

MATERIAŁY Z KONFERENCJI EKOLOGICZNYCH

(Redagował E. Pieczyński)

ZDZISŁAW KAJAK
Instytut Ekologii PAN
Warszawa

Uwagi o znaczeniu badań produkcji ekosystemów wodnych oraz ich organizacji w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego*

Obecna narada jest piątą z kolei z serii narad organizowanych przez Sekcję Produktywności Ekosystemów Śłodkowodnych Polskiego Komitetu Międzynarodowego Programu Biologicznego (MPB), poświęconych metodyce prac hydrobiologicznych związanych z problemem produktywności. Poprzednie dotyczyły:

- 1) ilościowych metod pobierania i opracowywania materiałów planktonowych, bentosowych i fauny litoralnej (Mikołajki, 13—14 IV 1964 r.);
- 2) analizy substancji organicznej w wodach (Poznań, 18—19 II 1965 r.);
- 3) i 4) prac hydro-mikrobiologicznych, związanych z produkcją (Warszawa, 7—8 VI 1965 r. i Lublin, 14—15 III 1966 r.).

Obecne spotkanie traktujemy jako szczególnie ważne, gdyż jest ostatnim z serii spotkań przygotowawczych przed podjęciem prac nad produkcją biologiczną zbiorników wodnych. Ma ono charakter bardziej całościowy od poprzednich i ma na celu:

- 1) w oparciu o wspomniane sympozja, piśmiennictwo i doświadczenia szeregu ośrodków, zaproponować określone metody zbierania materiałów i szacowania produkcji na ich podstawie;
- 2) stworzyć podstawy do koordynacji prac oraz wskazać najważniejsze i najpilniejsze tematy wymagające badania.

W naradzie uczestniczą w zasadzie tylko te ośrodki i osoby, które zgłosiły akces do MPB i pracują lub zamierzają pracować nad produkcją.

Warto na wstępie w paru słowach zatrzymać się na walorach badań produkcji w stosunku do badań liczebności czy biomasy. Najogólniej rzecz biorąc, chodzi chyba o to, że oszacowanie produkcji jest lepszym przybliżeniem do rzeczywistości niż oszacowanie biomasy. Przy tej samej bowiem biomasy, a różnych organizmach czy różnych warunkach środowiskowych, intensywność procesów biologicznych, o których po-

* Referat wygłoszono na zagajenie narady w sprawie koordynacji prac nad produktywnością ekosystemów wodnych (Olsztyn, 3-4 V 1966 r.).

znanie ostatecznie nam chodzi, może się ogromnie różnić. Wynika to, po pierwsze — z szybkości wymiany organizmów, zastępowania jednych, które są wyżerane lub zdychają, przez inne, w wyniku czego biomasa przy bardzo różnej intensywności procesów biologicznych może być taka sama, a po drugie — z nasilenia procesów życiowych, z intensywności metabolizmu. Poza lepszym przybliżeniem do rzeczywistości, ocena produkcji znacznie bardziej niż ocena liczebności czy biomasy, pozwala na porównanie udziału, roli w życiu danego ekosystemu różnych organizmów, np. fitoplanktonu i ryb, a w efekcie na nakreślenie dróg przepływu energii przez różne ogniwa ekosystemu. Zarówno z teoretycznego jak i praktycznego punktu widzenia nie jest obojętne, czy np. większość wyprodukowanej przez rośliny materii organicznej przekształci się w mięso ryb, czy też rozproszy się w postaci ciepła w procesach rozkładu.

Wydaje się, że dopiero badania produkcji pozwalają na analizę dwu nadzwyczaj interesujących problemów — właśnie wspomnianych dróg przepływu energii oraz efektywności ekologicznej. Weźmy dla przykładu z jednej strony zbiornik, gdzie jedynym producentem jest nannoplankton, bardzo efektywnie wykorzystywany przez zooplankton, który z kolei umożliwia wysoką produkcję ryb; z drugiej strony natomiast — zbiornik produkujący roślinność naczyniową, prawie nie wykorzystywaną przez konsumentów, a głównie przez destruentów, przy czym energia nagromadzona w makrofitach jest w znacznym stopniu rozpraszana w postaci ciepła. Są to przykłady skrajnie różnych efektywności ekologicznych. W pierwszym przypadku efektywność wykorzystania produkcji pierwotnej przez konsumentów (zooplankton i ryby) jest maksymalnie wysoka, w drugim, przy znikomej liczbie konsumentów, wydajność poziomu konsumentów i stosunek produkcji konsumentów do producentów są skrajnie niskie.

