Kaczmarek 1953, Chodorowski 1959, 1960a i 1960b, Dobrowolski 1959, 1961, Łuczak 1963, Dąbrowska-Prot 1964, Wasilewski 1967 i in.). Była to koncepcja oparta głównie o założenia konkurencyjno-drapieżnicze.

Istotnym przełomem w badaniach ekosystemów były rozpoczęte w latach sześćdziesiątych badania produktywności biologicznej i przepływu energii.

Badania w tym zakresie, stymulowane przez Międzynarodowy Program Biologiczny, rozwinęły się w Polsce zaledwie kilka lat temu, jednakże bardzo intensywnie; wywarły więc poważny wpływ na ekologię polską i światową. Oprócz bogatego dorobku naukowego, do istotnych osiągnięć metodologicznych i organizacyjno-naukowych należy zaliczyć: 1) Znaczne nasilenie realnej współpracy i koordynacji badań w kraju

i za granicą; prowadzenie badań kompleksowych, w tym powiązanie ekologii roślin i zwierząt, których separacja zawsze była bolączką ekologii. 2) Funkcjonalne podejście do ekosystemu, niezbędne do zrozumienia, a w konsekwencji pokierowania procesami w przyrodzie; bliższą prawdy przyrodniczej ocenę roli i znaczenia poszczególnych grup organizmów oraz procesów w funkcjonowaniu ekosystemów. Funkcjonalność ujęcia wynika z dwu podstawowych przyczyn: a) analizowania produkcji, a więc procesu, a nie stanu, którym się operuje badając liczebność czy biomasę, b) analizowania powiązań troficznych — zasadniczych dla produkcji i przepływu energii. 3) Ogromny rozwój metodyki ilościowej oceny organizmów i procesów w ekosystemach oraz zapewnienie porównywalności wyników z różnych ekosystemów i różnych ośrodków badawczych.

W zakresie produktywności ekosystemów łąkowych i leśnych główne osiągnięcia mają ośrodki krakowski i warszawski, kooperujące z wieloma innymi. Dysponujemy łącznie danymi o produkcji pierwotnej, roli jej poszczególnych składników, wartościach, i przebiegu retencji substancji organicznej i jej destrukcji sponad 20 ekosystemów łąkowych i leśnych, a dla kilku z nich — posiadamy ponadto analizy produkcji konsumentów, ich powiązań funkcjonalnych z produkcją pierwotną i między sobą, wartości ubytków powodowanych przez roślinożercę itd. (zbiór prac — Petruszewicz 1967, przegląd — A. Matuszkiewicz i Faliński 1964, Łuczak, Nowak i Wójcik 1967, Medwecka-Kornaś 1967, T. Traczyk 1967, 1971, Wójcik 1970, H. Traczyk 1971 i in.).

W zakresie ekosystemów słodkowodnych uzyskano pełny schemat przepływu energii przez ekosystem jeziorny (udział w produkcji i destrukcji litoralu, pelagialu, osadów dennych, fitoplanktonu i perifitonu, zooplanktonu i zoobentosu itd. — Kajak, Hillbricht-Ilkowska i Pieczyńska in press) oraz charakterystyki przepływu energii i efektywności produkcji dla podstawowych części kilku ekosystemów jeziornych i stawowych (Wróbel 1965, 1971, Grygierek i Wolny in press, Wolny i Grygierek in press).

Wartości produkcji pierwotnej w tych różnych ekosystemach były tego samego rzędu — od ok. 1500 do ok. 2500 kcal/m<sup>2</sup>/rok, natomiast możliwości ich wykorzystania przez konsumentów, część trafiająca bezpośrednio do konsumentów lub do destruentów, oraz część wypadająca z obiegu na długie okresy — zupełnie różne. Tak np. w runie borów zapas masy roślinnej z lat ubiegłych dochodzi do 50%, w grądach i łągach zaledwie do 3—4% produkcji rocznej (T. Traczyk 1968). Podobnie w obrębie łąk wyróżniono grupę o szybkiej destrukcji substancji organicznej oraz grupę łąk wilgotnych i uboższych troficznie, z tendencją do zalegania substancji organicznej (Breymeyer 1971). W jeziorze eutroficznym stwierdzono wypadanie z obiegu do osadów dennych zaledwie kilku procent produkcji pierwotnej. Prawie cała produkcja była zużywana przez konsumentów i destruentów w warstwach powierzchniowych; w warstwach głębszych (hypolimnion) materia ta nie ulegała już zmianom, dalszy rozkład zachodził dopiero w osadach dennych (Kajak, Hillbricht-Ilkowska i Pieczyńska in press).

Analizowano udział różnych komponentów w produkcji oraz zmienność w różnych latach. Stwierdzono, że w badanych jeziorach eutroficznym produkcja litoralu stanowi ok. 1/3 — 1/2 ogólnej produkcji pier-

wotnej jeziora; jednak znaczna część tej produkcji — w postaci roślin wyższych — jest kumulowana na brzegu i tylko drobna jej część trafia z powrotem do jeziora (Pieczyńska 1971).

W ekosystemach leśnych konsumenci pierwszego rzędu zużywali zaledwie ok. 3% produkcji pierwotnej ilości drzew i runa, na łąkach — do 10%, pozostała część produkcji trafiała do destruentów (Petrušewicz 1967).

W dwu jeziorach o zbliżonej trofii i produkcji pierwotnej (różnica ok. 15%) stwierdzono dość duże (40—50%) różnice produkcji zooplanktonu. W jeziorach tych w dwu kolejnych latach produkcja zooplanktonu różniła się zaledwie o 15%, zaś biomasa o 150—200%, z powodu różnego składu jakościowego (dominacja wrotków lub skorupiaków) (Kajak, Hillbricht-Ilkowska i Pieczyńska in press).

Na tle tych ogólnych charakterystyk, generalnych linii funkcjonowania ekosystemów, analizowano czynniki, powiązania różnych ogniw oraz podstawowe mechanizmy decydujące o funkcjonowaniu ekosystemów. Niezbędnym wstępnym etapem były oceny produkcji i stosunku produkcji do aktualnego, przeciętnego stanu obfitości danego ogniw. Uzyskano tego typu dane dla różnych grup organizmów oraz w różnych środowiskach. Najwyższy stosunek produkcji do biomasy („turnover”) w ciągu sezonu wegetacyjnego stwierdzono u bakterii wodnych — do 1000 razy, u wrotków — ok. 50, u wioślarek — ok. 30, u *Chironomidae* bentosowych w środowiskach płytkich — od kilkunastu do dwudziestu kilku razy, u mrówek i szeregu innych grup fauny leśnej, łąkowej i wodnej o stosunkowo długich (ok. roku) cyklach życiowych (jak np. mięczaków, pajaków, gryzoni) — od poniżej jednego do kilku razy; u krzewinek i mchów stosunek ten wynosił ok. 1/3.

Uzyskano porównawcze dane o roli drobnych gryzoni w bilansie energetycznym ekosystemów leśnych, polnych i łąkowych, czynnikach i mechanizmach decydujących o produkcji tej grupy i jej powiązaniach troficznych (Pucek i Ryszkowski 1970, Grodziński 1971). Podobne osiągnięcia można odnotować w zakresie ptaków ziarnojadów (Pinowski 1968a i b, Mackiewicz, Pinowski i Wieloch 1971).

Stwierdzono znaczne różnice efektywności ekologicznej, tzn. stosunku produkcji sąsiednich poziomów troficznych w zespołach planktonowych; wynosiła ona od kilku do kilkudziesięciu procent (przegląd badań — Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971). Jest to na razie etap stwierdzenia prawidłowości. Jednakże po pogłębieniu ich o analizę mechanizmów, która jest poważnie zaawansowana (zwłaszcza zależności troficzne), oraz na tle intensywnie obecnie badanego krążenia materii, daje on podstawy do ingerencji w funkcjonowanie ekosystemu, znacznie lepsze niż sama znajomość stanu liczebności czy biomasy poszczególnych jego ogniw.

Efektywność produkcji karpia w stawach, w stosunku do produkcji pierwotnej, określono na ok. 2%, natomiast przy mieszanej obsadzie karpia i ryb roślinożernych wartość ta wzrasta aż do 10%, a więc ok. 5-krotnie. Stwarza to dobre perspektywy podwyższenia produkcji ryb w stawach (Wróbel 1971).

Osobnym działem w ramach badań nad produktywnością są prace bioenergetyczne, prowadzone głównie w ośrodkach krakowskim i warszawskim.

W obu tych ośrodkach opanowano i rozwinięto dla celów ekologicz-

nych fizjologiczne metody respirometrii, kalorymetrii i trofologii (G r o d z i ń s k i i K l e k o w s k i 1968). Z ich pomocą określono większość parametrów bioenergetycznych potrzebnych do bilansów przepływu energii. Dotyczy to zarówno metabolizmu (respiracji) różnych gatunków zwierząt, jak też stosunków pokarmowych, wydajności, asymilacji i wartości energetycznej samej produkcji.

Zbadano budżety energetyczne bezkręgowców wodnych i lądowych z różnych grup taksonomicznych (pierwotniaki, wrotki i skorupiaki planktonowe, owady) i kilku gatunków ryb, ssaków i ptaków, oraz spektra i charakterystyki troficzne podstawowych grup konsumentów, tzn. roślinożerców, detrytusojadów i drapieżców. Większość tych prac charakteryzuje wszystkie stadia rozwojowe badanych organizmów, zmiany sezonowe oraz różne warunki środowiskowe. Wypracowano oryginalne modele budżetów energetycznych: budżetów kumulatywnych dla bezkręgowców (K l e k o w s k i 1970) oraz dobowych budżetów energetycznych dla zwierząt stałocieplnych (G r o d z i ń s k i i G ó r e c k i 1967).

Wykazano duży zakres wahań wykorzystania spożytego pokarmu na produkcję biomasy: od ok. 60% dla niektórych bezkręgowców do ok. 2% dla innych bezkręgowców oraz drobnych gryzoni. Ma to poważne konsekwencje teoretyczne i praktyczne — z punktu widzenia produkcji użytecznej dla człowieka, a także degradowania w procesach metabolizmu substancji organicznej zanieczyszczającej środowisko. Wyniki tych prac, jak również prac nad kalorycznością różnych grup organizmów i w różnych warunkach środowiskowych (np. G ó r e c k i 1965, P r u s 1970) są bardzo przydatne w badaniach nad funkcjonowaniem ekosystemów.

W ścisłym związku z produktywnością i bioenergetyką oraz funkcjonowaniem ekosystemów pozostają badania trofologiczne, które znacznie się rozwinęły, stanowiąc zresztą pomost między bardziej klasyczną biocenologią — zwłaszcza pracami nad konkurencją, drapieżnictwem i rolą eksploatacji dla liczebności — a kierunkiem produkcyjnym. Pokarm jest bowiem podstawowym parametrem bilansu energetycznego organizmów i ich zespołów, a przy tym wiele innych czynników oddziałuje właśnie poprzez pokarm i zależności troficzne.

Uzyskano dużo danych o składzie pokarmu, wybiórczości pokarmowej, jego dostępności, ilości pobieranej w określonych warunkach, dla wielu najważniejszych gatunków w ekosystemach wodnych i lądowych (D r o ń d z 1966, 1968, A. K a j a k 1968, S t a ń c z y k o w s k a 1968, D z i ę c i o ł o w s k i 1969, G l i w i c z 1969, K a c z m a r e k 1969, G r ü m 1971, A. K a j a k, B r e y m e y e r i P ę t a l 1971; przegląd danych — T a r w i d 1968 oraz H i l l b r i c h t - I l k o w s k a, P i e c z y ń s k a i P i e c z y ń s k i 1971).

Dla szeregu gatunków oceniono ilość pokarmu pobieranego w warunkach naturalnych. Tak np. dla pajaków sieciowych wynosiła ona (w stosunku do ciężaru ich ciała) od kilku do kilkudziesięciu procent, dla drapieżnych larw *Chironomidae* bentosowych — do kilkunastu procent, dla niedrapieżnych — kilkadziesiąt procent, dla drapieżnego skorupiaka planktonowego *Leptodora Kindtii* — ok. 30%, zaś dla drapieżnej larwy muchówki *Chaoborus* żerującej w planktonie — w dwu badanych jeziorach odpowiednio 4 i 17% (P e t r u s e w i c z 1967, B r e y m e y e r 1971, K a j a k, H i l l b r i c h t - I l k o w s k a i P i e c z y ń s k a in press).

Zbadano skład pokarmu i wybiórczość pokarmową szeregu grup fauny na tle składu, zasobności oraz zmienności pokarmu w środowisku. Bezkręgowce formy roślinożerne na łąkach usuwały łącznie ok 20% masy

roślinnej, roślinożerne bezkręgowce w lesie — zaledwie ok. 3%, zaś gryzoni w ekosystemach leśnych — do ok. 2% produkcji runa i opadu listowia (P e t r u s e w i c z 1967).

Stwierdzono jednak, że pokarm dostępny, który w stosunku do produkcji pierwotnej ekosystemów leśnych stanowi tylko znikomy procent, może być eksploatowany w znacznym stopniu (D r o ż d ź 1966, G r o d z i ń s k i 1971). Niedrapieżne *Chironomidae* bentosowe odżywiały się głównie glonami, stanowiącymi zaledwie 15—20% masy osadów dennych. Jeśli chodzi o formy drapieżne, to wspomniany uprzednio *Chaoborus* wyżerał do 50% produkcji i 12% biomasy zooplanktonu, podobnie inny drapieżca, *Leptodora*. Pająki sieciowe eliminowały do 90% produkcji imago muchówek. U drapieżnych form bentosowych stwierdzono dużą zmienność składu i ilości pokarmu (larwy *Chironomidae*, skorupiaki, glony denne), w zależności od sytuacji (B r e y m e y e r 1971, K a j a k, H i l l b r i c h t-I l k o w s k a i P i e c z y ń s k a in press).

W szeregu wypadków zanalizowano efektywność wykorzystania pokarmu na wzrost (produkcję) w warunkach bliskich naturalnym; współczynnik ten wahał się w bardzo szerokich granicach — od kilku procent u kręgowców a także mrówek, do kilkudziesięciu procent u drapieżców bentosowych, u pajaków sieciowych, u niektórych stadiów rozwojowych *Homoptera*, u niektórych drapieżców planktonowych. Wartość współczynnika zależy od gatunku (w obrębie tego samego rodzaju), okresu bądź środowiska (ogólnie mówiąc — zależy od sytuacji troficznej), przebadana na przykładzie pajaków sieciowych i drapieżców planktonowych (*Chaoborus*), wahała się do kilku razy.

Analizowano również wartości drugiego istotnego współczynnika efektywności produkcji, a mianowicie współczynnika wykorzystania asymilowanego pokarmu na wzrost (produkcję).

Dane tego typu dla szeregu dominujących gatunków, w zestawieniu z uprzednio wspomnianymi ocenami efektywności ekologicznej całych poziomów troficznych (stosunek produkcji danego do poprzedniego poziomu), pozwalają zrozumieć przyczyny określonej produkcji interesujących nas ogniw, a więc stwarzają podstawy teoretyczne do kierowania produkcją, zarówno w celu jej podwyższenia, jak i zmniejszenia.

Wiele uwagi zwrócono na regulacyjne i limitujące znaczenie pokarmu dla obfitości i produkcji wybranych elementów i całych biocenoz. Stwierdzono wyraźną korelację między ilością i jakością dostępnego pokarmu a produkcją konsumenta u pajaków sieciowych, mrówek, drapieżców i roślinożerców planktonowych oraz u szeregu szkodników spichrzowych. Nasilenie zakażenia roślin uprawnych nicieniami (liczebność nicieni pasożytniczych) rosło przy zarażeniu rośliny grzybami, co prawdopodobnie pogarszało kondycję rośliny i zwiększało dostępność jej tkanek dla nicieni. Tego rodzaju zależności: warunki pokarmowe — kondycja (lub ruchliwość) — redukcja liczebności były często obserwowane na różnych zespołach i w różnych sytuacjach (K a j a k 1968, G r ü m 1971, S a n d n e r 1971a i in.).

Na przykładzie zespołów runa leśnego wykazano zwiększenie się liczby gatunków oraz obfitości i produkcji (przy zmniejszaniu się ostrości dominacji) ze wzbogaceniem troficznym siedlisk (T. T r a c z y k 1968).

W wielu przypadkach (na przykładzie mszyc, *Isopoda*, *Carabidae*, *Chironomidae* bentosowych) wykazano emigrację lub zwiększoną ruchliwość wywołaną pogorszeniem się warunków pokarmowych, co pociągało za sobą narażenie emigrantów na większą eliminację przez drapieżce



i czynniki środowiskowe. Poprawa warunków pokarmowych (dodanie lub naturalny wzrost ilości pokarmu) z reguły wywoływały wzrost liczebności i produkcji organizmów (co wykazano na przykładzie zespołów planktonowych i bentosowych). Podobnie jak zmiany liczebności i dostosowywanie jej do lepszych warunków pokarmowych mogły również zachodzić jako rezultat różnych mechanizmów — większej płodności, przeżywalności, imigracji.

W zakresie związków pokarmowych i ich roli regulacyjnej szczególną uwagę poświęcono drapieżcom. Uprzednio przytoczono niekiedy bardzo wysokie liczby ofiar usuwanych przez drapieżce. Z punktu widzenia interesów człowieka drapieżce mogą być elementem pozytywnym — gdy likwidują formy niepożądane, np. szkodniki (pająki sieciowe mogą zmniejszać o połowę szkody powodowane przez roślinożerców na łąkach), bądź negatywnym — gdy zmniejszają produkcję bezpośrednio lub pośrednio (np. pokarm ryb lub zwierzyny łownej) użyteczną dla człowieka. Reakcja ilościowa różnych gatunków i zespołów na presję drapieżcy jest więc zagadnieniem bardzo istotnym. Poświęcono mu szereg prac na różnym materiale: wrotków, mszyc, komarów, *Chironomidae* bentosowych, myszy, wykazujących dużą zmienność reakcji form eksploatowanych na charakter i wielkość presji drapieżcy lub eksploatację. Szereg badań nad drapieżcami ma aspekt ściśle praktyczny — w sensie analizy ich roli dla gatunków gospodarczo ważnych, głównie szkodników agrocenoz.

Wyżej omówione badania powiązań pokarmowych dotyczyły głównie pokarmu dostępnego, którego decydujący wpływ wykazano w większości wypadków. Nie jest to równoznaczne z zasobnością środowiska w pokarm. W kilku wypadkach wykazano możliwość bytowania w danym środowisku większej liczby organizmów, po odpowiednim nietroficznym przekształceniu biotopu, np. przez zwiększenie ilości mikrosiedlisk dla pajaków lub ptaków łąkowych (wprowadzenie odpowiednich roślin), zmniejszenie ruchliwości organizmów bentosowych przez mechaniczne przegradzanie środowiska dennego, kształtowanie oddziaływań wzajemnych myszy poprzez wielkość przestrzeni, w której bytuje populacja.

Uzyskano interesujące rezultaty w zakresie wpływu eksploatacji na obfitość i produkcję organizmów, na różnorodnym materiale — mszyc, *Homoptera*, wrotków, drobnych ssaków. Na ogół obserwowano zmniejszenie liczebności, zaś zwiększenie produkcji przy umiarkowanym procencie eliminacji, stabilizowanie się liczebności przy intensywniejszej eksploatacji, wpływ na charakter dynamiki liczebności przy różnym stopniu eliminacji itd. (Zięba i Skaziński 1965, Wałkowska 1969, 1971, Andrzejewska i Wójcik 1971, Gałęcka i A. Kajak 1971, Hillbricht-Ilkowska, Pieczyńska i Pieczyński 1971, Kajak in press i in.).

W wielu przypadkach stwierdzono, że usuwanie drapieżców prowadzi do wzrostu przeżywalności i obfitości ofiar i może być opłacalnym sposobem wzrostu pozysku tych ostatnich dla człowieka (Tarwid 1969, Backiel i Grygierek 1972).

Pokaźny wkład konkretnych wniosków na temat stosunków drapieżca-ofiara i pasożyt-gospodarz, jak również oceny powodowanych szkód, dla określonych sytuacji, wnosi ochrona roślin (Lipa 1964, 1965, Sander 1971b, Węgorek 1971a i 1971 b). Szczególnie interesujące są kwestie introdukcji drapieżców i pasożytów i ich efektywności.

Ogólnie jednak można stwierdzić, że nawet dla stosunkowo prostych układów nie ma jednej prawidłowości ekologicznej (Tarwid 1969). Są

one różne przy różnych zagęszczeniach populacji, obecności innych drapieżców odżywiających się tymi samymi ofiarami oraz innych ofiar stanowiących pokarm dla danego drapieżcy itd.

W biocenozach wodnych i lądowych wykazano bardzo ściśle powiązanie warunków środowiskowych, w tym troficznych, kondycji i ruchliwości organizmów, terytorializmu i migracyjności, konkurencji i drapieżnictwa, a w konsekwencji — przeżywalności, obfitości i produkcji.