Z punktu widzenia praktyki rybackiej, jeszcze większa efektywność byłaby w przypadku ryb odżywiających się fitoplanktonem (bądź roślinami naczyniowymi). Wtedy między producentami a interesującym nas konsumentem (rybą) nie ma pośrednich poziomów troficznych i związanych z tym strat energetycznych. Dopiero badania produkcji pozwalają oszacować ilościowo i w pełni porównywalnie różnice procesów biologicznych w tych różnych sytuacjach. To właśnie liczba czy biomasa wyprodukowanych organizmów (a nie tylko stwierdzonych w danym momencie) jest tą wartością, która rzeczywiście korzystała ze środowiska w danym czasie, jest miernikiem procesu biologicznego. Oczywiście badania te, podobnie jak badania liczebności i biomasy, wymagają również analizy warunków oraz mechanizmów, jeśli chce się odpowiedzieć nie tylko na pytanie „ile” ale także na pytanie „dlaczego” i „jak” (np. analizy czynników środowiskowych, powodujących bezpośrednio śmiertelność organizmów, zapotrzebowania i wybiórczości w stosunku do pokarmu znajdującego się w środowisku, konkurencji, drapieżnictwa itp.).

Ogólnie mówiąc, ocena produkcji ma tę wyższość nad oceną liczebności czy biomasy, że: 1) stanowi bliższy rzeczywistości miernik procesów biologicznych, informuje o ilościach organizmów, które rzeczywiście korzystały ze środowiska w danym czasie oraz 2) jest wspólnym mianownikiem, pozwalającym na sensowne porównanie bardzo różnych organizmów i ich roli w ekonomice natury, jak też porównanie różnych ekosystemów. Rzecz jasna zdajemy sobie sprawę z tego, że w wielu przypadkach, zwłaszcza w stosunku do organizmów drobnych, o krótkim cyklu życiowym, ocena produkcji jest obarczona dużym błędem i może bardzo

odbiegać od faktycznej produkcji. Metody ocen produkcji są jednak stale ulepszone i mamy nadzieję, że wkrótce będzie można ocenić produkcję z dużą dokładnością. Poza tym na obecnym etapie badań przydatna jest nawet przybliżona ocena produkcji, np. określenie, czy udział produkcji litoralu w ogólnej produkcji jeziora wynosi kilka czy kilkadziesiąt procent i jakimi drogami wytworzona w litoralu materia włącza się do obiegu.

W myśl zasad i celów MPB, obecna narada winna doprowadzić do tego, by prace zgłoszone do Programu Biologicznego tworzyły pewną całość, żeby w sumie dawały więcej niż każda z osobna. Aby to osiągnąć, trzeba spełnić kilka prostych warunków, które często można spełnić bez większych trudności, ale które rzadko są przestrzegane. Pierwszy z tych warunków — to wyrażanie obfitości różnych organizmów w porównywalnych, przeliczalnych jednostkach. Najbardziej uniwersalną jednostką są kalorie, do których można dojść różnymi drogami: z ilości substancji organicznej, a w przypadku roślin — z ilości wydzielonego przy asymilacji tlenu lub zużytego dwutlenku węgla; do kalorii można też dojść, znając odpowiednie prawidłowości — z „suchej” a nawet „mokrej” wagi czy wreszcie, w pewnych przypadkach, z liczebności i wielkości organizmów. Konkretnie propozycje w tych sprawach będą omówione w niektórych referatach. Tu chodzi mi tylko o podkreślenie, że niezbędnym warunkiem w badaniach nad produkcją jest podawanie wyników w jednostkach przeliczalnych. Oczywiście nie znaczy to, że mamy rezygnować z oznaczeń gatunkowych, struktury wielkościowej, itd. Przeważnie zresztą są to dane konieczne do wyliczeń produkcji.

To byłby pierwszy, podstawowy warunek. Drugi, jeszcze łatwiejszy do realizacji — to wyrażanie obfitości organizmów na jednostkę powierzchni. Warunek ten wynika z powszechnie znanego faktu, że w różnych zbiornikach organizmy występują do różnych głębokości i chcąc mówić o produkcji i obfitości w całym zbiorniku, a nie tylko w jakiejś jego strefie czy warstwie, musimy uwzględnić wszystko co żyje w całym słupie wody, poczynając od powierzchni i kończąc na określonej wielkości wycinku dna. Warunek ten jest zwykle spełniany w pracach nad bentosem, natomiast nie zawsze w pracach nad zespołami litoralowymi i planktonowymi.