W pracach nad biocenozą ściółki i gleby leśnej wykazano, że ze względu na występowanie wielu gatunków odżywiających się tym samym pokarmem, liczebność poszczególnych populacji może nie wykazywać korelacji z obfitością pokarmu (którą to korelację zwykle obserwuje się w prostych układach), zaś wykazywać korelację — z innymi czynnikami środowiska. Zależność liczebności od pokarmu jest bowiem modyfikowana przez stosunki konkurencyjne z innymi populacjami. Wydaje się, że o liczebności dominantów w obrębie zespołu decyduje raczej konkurencja wewnątrzgatunkowa, dla gatunków mniej liczebnych — międzygatunkowa. Dotyczy to różnych grup troficznych (roślinozerców, detrytusożerców, drapieżników itd.) (K a c z m a r e k 1969).

Często w optymalnych warunkach siedliskowych obserwuje się duże zagęszczenie populacji, pociągające ze sobą pogorszenie sytuacji troficznej (bezpośrednio, bądź — u ssaków i ptaków — przez wytworzenie się struktury terytorialnej). Osobniki głodne wykazują większą ruchliwość, migrując w kierunku mniej korzystnych siedlisk, ale o lepszej sytuacji pokarmowej (to samo może dotyczyć „rozszerzenia” ruchliwości na mniej korzystne okresy). Wzmoczona ruchliwość sprzyja eliminacji przez drapieżce, a więc dostosowuje liczebność do poziomu obfitości pokarmu w optimum siedliskowym (S t a c h u r s k i 1968, G r ü m 1971).

Co ciekawe, te bardzo ściśle powiązania różnych mechanizmów i zależności obserwuje się nie tylko przy wysokich, ale także przy niskich liczebnościach organizmów (K a j a k 1968).

Wykazano istotnie różną rolę drapieżców wyspecjalizowanych i nie wyspecjalizowanych; te drugie są często bardziej efektywne przy mniejszych zagęszczeniach ofiar, co ma zasadnicze znaczenie dla perspektyw stabilizacji biocenoz w silnie przekształconych ekosystemach, w tym dla ochrony roślin (Ł u c z a k i T a r w i d 1966, K a c z m a r e k 1969, A. K a j a k, B r e y m e y e r i P ę t a l 1971).

Zależności te, udokumentowane szeregiem prac (Z i m k a 1968, K a c z m a r e k 1969, G a ł e c k a i A. K a j a k 1971, G r ü m 1971), stanowią cenną podbudowę teoretyczną walki biologicznej ze szkodnikami, do czego jeszcze wrócę później, ograniczając się tu jedynie do stwierdzenia, że wzbogacenie biocenozy, w tym zespołu drapieżców nie wyspecjalizowanych, jest jednym z obiecujących środków w tym zakresie.

Stwierdzono różnice bogactwa gatunkowego, w tym obfitości drapieżców, w środowiskach o różnej trofii oraz w środowiskach naturalnych i silnie przekształconych (uproszczonych) przez człowieka.

Na łąkach naturalnych wykazano „tubyliczość” fauny, natomiast na sztucznych — dużą jej część stanowili imigranci z innych środowisk. Wskaźniki śmiertelności owadów na łąkach naturalnych były 2-3 razy wyższe niż na sztucznych, liczebność drapieżców znacznie wyższa na łąkach naturalnych. Drapieżce koncentrowały się w warstwie ściółki, co powodowało dużą śmiertelność organizmów przechodzących ze ściółki do warstwy nadziemnej, np. przeobrażających się owadów (B r e y m e y e r 1971).

Wszystkie obserwacje tego typu winny być również podstawą racjonalnej organizacji krajobrazu, dla uzyskania równowagi i stabilizacji biocenotycznej, a tym samym — ograniczenia chemizacji, a więc ochrony środowiska.

Wiele podobnych zagadnień przebadano w parazytosynekologii w zakresie: a) parazytocenoz w obrębie osobnika (Michajłow 1960, Kisielewska 1971 i in.); b) układów pasożyt-żywiciel i ich konsekwencji dla populacji żywiciela (Kisielewska 1968, 1970, 1971) i wreszcie c) wszystkich żywicieli pośrednich i ostatecznych oraz wszystkich stadiów rozwojowych pasożytów w całych ekosystemach (Wiśniewski 1958).

Wspomniano wyżej o dużym nasileniu i ścisłych powiązaniach różnych mechanizmów i zjawisk, głównie na przykładzie zespołów zwierzęcych. Wiele z tych zagadnień odnosi się także do asocjacji roślinnych, przy czym mają one swoją specyfikę, np. mniejsza rola eliminacji przez konsumentów (w ekosystemach lądowych), większa — oddziaływań przez przekształcanie środowiska itp. Wynika z tego szczególna rola konkurencji oraz procesów sukcesji w ekologii roślin (Zarzycki 1965a i 1965b, Fabijanowski i Zarzycki 1971). Zagadnienia te przebiegają się przez wiele wyżej cytowanych prac poświęconych charakterystyce zespołów roślinnych.

Wszystkie powyższe problemy zarówno z zakresu ekologii roślin jak i zwierząt są niezmiernie trudne metodologicznie. Wyników osiągniętych w uproszczonych warunkach zwykle nie można przenosić na sytuacje naturalne. W związku z tym trudno nie podkreślić osiągnięć ekologii polskiej w zakresie metodologii i metodyki eksperymentów w warunkach maksymalnie bliskich naturalnym (Łomnicki 1964, Zarzycki 1965a i 1965b, Kajak 1968, Gliwicz 1969, Andrzejewska i Wójcik 1971 i in.).

Warto również wspomnieć o wszechstronnych opracowaniach pewnych grup organizmów, jak np. grzyby leśne, których rola w określonych sytuacjach może być znacznie większa niż to wynika z oceny ich udziału w biomasie, a nawet produkcji ekosystemu (Orłowski 1961a i 1961b, 1966).

#### 4. Ingerencja w ekosystemy i ich kształtowanie

Ten kierunek prac jest niewątpliwie najbardziej pasjonującym i przyszłościowym działem ekologii (Trojan 1972). Wiąże się on oczywiście z praktyką gospodarczą, ponieważ najczęściej staramy się ingerować w ekosystemy dla osiągnięcia jakichś korzyści. Mamy w tej dziedzinie do odnotowania niemałe osiągnięcia.

W przypadku stawów rybnych i bardzo zróżnicowanych obsad narybku karpia — od 2 500 do 37 500 osobn./ha, uzyskano efekty zasadniczej zmiany funkcjonowania ekosystemu. Przy wzroście zagęszczenia ryb zanikły niektóre duże gatunki skorupiaków zooplanktonowych, zwiększyły się zaś udział, liczebność i płodność oraz zmienił się typ dynamiki liczebności gatunków o mniejszych rozmiarach. Zasadniczej zmianie uległy liczebność i charakter występowania wrotków (Grygierek, Hillbricht-Ilkowska i Spodniewska 1965). Zwiększając zasadniczo obsadę narybku w stawach uzyskano 2-krotny wzrost produkcji pierwotnej fitoplanktonu oraz jego korzystną zmianę jakościową

— dominację objęły mianowicie formy drobne (Wolny i Grygierek in press), mogące być bezpośrednio konsumowane przez następne ogniwo troficzne, organizmy zooplanktonowe, a z drugiej strony — mniej uciążliwe w zanieczyszczaniu wody. Podobne efekty uzyskano również w jeziorach — przy ok. 2-krotnym zwiększeniu obsady ryb w stosunku do obsady naturalnej zmieniły się proporcje składu zooplanktonu na korzyść form drobniejszych; w produkcji fitoplanktonu zwiększył się udział form drobnych, zaś ogólna wartość tej produkcji spadła. A więc i w tym przypadku uzyskano efekty korzystne dla czystości wody (Kajak et al. in press).

W doświadczeniach z wpływem obsady ryb na biocenozę stawów uzyskano także wyraźne zmiany składu i liczebności bentosu: przy pewnej obsadzie ryb obserwowano zanik ślimaków, które liczne występowały w kontroli, dominację obejmowały drobne formy *Chironomidae* itd. (przeгляд badań — Wolny i Grygierek in press).

Duże nadzieje na kształtowanie ekosystemów wodnych zarówno w kierunku uzyskania większej wydajności rybackiej, jak i wpływu na czystość wód rokuje aklimatyzacja ryb fitoplanktonożernych. Uprzednio wspomniane efekty wpływu ryb częściowo tylko planktonożernych na biocenozę pozwalają sądzić, że wpływ ryb planktonożernych będzie jeszcze silniejszy i że uzyskamy w ten sposób narzędzie kształtowania ekosystemów wód stojących. (Opuszyński 1964, 1969, Wolny 1968).

Mówiąc o ingerencji w ekosystemy wodne nie sposób nie wspomnieć o innym typie ingerencji — poprzez zabiegi środowiskowe. Wymienię tu tylko dwa przykłady: usuwanie bogatych wód hypolimnionu z „przeżyźnionego” Jeziora Kortowskiego (Olszewski in press) oraz podgrzewanie wód jezior okolic Konina zrzutami wód z elektrociepłowni. W pierwszym wypadku uzyskano oligotrofizację wód jeziornych z wszystkimi jej konsekwencjami biologicznymi, w drugim — istotne zmiany wartości produkcji pierwotnej i wtórnej oraz wzrost efektywności produkcji zooplanktonu (Patalas 1970).

W stawach rybnych ośrodków krakowskiego i warszawskiego wykazano szereg prawidłowości rozwoju glonów zależnie od rodzaju nawozu, dawkowania, okresów podawania do stawów itd. (Wróbel 1965, Grygierek 1969, Backiel i Wróbel 1970, Backiel i Grygierek 1972). Przez odpowiednie dawkowanie nawozów azotowo-fosforowych uzyskiwano długotrwałe zakwity drobnych zielenic, nie dopuszczające do zakwitów sinic, które są szczególnie niekorzystne dla czystości wód. Trzeba tu pamiętać, że nawożenie wód jest nieporównywalne z nawożeniem pól. W tych drugich mamy zwykle monokultury, w pierwszych — dziesiątki i setki gatunków, których reakcji na zabieg przewidzieć jest nieporównywalnie trudniej. Rezultaty te posłużą nie tylko gospodarce rybackiej, ale także w próbach kierowania ekosystemami dla zwiększenia czystości wody (Kajak 1972).

Uwaga ta dotyczy również interesujących prób wykorzystania odpowiednio rozcieńczonych ścieków do hodowli ryb, prowadzonych przez te same dwa ośrodki badawcze. Należy również wspomnieć ważne badania nad ekosystemami oczyszczalni ścieków (Januszko 1966) oraz zagadnieniami toksykologicznymi (Staniławska 1966).

Zasługują na uwagę prace ekologiczne nad ogniskowo-kompleksową metodą ochrony lasu (Koehler 1959, 1968, Burzyński 1971). Metoda ta polega na wprowadzaniu w monokultury leśne bogatych florystycznie, a w konsekwencji również faunistycznie, niewielkich enklaw,

których zróżnicowana i bogata fauna stabilizuje procesy biocenotyczne i w konsekwencji — zapobiega gradacjom szkodników na znacznym obszarze sąsiadującej z enklawą monokultury. Ponadto stosuje się też inne proste zabiegi dla wzbogacenia fauny, jak transplantacje kolonii mrówek, zakładanie budek i pojeków dla ptaków itd.

Powinniśmy dążyć do szerokiego wprowadzania w życie, w powiązaniu z rozległymi badaniami, tego typu podejścia w rolnictwie. Należy także nasilić prace nad wpływem czynników agrotechnicznych i siedliskowych na zawartość substancji organicznej, stan gleby i inne właściwości agrocenoz (Węgorek 1966, 1971a i 1971b, Listowski 1971a i 1971b, Sandner 1971a i 1971b), jak również lasów (Luterek 1969, Myszowski 1971). Istotne są tu wysiłki ochrony roślin w kierunku ograniczania chemizacji na rzecz metod integracyjnych (Węgorek 1970, Sandner 1971a i 1971b). Wydaje się, że większy nacisk należałoby położyć także na szeroko pojętą „organizację krajobrazów rolniczych” (układ pól, lasów, miedz, zakrzewień, zbiorników wodnych, płodozmiany itd.). Cenne z tego punktu widzenia jest rozeznanie w składzie fauny agrocenoz (Stypa-Mirek 1962).

Prace na ten temat są obecnie prowadzone m.in. przez Zakład Agroekologii Instytutu Ekologii PAN w Turwi i szereg współpracujących z nim placówek, w oparciu o istniejące tam pasy leśne. Badania te, będące kontynuacją wieloletnich pionierskich prac Wilusza, dostarczyły szeregu cennych danych o wpływie zadrzewień na plony, warunki mikroklimatyczne, biocenotyczne itd. (wykazano np. silniejszą redukcję stonki w pobliżu zadrzewień, które jednak stwarzają zarazem korzystne warunki rozwoju niektórych innych składników i chorób roślin uprawnych) (Ryszowski 1971). Niewątpliwie należy rozszerzyć tego typu prace, uwzględniając znacznie większą różnorodność sytuacji i różne rejony kraju. Dużą pomocą będą tu, jak już wspomniano, wyniki teoretycznych prac z zakresu powiązań troficznych, konkurencyjnych itd., w tym roli drapieżców wyspecjalizowanych i nie wyspecjalizowanych oraz pasożytów w określonych sytuacjach.

Obiecujący i perspektywiczny jest kierunek wykorzystania ścieków w agrocenozach, lasach, na łąkach itd., o pokaźnym już dorobku (Kutera 1970). Szersze zastosowanie w praktyce tego podejścia miałyby duże znaczenie dla ochrony środowiska.

Omówione przykłady ingerencji w ekosystemy, z równoczesnym badaniem prawidłowości i mechanizmów ich funkcjonowania, ich reakcji na ingerencję, można chyba postawić za wzór nowoczesnego podejścia ekologicznego gwarantującego docelowość i efektywność prac oraz dającego nam do ręki narzędzia kierowania przyrodą. Chyba najwcześniej próby tego typu podjęto w rybactwie (Zawisza i Patalas 1961) oraz w ochronie roślin (Sandner 1971b).

W leśnictwie i łąkarstwie dąży się do przebudowy szaty roślinnej w kierunku jej lepszego dostosowania do warunków, w oparciu o wyniki prac geobotanicznych (Myszowski 1957, 1971, Prończuk 1970, 1971a i 1971b).

Należy również wspomnieć o intensywnie prowadzonych badaniach nad potencjalną roślinnością naturalną i roślinnością zastępczą (Zarzycki 1958, W. Matuszkiewicz 1968, W. Matuszkiewicz 1968, Faliński 1971 i in.). Wprawdzie rozpoznanie roślinności potencjalnej i jej kartograficzne ujęcie to jeszcze nie ingerencja w ekosy-

stemy, jednakże jest to niewątpliwie jedna z ważnych podstaw racjonalnego kształtowania ekosystemów, właściwej organizacji — optymalnego „zgrania” zabiegów gospodarczych (kwestii rolniczych, hydrologicznych, rekreacyjnych itd.) z naturalnymi tendencjami i możliwościami przyrody. Jest to przykład, jak badania opisowe (przez wiele lat ostro z tego względu krytykowane), przy niewielkich stosunkowo modyfikacjach, stają się przydatne w inżynierii ekosystemów. Coraz częściej dorobek ten jest wykorzystywany jako podstawa racjonalnego zagospodarowania terenu dla celów rolnictwa, leśnictwa, urbanistyki, a także rekreacji (K o s t r o w i c k i 1970a i 1970b, 1971), która z pewnością będzie zajmować coraz większe tereny i odgrywać coraz większą rolę.

Analogicznie wygląda sprawa badań nad sukcesją roślin, synantropizacją oraz fitocenozą środowisk specyficznych — zasolonych, suchych, alkalicznych, wydeptywanych itd. Dane opisowe z tego zakresu stanowią podstawę racjonalnego zagospodarowania środowisk zniszczonych przez gospodarke ludzką (W ó j c i k 1965, F a l i Ń s k i 1966a i 1966b, S z c z e r b i Ń s k i 1966, Z a r z y c k i 1966, K o r n a ś i M e d w e c k a - K o r n a ś 1968, S k a w i n a 1969, W i ą c k o w s k i 1971).

Ważne są badania nad degeneracją i antropogenezą fitocenozy (F a l i Ń s k i 1966a i 1966b, 1969), wpływem warunków miejskich na roślinność (G l a s e r 1963). Prace na te tematy, jak również nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych, są obecnie podejmowane w wielu ośrodkach. Należy tu także wspomnieć ważną problematykę ekologiczną w zakresie ochrony przyrody (G a w ł o w s k a 1971, M e d w e c k a - K o r n a ś 1971).

Ekologia ma poważne osiągnięcia w polskim łąkarstwie. Od 1953 r. łąkarze, podobnie jak leśnicy, posługują się własną typologią łąk opartą o podstawy ekologiczne. Dzielią oni wszystkie cenozy trawiaste na 3 grupy rodzajowe: łągi, grądy i bielawy, zależnie od rodzaju siedlisk i warunków ekologicznych, jakie w nich panują. Dalszy podział na 12 rodzajów łąk opiera się o czynnik wodny, czynnik troficzny i natlenienie środowiska glebowego. Zróżnicowane zespoły roślin i facje traktuje się jako wykładniki panujących warunków ekologicznych. Ponadto łąkarstwo w całej pełni korzysta z metod fitosocjologicznych.

Dzięki obu podejściom: typologicznemu i fitosocjologicznemu, przebadano w Polsce do chwili obecnej duże obszary łąk, co umożliwia nie tylko opis ich stanu i przedstawienie roli w układach ekologicznych, ale też zarysowuje doskonalszy niż dotychczas program ich melioracji i zagospodarowania. Dzięki znajomości ekologii można będzie mówić o roli tych obszarów przy naprawianiu szkód wywołanych zbytnią antropogenezą środowisk geograficzno-przyrodniczych.

Wydaje się również, że wystarczająco zostały rozeznane związki przyczynowe między warunkami ekologicznymi a składem florystycznym łąk i pastwisk. Wiele łąk w Polsce poprawia się obecnie nie metodami rewolucyjnymi, orką i zasiewem, lecz przez ewolucyjne kierowanie sukcesją zbiorowisk.

W wielu publikacjach z tego zakresu określono rolę takich czynników ekologicznych, jak woda, sole mineralne, tlen, sposób użytkowania, które pozwalają kształtować naturalne zbiorowiska łąkowe bez uciekania się do ich likwidacji na rzecz polowych lub przemysłowych użytków (P r o Ń c z u k 1970, 1971a i 1971b).

Również w leśnictwie prowadzone są intensywne prace nad długofalową przebudową lasów w kierunku bardziej naturalnych zespołów

wielogatunkowych, dobrze dostosowanych do siedliska (Mroczkiewicz i Trampler 1964, Obmiński 1970, 1971, Myszowski 1971). Bardzo istotny jest tu m.in. dorobek ekologii w zakresie gleboznawstwa (Prusinkiewicz 1963, Prusinkiewicz i Plichta 1965, Marszewska-Ziemiecka 1969).

W zespołach roślinnych, podobnie jak w zwierzęcych, ściśle powiązane są zagadnienia warunków troficznych i innych, konkurencji i sukcesji, decydujących o ich składzie i rozwoju. Zespoły te kształtują z kolei warunki środowiskowe, jak również decydują o stabilności biocenoz. Charakter zespołów jest również dobrym wskaźnikiem oddziaływań gospodarki ludzkiej, jak nawożenie, pestycydy itd., stanowiących decydujące czynniki środowiskowe. Należy tu wspomnieć także o „industrialnym klimaksie”, czyli specyficznych zespołach naturalnej roślinności, kształtujących się w warunkach silnego oddziaływania przemysłu, a stanowiących podstawę racjonalnej gospodarki ekologicznej w tych warunkach (Wolak 1969).

Być może kierunek ten pozwoli nam m.in. uchronić wiele gatunków roślin od zagłady i ocalić zoocenozy poszczególnych zbiorowisk, wśród których jest wiele pożytecznych gatunków, wpływających pośrednio i bezpośrednio na produkcję.

Obiecujące jest zagadnienie fitomelioracji gleb leśnych i polnych, tzn. poprawy jakości gleb przez kierowanie rozwojem roślinności, np. propagowanie motylkowych celem wzbogacenia gleby w azot i próchnicę. I w tym zakresie istotne jest oparcie się o roślinność naturalną, jako najlepiej dostosowaną do danych warunków (Zimny 1966, Myszowski 1971 i in.). Do szeroko pojętej fitomelioracji można zresztą zaliczyć prace w zakresie przeciwdziałania i ograniczania erozji, regulacji bilansu wodnego itd.

Wartościowy i obszerny jest również dorobek badań nad sukcesją ekologiczną. Prace nad sukcesją zarówno zespołów roślinnych (łąkowych, leśnych, wydmych i roślinności wodnej — Podbielkowski 1960, 1967, Zarzycki 1966 i in.; zresztą o zagadnienia sukcesji zahacza większość prac fitosocjologicznych), jak i zwierzęcych (Grodziński 1958, 1959, Rajski 1965), obok wartości teoretycznej będą dużą pomocą w inżynierii ekosystemów na terenach zniszczonych oraz w środowiskach o biocenozach bardzo uproszczonych (Wiackowski 1971).

Również monograficzne opracowania szeregu gatunków roślinnych (głównie drzew) oraz zwierzęcych (głównie szkodników upraw) stanowią w tym zakresie cenny materiał. Potrzeba tu jednak znacznie więcej badań terenowych (w tym autekologicznych, zwłaszcza ważniejszych gatunków roślinnych) oraz docelowych badań eksperymentalnych. Tych ostatnich więcej jest w zakresie ekologii zwierząt oraz w hydrobiologii niż w ekologii roślin.