W referatach podajemy propozycje dotyczące zarówno sposobów zbierania i opracowywania materiałów jak i wyliczeń produkcji na ich podstawie. Zależy nam oczywiście na dyskusji nad obydwoma tymi sprawami. Niemniej wydaje się, że bardziej podstawowa jest pierwsza, tzn. uzyskanie w pełni miarodajnych materiałów, umożliwiających w konsekwencji oszacowanie produkcji. Jeśli zaś chodzi o metody obliczania produkcji, staraliśmy się podać ich przegląd, wskazując najlepsze naszym zdaniem w chwili obecnej. Ponieważ jednak metody wyliczeń ulegają ciągle modyfikacjom i ulepszeniom, nie traktujemy ich jako czegoś ostatecznego. Tak więc uważamy za podstawowe uzgodnienie sposobów uzyskiwania miarodajnych materiałów do wyliczeń produkcji. Samo wyliczanie zaś proponujemy prowadzić określonymi metodami, nie przesądając jednak, że po jakimś czasie nie trzeba ich będzie zmienić na doskonalsze.

Skoro przystępujemy do uzgodnienia metod i koordynacji prac nad produkcją ekosystemów słodkowodnych w Polsce, celowe będzie podanie paru informacji o sytuacji w innych krajach oraz o organizacji międzynarodowej Sekcji Produktywności Ekosystemów Słodkowodnych (PF).

Otóż w skład Zarządu Sekcji wchodzi kilkunastu hydrobiologów z różnych krajów. Pracami Zarządu kieruje tzw. „convener”. Pierwszym „convener'em” Sekcji PF był prof. Rhode, drugim — prof. Tonolli, a od kwietnia 1966 r. urząd ten objął prof. Hasler. Okresowe zmiany zarówno na stanowisku „convener'a”, jak i w składzie Zarządu Sekcji leżą w założeniach MPB. Od kwietnia 1966 r. do Zarządu Sekcji wszedł jako członek-korespondent prof. dr Kazimierz Patalas. Sekretarzem (koordynatorem) generalnym Sekcji jest Polak z pochodzenia, prof. Rzóśka. Praca międzynarodowego Zarządu Sekcji PF polega głównie na organizacji sympozjów oraz zbieraniu i przekazywaniu informacji o prowadzonych w różnych krajach pracach nad produkcją.

Jednym z podstawowych założeń MPB jest analiza produkcji w różnych środowiskach i rejonach geograficznych. W związku z tym np. Kanada nastawia się na badanie środowisk arktycznych, szereg krajów Afryki i Azji — na badanie zbiorników tropikalnych, Francja — między innymi zbiorników wysokogórskich.

Programy badawcze poszczególnych krajów są bardzo różnorodne. Niektóre kraje projektują wszechstronne badania 1—2 zbiorników, inne — badania wielu zbiorników. Obszerny i zbliżony do naszego program zgłosiła Czechosłowacja i Jugosławia. W ZSRR i Japonii, podobnie jak u nas, duży nacisk położono na sympozja i narady, poprzedzające podjęcie właściwej pracy.

Wiele krajów, zgodnie zresztą z zaleceniem władz centralnych, dzieli swoje projekty badań na program zasadniczy i uzupełniający. Kryterium zaliczenia prac do programu zasadniczego jest badanie produkcji całego ekosystemu, do programu uzupełniającego — badanie produkcji pewnych ogniw, bądź nawet porównawcza ocena obfitości organizmów w określonych środowiskach. Istnieje opinia, chyba nie pozbawiona racji, że hydrobiologia przoduje w badaniach produkcji i że to ją zobowiązuje do wyższego szczebla badań, tzn. badań całych ekosystemów.

Zatrzymam się pokrótce na tym, jak sobie wyobrażamy kierunki i sposoby badań zbiorników słodkowodnych w ramach MPB w Polsce. Jeśli chodzi o badania całych ekosystemów, można przyjąć różny stopień szczegółowości. Np. dla najbardziej ogólnej charakterystyki produkcji (bilansu energetycznego) ekosystemu, wystarczy zestawienie produkcji pierwotnej i wyprodukowanej substancji organicznej, opuszczającej ton wodną w postaci osadów i wyławianych ryb. Jeśli ponadto określimy, ile substancji organicznej rozkłada się w osadach, będzie to jakby badanie „wpływów” i „saldo” ekosystemu. Tak więc oprócz produkcji pierwotnej winna być badana ilość dopływającego do dna tryptonu, rozkład substancji w osadach i biomasa wyławianych ryb. Nawet o tak ogólnie rozumianym bilansie energetycznym zbiorników praktycznie nie mamy danych, a uzyskanie ich ze sporej liczby różnych środowisk byłoby bardzo cenne.