## 5. Zakończenie

Mój referat miał dotyczyć osiągnięć ekologii. Staralem się je wymienić, aczkolwiek było to możliwe jedynie na przykładach. Czułbym się jednak nie w porządku, nie wskazując na tym tle niedociągnięć.

Do takich należy niewątpliwie zbyt mała kompleksowość badań i za słaba współpraca z praktyką. Pewna poprawa w tym zakresie nastąpiła dzięki koordynacji w ramach problemów węzłowych.

Trudność racjonalnej i najbardziej efektywnej organizacji badań jest chyba słabością nie tylko ekologii, ale większości dziedzin nauki, zaś na pewno nie tylko ekologii polskiej. Wynika ona z dwu przyczyn: a) Sposobu szkolenia — w wyniku którego jesteśmy zoologami (i to specjalistami określonych grup), botanikami, gleboznawcami, hydrologami itd., a nie specjalistami od ekosystemów, czy — jak coraz częściej życie od nas wymaga — krajobrazów. Zakres ten jest za szeroki, aby go mógł opanować jeden człowiek i jedynym wyjściem jest dobra koordynacja i kooperacja<sup>2</sup>; b) To właśnie — brak dobrych, efektywnych środków organizacyjnych traktuję jako drugą i główną przyczynę ograniczonych korzyści praktycznych ekologii.

W zakresie ekologii i nauk pokrewnych jako jeden z najważniejszych wybija się obecnie problem ochrony i racjonalnego kształtowania środowiska człowieka. Wydaje się, że optymalizację badań można by zapewnić przez dążenie do podejmowania decyzji ekologiczno-gospodarczych, opracowania „operatów ekologiczno-urządzeniowych” dla różnych rejonów i fragmentów krajobrazu. Takie podejmowanie decyzji i proponowanie rozwiązań winno oczywiście być powiązane z badaniami naukowymi, jednakże — i to chcę podkreślić — badaniami ustawionymi pod kątem sprawdzenia słuszności postawionych hipotez i zaproponowanych rozwiązań. Zagwarantuje to: a) Wykorzystanie dotychczasowej wiedzy, która, mimo że obszerna, jest bardzo rozproszona i nie uogólniona; b) Faktyczną koordynację badań różnych specjalistów i gałęzi wiedzy; c) Optymalizację badań w sensie ich docelowości oraz szybkości uzyskiwania wyników i sprawdzania hipotez; d) Konkretność badań i propozycji rozwiązań. Jak wspomniano, prawidłowości i mechanizmów ekologicznych jest wiele. Chcąc się na nich opierać trzeba je poznać w konkretnych sytuacjach. Ekologia jest nauką odmienną od fizyki, chemii, medycyny itd., które badają obiekty o niższym poziomie organizacji i stopniu komplikacji, gdzie wyraźne jest działanie czynników przewodnich, decydujących. W ekologii nawet sytuacje uproszczone są bardzo skomplikowane i stąd decyzje ekologiczne muszą opierać się na dokładnym rozeznaniu konkretnych sytuacji.

Oczywiście konieczna przy tym jest poważna podbudowa finansowa, tak by ten trudny i ryzykowny sposób badań był finansowo rekompensowany. Jestem jednak przekonany, że taka organizacja pracy naukowej, w połączeniu z wdrażaniem jej wyników, przyniosłaby w skali krajowej dużą korzyść, jak również znacznie stymulowałaby rozwój wiedzy o biosferze i środowisku przyrodniczym.

Przeglądając dorobek ekologii polskiej, można stwierdzić śmiało, że jest on bardzo poważny. Stoimy chyba jednak przed problemem optymalizacji, koncentracji i docelowości badań, w oparciu m.in. o podsumowanie i wykorzystanie dotychczasowego dorobku. Właśnie docelowość oraz możliwość sprawdzenia adekwatności wypracowanej metodologii, doboru obiektów i zagadnień badawczych, są sprawami podstawowymi i mogą być zabezpieczone przez wspomniane próby rozwiązań ekologiczno-gospodarczych.

Zarówno Międzynarodowy Program Biologiczny, jak problem węzło-

<sup>2</sup> Z tym wiąże się pilna potrzeba kształcenia: z jednej strony ekologów o szerokiej i ogólnej wiedzy, którzy mogliby koordynować badania na różnych szczeblach, z drugiej — ekologicznego szkolenia innych specjalistów, w tym inżynierów, ekonomistów itp., aby osiągnąć zrozumienie dla zagadnień ochrony środowiska i stworzyć lepszą płaszczyznę do współpracy w tych sprawach.



wy „Produkcyjność ekosystemów” oraz Komitet Ekologiczny PAN, były i są poważnymi czynnikami koordynacji badań. Wydaje się jednak, że koordynacja ta jest ciągle niedostateczna, że potencjał i dorobek naukowy, jaki reprezentuje ekologia polska, mógłby w ścisłym powiązaniu z innymi dziedzinami wiedzy przynieść znacznie większe korzyści.

Autor serdecznie dziękuje wszystkim, którzy przez udzielenie informacji, uwagi krytyczne lub udostępnienie materiałów przyczynili się do napisania niniejszego artykułu. W szczególności dziękuję: doc. dr R. Andrzejewskiemu, dr E. Dąbrowskiej-Prot, doc. dr K. Dobrowolskiemu, doc. dr W. Grodzińskiemu, dr A. Hillbricht-Ilkowskiej, dr A. Kajak, dr J. Łuczak, prof. dr W. Matuszkiewiczowi, prof. dr Z. Obmińskiemu, prof. dr K. Petruszewiczowi, prof. dr J. Prończukowi, doc. dr L. Ryszkowskiemu, prof. dr H. Sandnerowi, prof. dr K. Tarwidowi, mgr H. Traczyk, doc. dr T. Traczykowi, doc. dr K. Zarzyckiemu.

Dziękuję również dr E. Pieczyńskiemu za cenne uwagi krytyczne i opracowanie redakcyjne tekstu, oraz pani E. Włodarczyk za pomoc w skompletowaniu piśmiennictwa i przygotowanie techniczne tekstu.

### Piśmiennictwo

- Adamczyk K., Bujalska G., Chełkowska H., Ryszkowski L., Wal-kowa W. 1966 — Introdukcja nowych osobników na tereny zasiedlone — Ekol. Pol. B, 12: 185—188. ✓
- Andrzejewska L., Wójcik Z. — 1971 — Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula Valley. VII. Estimation of meadows in the effect of phytophagous insects on the vascular plant biomass of the meadow — Ekol. Pol. 19: 173—182.
- Andrzejewski R. 1971 — Ekologia a łowiectwo — Wiad. ekol. 17: 227—238.
- Andrzejewski R., Jezierski W. 1967 — Ekologiczne problemy użytkowania i kierowania liczebnością populacji zająca na tle najnowszych polskich badań — Ekol. Pol. B, 13: 17—36.
- Andrzejewski R., Kajak A., Pieczyńska E. 1963 — Efekty migracji — Ekol. Pol. B, 9: 161—172.
- Andrzejewski R., Jezierski W., Nowak E., Pasłowski T., Petruszewicz K., Pielowski Z., Sikorski J. 1964 — Problemy szczególnie ważne w badaniach naukowych nad zwierzętami łownymi — Ekol. Pol. B, 10: 243—249.
- Backiel T., Grygierek E. 1972 — Ekologia a rybactwo — kilka zagadnień — Wiad. ekol. 18: 3—16.
- Backiel T., Wróbel S. 1970 — Przegląd badań biologiczno-rybackich w wodach śródlądowych Polski w latach 1964—1969 — Wiad. ekol. 16: 215—231.
- Białobok G., Teleżyński H., Wojterski T. 1971 — Botanika, stan i dorobek w okresie 25 lat Polski Ludowej — Nauka Pol. 1: 48—64.
- Breymeyer A. (Ed.) 1971 — Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula Valley — Ekol. Pol. 19: 249—261.
- Bujalska G. 1970 — Reproduction stabilizing elements in an island population of *Clethrionomys glareolus* (Schreber 1780) — Acta theriol. 15: 381—412.
- Bujalska G. 1971 — Utrzymanie stałości składników strukturalnych populacji decydujących o reprodukcji u *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780) (W: Wybrane materiały seminarium roboczego na temat: Warunkowanie niektórych parametrów produkcji populacji przez czynniki synekologiczne, 7—8 V 1969) — Zesz. nauk. Inst. Ekol. PAN, 4: 7—14.

- Burzyński J. 1971 — Stosowanie kompleksowo-ogniskowej metody biologicznej ochrony lasu w Polsce — *Sylvan*, 115: 47—53.
- Celiński F., Filipek M. 1958 — Flora i zespoły roślinne leśno-stepowego rezerwatu w Bielinku nad Odrą — *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.* IV, 198 str.
- Chodorowski A. 1959 — Ecological differentiation of *Turbellaria* in Lake Harsz — *Pol. Arch. Hydrobiol.* 6: 33—73.
- Chodorowski A. 1960a — Taxoceny wirków (*Turbellaria*) i metodyka ich badania — *Ekol. Pol. B*, 6: 95—114.
- Chodorowski A. 1960b — Vertical stratification of *Turbellaria* species in some littoral habitats of Harsz Lake — *Pol. Arch. Hydrobiol.* 8: 153—163.
- Dąbrowska-Prot E. 1964 — Communities of mosquitoes in three types of forest land — *Ekol. Pol. A*, 12: 737—783.
- Dobrowolski K. 1959 — Investigation of the diurnal rhythm of certain species of water birds — *Ekol. Pol. A*, 7: 21—54.
- Dobrowolski K. 1961 — Współzależność między typami jezior mazurskich a ich awifauną — *Ekol. Pol. A*, 9: 99—112.
- Dobrzański W. T., Słopek S. 1971 — Dorobek mikrobiologii polskiej w latach 1945-70 — *Nauka Pol.* 3.
- Drożdż A. 1966 — Stosunki pokarmowe gryzoni a zasobność lasu bukowego — *Acta theriol.* 11: 363—384.
- Drożdż A. 1968 — Digestibility and assimilation of natural food in small rodents — *Acta theriol.* 13: 367—389.
- Dzięciołowski R. 1969 — Metody pomiaru zapasu żeru pędowego w zbiorowiskach leśnych — *Ekol. Pol.* 8, 15: 255—261.
- Fabijanowski J., Zarzycki K. 1961 — Wpływ obniżenia poziomu wód gruntowych na roślinność w związku z budową odkrywkowej kopalni siarki w Piasecznie — *Ekol. Pol. B*, 7: 203—213.
- Faliński J. B. 1966a — Próba określania zniekształceń fitocenozy. System faz degeneracyjnych zbiorowisk roślinnych. Dyskusje fitosocjologiczne — *Ekol. Pol. B*, 12: 31—42.
- Faliński J. B. 1966b — Degeneracja zbiorowisk pod wpływem człowieka. — *Mat. Zakładu Fitosocj. Stosow. UW*, 13: 1—13.
- Faliński J. B. 1969 — Zbiorowiska autogeniczne i antropogeniczne. Próba określenia i klasyfikacji — *Ekol. Pol. B*, 15: 173—182.
- Faliński J. B. 1971 — Methodical basis for map of potential natural vegetation of Poland — *Acta Soc. Bot. Pol.* 40: 209—222.
- Gałęcka B., Kajak A. 1971 — Studies on ecological mechanisms reducing population of *Myzus persicae* (Sul. Z.) (*Hom.*, *Aphididae*) — *Ekol. Pol.* 19: 789—806.
- Gawłowska J. 1971 — Ochrona przyrody i jej rola w 25-leciu PL — *Nauka Pol.* 1: 51—67.
- Glaser T. 1963 — Wpływ środowiska miejskiego na rozwój i zdrowotność zadrzewień — *Ekol. Pol.*, B, 9: 197—205.
- Gliwicz Z. M. 1969 — Wykorzystanie produkcji pierwotnej przez konsumentów planktonowych w zależności od długości łańcucha pokarmowego — *Ekol. Pol. B*, 15: 63—70.
- Górecki A. 1965 — Energy values of the small mammal body — *Acta theriol.* 10: 333—352.
- Grochowski W. 1966 — Trzydziestopięciolecie Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie — *Nauka Pol.* 2: 78—82.
- Grodziński W. 1958 — The succession of small mammal communities on an overgrown clearing and landship in the Western Carpathians — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 6: 431—439.

- Grodziński W. 1959 — Sukcesja zespołów drobnych ssaków na zarastającym zrębie i zsuwie górskim w Beskidzie Średnim, Karpaty Zachodnie — *Ekol. Pol. A*, 7: 83—143.
- Grodziński W. 1971 — Energy flow through populations of small mammals in the Alaskan taiga forest — *Acta theoriol.* 16: 231—275.
- Grodziński W., Górecki A. 1967 — Daily energy budgets of small rodents (In: Secondary productivity of terrestrial ecosystems. I; Ed. K. Petrusewicz) — Warszawa—Kraków, 295—314.
- Grodziński W., Klekowski R. Z. 1968 — Methods of ecological bioenergetics. I Handbook of IBP training course in bioenergetics — Warszawa—Kraków, 252 pp.
- Grüm L. 1971 — Zależność produkcji biegaczowatych (*Carabidae*) od ruchliwości osobników (W: Wybrane materiały seminarium roboczego na temat: Warunkowanie niektórych parametrów produkcji populacji przez czynniki synekologiczne, 7—8 V. 1969) — *Zesz. nauk. Inst. Ekol. PAN*, 4: 33—36.
- Grygierek E. 1969 — Sympozjum na temat produkcji biologicznej ekosystemów stawowych (Zabieniec, 20—21 II. 1969 r.) — *Ekol. Pol. B*, 15: 359—362.
- Grygierek E., Wolny P. (in press) — Estimation of production of natural fish food in fish ponds — *Proc. Symp. Product. probl. freshwaters*, Warszawa—Kraków, 1213—1219.
- Grygierek E., Hillbricht-Ilkowska A., Spodniewska I. 1965 — The effect of fish on plankton community in ponds — *Verh. int. Vereining. Limnol.* 16: 1359—1366.
- Herman W. 1970 — Ekologia a zootechnika — *Wiad. ekol.* 16: 277—284.
- Hillbricht-Ilkowska A., Pieczyńska E., Pieczyński E. 1971 — Z badań nad produktywnością kilku jezior mazurskich oraz wpływem ryb na biocenozę jeziora — *Wiad. ekol.* 17: 127—145.
- Januszek M. 1966 — Biologia źródeł oczyszczających ścieki — *Ekol. Pol. B*, 12: 1—18.
- Jezierska T. 1971 — Bibliography of Polish publications on wildlife biology and game management — Warszawa, 308 pp.
- Jezierski W. 1968 — Some ecological aspects of introduction of the European hare — *Acta theoriol.* 13: 1—10.
- Kaczmarek W. 1953 — Badania nad zespołami mrówek leśnych — *Ekol. Pol. A*, 1: 69—96.
- Kaczmarek W. 1963 — An analysis of interspecific competition in communities of the soil macrofauna of some habitats in the Kampinos National Park — *Ekol. Pol., A*, 11: 421—483.
- Kaczmarek W. 1969 — Liczebność populacji a obfitość pokarmu w zrównoważonych łańcuchach troficznych — *Ekol. Pol. B*, 15: 71—76.
- Kajak A., Breymeyer A., Pętał J. 1971 — Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula Valley. XI. Predatory arthropods — *Ekol. Pol.* 19: 223—233.
- Kajak Z. 1968 — Analiza eksperymentalna czynników decydujących o obfitości bentosu (ze szczególnym uwzględnieniem *Chironomidae*) — *Zesz. nauk. Inst. Ekol. PAN*, 1, 94 str.
- Kajak Z. 1972 — Potrzeby i możliwości badań w zakresie przeciwdziałania niekorzystnym skutkom eutrofizacji — *Wiad. ekol.* 18: 148—168.
- Kajak Z. (in press) — Analysis of the influence of fish on benthos by the method of enclosures — *Proc. Symp. Product. probl. freshwaters*, Warszawa—Kraków, 1220—1242.
- Kajak Z., Dobrowolski K. A. 1970 — Osiągnięcia ekologii w 25-leciu Polski Ludowej. Stan, potrzeby i perspektywy rozwojowe — *Nauka Pol.* 6: 44—61.
- Kajak Z., Hillbricht-Ilkowska A., Pieczyńska E. (in press) — The

- production processes in several Polish lakes — Proc. Symp. Product. probl. freshwaters, Warszawa-Kraków, 204—243.
- Kajak Z., Dusoge K., Hillbricht-Ilkowska A., Pieczyński E., Prejs A., Spodniewska I., Węgleńska T. (in press) — Influence of the artificially increased fish stock on the lake biocenosis — Verh. int. Vereinig. Limnol. 18.
- Kisielewska K. 1968 — Naturalne jednostki zbiorcze jako przedmiot badań parazytosynekologii — Kosmos A, 17: 517—534.
- Kisielewska K. 1970 — On the theoretical foundations of parasitosenecology — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 18: 103—106.
- Kisielewska K. 1971 — Intestinal helminths as indicators of the age structure of *Microtus arvalis* Pallas 1778 population — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 19: 275—282.
- Klekowski R.Z. 1970 — Bioenergetic budgets and their application for estimation of production efficiency — Pol. Arch. Hyrobiol. 17(30): 55—808.
- Koehler W. 1959 — Perspektywy nowoczesnej ochrony lasu — Ekol. Pol. B, 5: 111—125.
- Koehler W. 1968 — Biologiczne metody ochrony lasu — PWRiL, Warszawa.
- Kornaś J. 1955 — Charakterystyka geobotaniczna Górców — Monogr. Bot., III, 216 str.
- Kornaś J., Medwecka-Kornaś A. 1968 — Występowanie gatunków zawleczonych w naturalnych i na półnaturalnych zespołach roślinnych w Polsce — Mat. Zakładu Fitosocj. Stosow. UW 25: 55—56.
- Kostrowicki A. S. 1970a — Zastosowanie metod geobotanicznych w ocenie przydatności terenu dla potrzeb rekreacji i wypoczynku — Prz. geogr. 42: 631—645.
- Kostrowicki A.S. 1970b — Z problematyki badawczej systemu człowiek-środowisko — Przegl. geogr. 42: 3—18.
- Kostrowicki A.S. 1971 — Możliwości oceny środowiska przyrodniczego przy pomocy wskaźników roślinnych — Prz. geogr. 43: 335—338.
- Krotoska T. 1966 — Lasy dębowo--grabowe Wielkopolski — Pozn. Tow. Przyj. Nauk, 146 str.
- Kutera J. 1970 — Znaczenie gospodarcze wykorzystania ścieków do nawodnień rolniczych (W: Metody optymalnej gospodarki zasobami wód) — Katowice, 20—21.
- Leczyńska J. 1964 — Działalność Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Nauka Pol. 3: 91—108.
- Lipa J.J. 1964 — Ekologiczne podstawy biologicznego zwalczania szkodliwych owadów (Część I) — Ekol. Pol. B, 272—295.
- Lipa J.J. 1965 — Ekologiczne podstawy biologicznego zwalczania szkodliwych owadów (Część II) — Ekol. Pol. B, 11: 1—21.
- Listowski A. 1971a — Stan nauk rolniczo-leśnych i zagadnienia ich rozwoju. Uwagi o zadaniach na przyszłość — Nauka Pol. 2: 136—157.
- Listowski A. 1971b — O rolnictwie dni jutrzejszych — Post. Nauk. roln. 2(71): 3—20.
- Luterek R. 1969 — Nawożenie mineralne a zagadnienie ochrony lasu — Ekol. Pol. B, 15: 241—247.
- Łomnicki A. 1964 — Some result of experimental introduction of new individuals into a natural population of the Roman snail *Helix pomatia* L. — Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II, 12: 301—304.
- Łuczak J. 1963 — Differences in the structure of communities of web spiders in one type environment (young pine forest) — Ekol. Pol., A, 11: 159—221.

- Łuczak J., Tarwid K. 1966 — Problematyka stosunków ekologicznych między drapieżcą a ofiarą — *Ekol. Pol. B*, 12: 319—324.
- Łuczak J., Nowak E., Wójcik Z. — 1967 — Problematyka Międzynarodowego Sympozjum Produktywności Wtórnej Ekosystemów Lądowych — *Ekol. Pol. B*, 13: 95—115.
- Mackiewicz R., Pinowski J., Wieloch M. 1971 — Produkcja biomasy populacja wróbla domowego (*Passer d. domesticus* L.) i mazurka (*Passer m. montanus* L.) w różnych strefach klimatycznych Polski (W: Wybrane materiały seminarium roboczego na temat: Warunkowanie niektórych parametrów produkcji populacji przez czynniki synekologiczne, 7—8 V 1969) — *Zesz. nauk. Inst. Ekol. PAN*, 4: 37—38.
- Marszewska-Ziemięcka J. 1969 — Mikrobiologia gleby i nawozów organicznych — PWRiL, Warszawa, 444 str.
- Matuszkiewicz A. 1955 — Stanowisko systematyczne i tendencje rozwojowe dąbrów białowieskich — *Acta. Soc. Bot. Pol.* 24: 459—494.
- Matuszkiewicz A. 1958 — Materiały do fitosocjologicznej systematyki buczyn i pokrewnych zespołów — *Acta Soc. Bot. Pol.*, 27: 675—725.
- Matuszkiewicz A., Faliński J.B. 1964 — Bibliografia fitosocjologiczna Polski — *Mat. Zakładu Fitosocj. Stosow. IB PAN*, nr 1 (część II), Warszawa—Białowieża, 59 str.
- Matuszkiewicz W. 1968 — Fitosocjologiczne podstawy zagospodarowania rejonu Jezior Ostrzyckich dla potrzeb turystyki i rekreacji — *Biul. Inst. Urban. i Architekt.* 27: 1—24.
- Matuszkiewicz W. (w druku) — Ekologia roślin w Polsce w latach 1945—1970 (W: *Studia i materiały z dziejów nauki polskiej*) — Wyd. PAN.
- Matuszkiewicz W., Borowik M. 1957 — Materiały do fitosocjologicznej systematyki lasów łęgowych — *Acta Soc. Bot. Pol.* 26: 719—756.
- Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz A. 1956 — Materiały do fitosocjologicznej systematyki ciepłolubnych dąbrów — *Acta Soc. Bot. Pol.* 25: 27—72.
- Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz A. 1968 — Potencjalna roślinność naturalna okolic jeziora Wdzydze — *Mat. Zakładu Fitosocj. Stosow. UW*, 23.
- Matuszkiewicz W., Polakowska M. 1955 — Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych — *Acta Soc. Bot. Pol.* 24: 421—458.
- Matuszkiewicz W., Traczyk H., Traczyk T. 1958 — Materiały do fitosocjologicznej systematyki zespołów olsowych — *Acta Soc. Bot. Pol.* 27: 21—44.
- Medwecka-Kornaś A. 1952 — Zespoły leśne Jury Krakowskiej — *Ochr. Przyr.* 20: 133—236.
- Medwecka-Kornaś A. 1955 — Zespoły leśne Gorców — *Ochr. Przyr.* 23: 1—111.
- Medwecka-Kornaś A. 1967 — *Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym* — *Studia Nat.* 4, 1: 1—213.
- Medwecka-Kornaś A. 1971 — Ekologia a ochrona przyrody — *Wiad. ekol.* 17: 337—325.
- Michajłow W. 1960 — Pasożytnictwo a ewolucja — Warszawa, 458 str.
- Mroczkiewicz L., Trampler T. 1964 — Typy siedliskowe lasu w Polsce — *Pr. Inst. Bad. Leśn.* 250: 1—490.
- Myczkowski S. 1957 — Ekologiczne podstawy przebudowy lasów karpackich — *Ekol. Pol. B*, 13: 111—130.
- Myczkowski S. 1971 (Red.) — Z zagadnień zwiększania produktywności lasów w Polsce — PWRiL, Warszawa, 348 str.
- Obmiński Z. 1970 — Ekologia a węzłowe problemy współczesnego leśnictwa — *Wiad. ekol.* 16: 107—116.

- Obmiński Z. 1971 — Funkcja lasów i zadrzewień w środowisku przyrodniczym człowieka jako problem naukowo-badawczy — Post. Nauk roln. 2(71): 21—26.
- Okruszko H., Prończuk J. 1971 — Rozwój i osiągnięcia nauki w zakresie melioracji, łakarstwa i torfoznawstwa — Wiad. Inst. Melior. i Użytków Ziel. 10: 129—140.
- Olszewski P. (in press) — Funfzehn Jahre Experiment am Kortowo-See — Verh. int. Vereining. Limnol. 18.
- Opuszyński K. 1964 — Nowe możliwości zwiększania produkcji stawowej — aklimatyzacja ryb roślinożernych — Ekol. Pol. B, 10: 201—214.
- Opuszyński K. 1969 — Produkcja ryb roślinożernych (*Ctenopharyngodon idella* Val. i *Hypophthalmichthys molitrix* Val.) w stawach karpowych — Roczn. Nauk roln. H, 91: 221—309.
- Orłóś H. 1961a — Grzyby w środowisku leśnym, podział na grupy ekologiczne i ocena funkcji ekologicznej — Sylwan, 105: 61—68.
- Orłóś H. 1961b — Badania ekologiczne nad mikoflorą niektórych typów lasu w Białowieskim Parku Narodowym — Pr. Inst. Bad. Leśn. 229: 57—106.
- Orłóś H. 1966 — Grzyby leśne na tle środowiska — PWRiL, Warszawa, 225 str.
- Patalas K. 1970 — Primary and secondary production in a lake heated by thermal power plant — Proc. 1970 Ann. Techn. Meeting Inst. Environm. Sci. Boston, 267—271.
- Petrusewicz K. 1966 — Dynamics, organization and ecological structure of population — Ekol. Pol. A, 14: 413—426.
- Petrusewicz K. (Ed.) 1967 — Secondary productivity of terrestrial ecosystems (principles and methods), Vol. I and II — Warszawa—Kraków, 379+879 pp.
- Petrusewicz K. 1970 — Dynamics and production of the hare population in Poland — Acta theriol. 15: 413—445.
- Pieczyńska E. 1971 — Ekologia pobrzeża jeziornego — Warszawa, 161 str.
- Pinowski J. 1968a — Fecundity, mortality, numbers and biomass dynamics of a population of the tree sparrow (*Passer m. montanus* L.) — Ekol. Pol. A, 16: 1—58.
- Pinowski J. 1968b — Działalność Grupy Roboczej Międzynarodowego Programu Biologicznego zajmującej się zagadnieniami ptaków ziarnojadów — Kosmos A, 17: 393—395.
- Piotrowska H. 1966 — Stosunki geobotaniczne wyspy Wolina i południowo-wschodniego Uznamu — Monogr. Bot. 22: 1—157.
- Podbielkowski Z. 1960 — Zarastanie dołów potorfowych — Monogr. Bot. 10: 1—144.
- Podbielkowski Z. 1967 — Zarastanie rowów melioracyjnych na torfowiskach okolic Warszawy — Monogr. Bot. 23: 1—171.
- Pondel H. — Bibliografia publikacji polskich z zakresu gleboznawstwa, chemii rolnej i uprawy roli i gospodarki wodnej. Rok 1969 — Roczn. glebozn. 22: 267—319.
- Prończuk J. 1970 — Użytki zielone w świetle nowoczesnych pojęć ekologicznych i gospodarczych — Wiad. ekol. 16: 207—214.
- Prończuk J. 1971a — Rola gospodarcza i ekologiczna użytków zielonych w Polsce — Post. Nauk roln. 2(71): 27—38.
- Prończuk J. 1971b — Rolnicza ekologia roślin — Warszawa.
- Prus T. 1970 — Calorific value of animals as an element of bioenergetical investigations — Pol. Arch. Hydrobiol. — 17(30): 183—199.
- Prusinkiewicz Z. 1963 — Biologiczne aspekty zagadnienia żyzności gleb — Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 40a: 295—312.
- Prusinkiewicz Z., Plichta W. 1965 — Naukowe problemy żyzności gleb leśnych i kryteria jej ilościowej oceny — Roczn. glebozn. 15: 549—572.

- Pucek Z., Ryszkowski L. 1970 — Polskie badania nad produktywnością populacji drobnych ssaków — Kosmos A, 19: 197—213.
- Rajski A. 1965 — Sukcesja ekologiczna (Wprowadzenie) — Ekol. Pol. B, 11: 23—49.
- Rudnicki A. 1965 — Instytut Rybactwa Śródlądowego (Problematyka — bibliografia) — Olsztyn, 138 str.
- Ryszkowski L. 1971 — Przegląd badań wykonanych w Turwi na temat wpływu zadrzewień na środowisko przyległych pól (W: Zbiór referatów III Międzynarodowej Konferencji Fitomelioracyjnej) — Warszawa, 119—139.
- Ryszkowski L., Wagner C.K., Goszczyński J., Truszkowski J. 1971 — Operation of predation in a forest and cultivated fields — Ann. Zool. Fennici, 8: 160—168.
- Sandner H. 1971a — Biologiczne metody ochrony roślin — PWRiL, Warszawa 210 str.
- Sander H. 1971b — Ekologia a ochrona roślin — Wiad. ekol. 17: 95—103.
- Siemińska A., Siemińska J. 1967 — Flora i fauna rejonu zespołu gospodarstw doświadczalnych PAN i zbiornika Goczałkowickiego na Śląsku — Acta Hydrobiol. 9: 1—109.
- Skawina T. 1969 — Rezultaty badań nad modelem rekultywacji terenów pogórnich w Polsce — Zesz. nauk. Akad. Gór.-Hutn. 212.
- Stachurski A. 1968 — Migracja i śmiertelność jako czynniki regulacji zagęszczenia względem zasobności środowiska u populacji *Ligidium hypnorum* (L.) — Ekol. Pol. B, 14: 351—355.
- Stangenberg M. 1950 — Jezioro Charzykowo — PWRiL, Instytut Badawczy Leśnictwa, 244 str.
- Stangenberg M. 1971 — 25 lat limnologii polskiej (1945—1970) — Nauka Pol. 1: 65—83.
- Stanisławska J. 1966 — Kierunek ekologiczno-fizjologiczny w biologicznej analizie wody — Ekol. Pol. B, 12: 19—24.
- 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.
- Stypa-Mirek W. 1962 — Materiały do dyskusji nad fauną użytków rolnych — Ekol. Pol. B, 8: 273—283.
- Szafer W., (Red.) 1959 — Szata roślinna Polski, t. I i II — Warszawa, 586 + 332 str.
- Szczepański A. 1970 — Methods of morphometrical and mechanical characteristics of *Phragmites communis* Trin. — Pol. Arch. Hydrobiol. 17(30): 329—335.
- Szczerbiński W. 1966 — Wzory przyrody dla sztucznych biocenoz w zakresie łowiectwa — Ekol. Pol. B, 12: 117—124.
- Tarwid K. 1952 — Próba charakterystyki zespołu komarów Puszczy Kampinoskiej — Stud. Soc. Sci. Torun. E, 3: 1—28.
- Tarwid K. 1968 — Uwagi podsumowujące obrady seminarium na temat: konsument-pokarm — Ekol. Pol. B, 14: 367—369.
- Tarwid K. 1969 — Wybrane zagadnienia teoretyczne drapieżnictwa — Ekol. Pol. B, 15: 55—62.
- Traczyk H. 1960 — Bibliografia fitosocjologiczna Polski. I. — Mat. Zakładu Fitosocj. Stosow. IB PAN, Warszawa—Białowieża, 34 str.
- Traczyk H. 1971 — Relation between productivity and structure of the herb layer in associations on "The Wild Apple-Tree Island" (Masurian Lake District) — Ekol. Pol. 19: 333—363.
- Traczyk T. 1962a — Materiały do geograficznego zróżnicowania łąk — Acta Soc. Bot. Pol. 31: 275—304.

- Traczyk T. 1962b — Próba podsumowania badań nad ekologicznym zróżnicowaniem grądów — Acta Soc. Bot. Pol. 31: 621—635.
- Traczyk T. 1967 — Studies on herb layer production estimate and the size of plant fall — Ekol. Pol. 15: 837—867.
- Traczyk T. 1968 — Zasobność siedliska a produkcja runa leśnego — Ekol. Pol. B, 14: 321—324.
- Traczyk T. 1971 — Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula Valley. I. Geobotanical description and primary production — Ekol. Pol. 19: 93—106.
- Trojan P. 1972 — Zadania i możliwości ekologii w zakresie problematyki „Człowiek i środowisko” — Wiad. ekol. 18: 282—293.
- Walkowa W. 1969 — Operation of compensation mechanisms in exploited populations of white mice (In: Energy flow through small mammal populations) — Warszawa—Kraków.
- Walkowa W. 1971 — The effect of exploitation on the productivity of confined house mouse (*Mus musculus* (L.) populations — Acta theriol. 16: 295—328.
- Wasilewski A. 1967 — The effect of interspecific competition on the number and distribution of birds in forest biotopes — Ekol. Pol. A, 15: 641—695.
- Węgorzek W. 1966 — Integracja metod walki z chorobami, szkodnikami i chwastami jako nowoczesny kierunek działania ochrony roślin — Post. Nauk. roln. 1(97): 99—114.
- Węgorzek W. — Integrowane zwalczanie szkodliwych owadów — Post. Nauk. roln. 6: 47—61.
- Węgorzek W. 1971a — 20 lat pracy Instytutu Ochrony Roślin — Biul. Inst. Ochr. Rośl. 50: 5—32.
- Węgorzek W. 1971b — Instytut Ochrony Roślin — Nauk Pol. 2: 193—204.
- Wiackowski S.K. 1971 — Problem wpływu pyłów i gazów przemysłowych na biocenozę leśną i jego znaczenie dla ochrony zdrowia człowieka — Wiad. ekol. 17: 270—283.
- Wiśniewski L. 1958. — Characterization of the parazitofauna of an eutrophic lake. Parazitofauna of the biocenosis of Drużno Lake (part one) — Parasitol. Pol. 6.
- Wojterski T. 1964 — Bory sosnowe na wydmach nadmorskich na polskim wybrzeżu — Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Pr. Kom. Biol. 28: 1—217.
- Wolak J. 1969 — Industrioklimaks, nowe pojęcie w teorii sukcesji — Ekol. Pol. B, 15: 41—44.
- Wolny P. 1965 — Przegląd dorobku naukowego Zakładu Biologii Wód PAN w Krakowie — Ekol. Pol. B, 11: 188—191.
- Wolny P. 1968 — Polikultura karpia z amurem białym, tołpygą białą i tołpygą pstrą — Gosp. rybna, 1: 18—21.
- Wolny P., Grygierek E. (in press) — Intensification of fish production — productivity problem of freshwaters — Proc. Symp. Product. probl. freshwaters, Warszawa—Kraków, 888—898.
- Wójcik Z. 1965 — Konferencja nad florą i roślinnością synantropijną Polski — Ekol. Pol. B, 11: 182—185.
- Wójcik Z. 1970 — Primary production of the herb layer and plant fall in a dry pine forest (*Cladonio-Pinetum* Kobendza 1930) in the Kampinos forest National Park — Ekol. Pol. 18: 393—409.
- Wróbel S. 1965 — Przyczyny i następstwa eutrofizacji stawów — Acta Hydrobiol. 7: 25—52.
- Wróbel S. (in press) — Production of basic communities in ponds with mineral fertilization — Verh. int. Vereinig. Limnol. 18



- Zarzycki K. 1958 — Ważniejsze zespoły łąkowe okolicy górnej Wisły — *Acta Soc. Bot. Pol.* 27.
- Zarzycki K. 1963 — Lasy Bieszczadów Zachodnich — *Acta Agraria et Silvestria*, 3: 1—175.
- Zarzycki K. 1965a — Obecny stan badań nad konkurencją (współzawodnictwem) roślin wyższych (Część I) — *Ekol. Pol. B*, 11: 107—123.
- Zarzycki K. 1965b — Obecny stan badań nad konkurencją (współzawodnictwem) roślin wyższych (Część II) — *Ekol. Pol. B*, 11: 195—210.
- Zarzycki K. 1966 — Kilka uwag o sukcesjach roślinnych — *Ekol. Pol. B*, 12: 231—236.
- Zawisza J., Patalas K. 1961 — Metodyka zagospodarowania jezior, badania produkcji pierwotnej jezior i dalszych ogniw w przemianie materii, aż do ryby włącznie, badania ichtiologiczne i hydrobiologiczne, krótkie omówienie wyników prac badawczych Zakładu Ichtiologii Instytutu Rybactwa Śródlądowego w 10-leciu — *Gosp. rybna*, 13: 3—4.
- Zięba J., Skaziński A. 1965. — Wpływ zagęszczonej i mieszanej obsady karpia na ilość fauny dennej w stawie — *Acta Hydrobiol.* 6: 207—217.
- Zimka J. 1968 — Zaba jako drapieżca drugiego rzędu w zgrupowaniach mikrofauny dna lasu — *Ekol. Pol. B*, 14: 357—362.
- Zimny H. 1966 — Fitomelioracje lekkich gleb leśnych jako czynnik wzmożenia produktywności i poprawy wartości potencjalnej siedlisk — *Ekol. Pol. B*, 12: 211—229.
- Zyromska-Rudzka H., Wasilewski A. 1963 — Przestrzeń życiowa a liczebność i zagęszczenie zwierząt — *Symposium Komitetu Ekologicznego, Warszawa*, 23 I 1962 — *Ekol. Pol. B*, 9: 65—71.

Ponadto w artykule wykorzystano:

- Materiały Wydziału V PAN dotyczące prognoz rozwoju nauk rolniczych i leśnych w Polsce do roku 1985 — Warszawa 1968, PAN, Biuro Plan. i Koord. Bad. Nauk. z. 35.
- Materiały Wydziału V PAN dotyczące prognoz rozwoju nauk rolniczych i leśnych w Polsce do roku 1985 — Warszawa 1969, PAN, Biuro Plan. i Koord. Bad. Nauk. z. 31, 32, 42.

## Summary

The vastness of the fields covered by ecology, the way in which it is linked with so great a number of other fields of activity, including the practical ones such as agriculture, forestry, water management etc, and the continuing extension of its range in connection with the problems of Man and Biosphere, make it impossible to give a representative review of achievements in one paper. Almost every agricultural or forestry study is to a certain degree "ecological" (review — Polish Ecological Bibliography and reports of various institutes and comprehensive elaborations from different fields).

In the science of populations important information has been obtained on the regularities and mechanisms relating to structure and function, the role of alien individuals, differentiation and adaptation of numbers to conditions, the relations between amount of space and numbers of inhabitants etc. The result of research on population dynamics of plants and animals are imposing but not as yet generalized (results obtained from inter alia studies on protection and conservation of plants, agriculture, forestry etc.).

For a considerable time studies in the field of biocenology proceeded independently in relation to phyto- and zoocenotic questions. The enormous amount of descriptive work done in relation to phytosociology has made it possible to classify associations and simultaneously habitat factors as a whole, obtaining in this way a basis for studies on management and organization of large areas of land and on the engineering of ecosystems.

The most important achievement of zoocenology consists of studies on animal communities, predation and competition, and also descriptive studies on the composition and quantitative relations of the fauna of various habitats.

In the field of research on whole biocenoses and ecosystems it is perhaps hydrobiology which can boast the earliest and greatest achievements — studies on lakes, fish ponds and rivers made by the Warsaw—Olsztyn, Cracow and Wrocław research centres.

The International Biological Programme, in which Poland intensively participated, has played an important part in the development of ecology, by bringing about:

1) considerable increase in real cooperation and coordination of research in Poland and abroad: carrying out complex studies, including connections between ecology of plants and animals, the separation of which had always been a weak spot in ecology,

2) functional view of the ecosystem essential to an understanding of, and consequently to directing processes in nature: an evaluation closer to the natural situation of the role and significance of different groups of organism and processes in the functioning of ecosystems,

3) enormous development of methods for quantitative estimates of organisms and processes in ecosystems and ensuring that results from different ecosystems and different research centres were comparable.

Comprehensive pictures were obtained of the structure and function of over 20 aquatic and land ecosystems, and description of energy flow through some of them. The bioenergetical trend formed and developed very intensively mainly in the Cracow and Warsaw centres. Valuable results have been obtained relating to the feeding of organisms under natural and laboratory conditions, ecological productivity and complete energy balances for a large number of groups.

Intervention in ecosystems has been intensively developed. As previously mentioned, the achievements of phytosociology are of particularly great importance in this connection, since they make rational planning for utilization and management of an area possible. Information on the flora of special habitats: such as dunes, salt flats, land-slides etc. and on successions, are of great use in questions of recultivation of biotopes destroyed by human activities. Using phytosociological data as a basis rational use of meadows and forests is either being planned or is in hand, and recreational areas are being designed taking into consideration nature conservation understood in its modern sense, etc.

Considerable achievements in the field of intervention in ecosystems have been attained in hydrobiology — changes in the species composition and production of plankton in ponds and lakes due to the effect of large fish stocks, oligotrophization of lakes by means of removing fertile bottom waters, changes in the structure and functioning of biocenosis due to heating water, attempts at utilizing wastes in pond management. Ecological problems connected with agricultural purification of wastes are also of great interest.

The focal-complex method of forest conservation has now been introduced on a wide scale.

We have obtained a large number of results in relation to the ecological role of tree belts, but this question requires further studies and must be given far more

comprehensive treatment — this including management of large tracts of land, taking into consideration the requirements of plant protection, water management, the microclimate etc.

Some results have already been obtained in respect of soil improvement by planned use of plants. Considerable progress has been made in complex methods of plant protection from the aspect of limitation of the use of chemical preparations, protection of biocenoses and the environment.

A large number of autecological data have been obtained and several monographs elaborated on species of plants and animals of economic importance.

It is, however, an unfortunate fact that significant achievements in Polish ecology are frequently insufficiently utilized as a result of the lack of generalizing and summarizing up elaborations, for which there is urgent need.

In view of the important and growing demands made on ecology in connection with problems of protection of man's environment it is necessary to undertake expert surveys and issue ecological opinions in matters concerned with landscape organization and spatial planning, on the basis of the results so far obtained, and also possible new studies involving a large number of specializations.

In this connection it is essential to train a sufficient number of ecologists — specialists on landscape ecology and ecosystem engineering.