Następny stopień szczegółowości badań, to uwzględnienie wszystkich, a przynajmniej podstawowych ogniw ekosystemu: produkcji pierwotnej fitoplanktonu i roślin wyższych, produkcji zooplanktonu, zoobentosu i ryb, jak również materii wypadającej z obiegu — pozostającej w dnie bądź wynoszonej poza zbiornik.

Wreszcie najwyższy stopień szczegółowości badań, to podbudowa omówionych danych analizą ekologiczną: odżywiania się organizmów, drapieżnictwa, stosunków konkurencyjnych i innego typu oddziaływań wzajemnych oraz wpływu różnych czynników środowiskowych.

Omówiłem pokrótce różne stopnie szczegółowości badań polegających na charakterystyce produkcji w środowiskach naturalnych. Wydaje się, że oprócz tego szczególnie warte propagowania i podjęcia są badania środowisk podlegających ingerencji ludzkiej. Rozumiemy przez to nawożenie, introdukcję bądź aklimatyzację organizmów, ogrzewanie wody, natlenianie hypolimnionu jezior itd. Tego rodzaju zabiegi z jednej strony pozwalają łatwiej uchwycić pewne prawidłowości, bądź nawet zobaczyć zależności i mechanizmy, których nie dałoby się dostrzec w środowiskach nie poddanych ingerencji, a z drugiej strony — stanowią próbę naszych realnych możliwości ingerencji w procesy produkcji. Sprawy te wydają się na tyle interesujące, że chyba warto je włączyć do Programu nawet wtedy, gdy nie operują ściśle oceną produkcji, ale jej wskaźnikami — np. obfitością i płodnością dominantów w podstawowych zespołach. Można mieć nadzieję, że w oparciu o prace poświęcone ocenie produkcji, w oparciu o poznanie jej ogólnych prawidłowości, będziemy w przyszłości szacować produkcję na podstawie materiałów rzadziej pobieranych, wymagających mniej wysiłku niż jest to konieczne teraz i proponowane w naszych referatach. Pierwsza próba wskazania takich ogólnych prawidłowości produkcji została dokonana niedawno przez Vinberga, który pokusił się o wskazanie zależności między biomasą a produkcją zooplanktonu w jeziorach.

Prace poświęcone ściśle produkcji są bardzo pracochłonne i wobec tego z konieczności mogą być wykonywane w stosunkowo niewielu zbiornikach. Natomiast jak wspomniałem, liczymy na to, że w skali światowej prace te dostarczą informacji, które pozwolą interpretować mniej pracochłonne dane, zebrane oczywiście miarodajnymi, uzgodnionymi metodami, z dużej liczby zbiorników.

To co mówiłem, dotyczyło badań całych ekosystemów, które to badania są najbardziej popierane przez MPB. Prócz tego chętnie widziane będą prace nad zależnościami wzajemnymi sąsiednich poziomów troficznych, np. fito- i zooplanktonu, lub też prace nad produkcją wybranych ogniw łańcucha troficznego czy poszczególnych zespołów (np. ryb czy trzciny), zwłaszcza jeśli będą powiązane z warunkami środowiskowymi.

Remarks on the significance of research on the production of water ecosystems and its organisation under the International Biological Programme

Summary

The paper was read as the opening address at the conference on co-ordination of studies of the productivity of water ecosystems (Olsztyn, 3-4 May, 1966) organized by the Productivity of Freshwater Ecosystems Section of the Polish Committee of the International Biological Programme. The aim of the conference was to discuss and reach an agreement on methods of collecting and elaborating material for calculation of production and the ways themselves of calculating production.

The use of production instead of biomass or abundance gives a better description of biological processes and permits of better comparison of very different groups of organisms, which in turn makes it possible to analyse the channels through which energy flows and ecological effectiveness. It is of course obvious

that in addition to the estimation itself of production it is essential, in order to understand its regularities in different situations, to analyse the biotic and abiotic factors determining the channels of flow of energy and ecological effectiveness.

With the present scanty knowledge available of the rules of production, even a very approximate way of assessing production is valuable. Reliable collection of material is of fundamental importance. The actual calculation methods, often imperfect, are continually being improved and at the same time also simplified.

It is essential to express production in comparable units, convertible to the most universal units, calories. It is also essential to calculate production per unit of area of the body of water (and not only, e.g., per unit of volume or weight of substrate); only this way comparison of different bodies of water ecosystems can be attained.

Production of ecosystems may be investigated in ways varying in degree of detail: 1) only on „entry” and „exit” (primary production and influx of allochthonous substance on the one hand, and outflow of organisms and deposition of sediments on the other); 2) assessment of production of all trophic levels; 3) estimation of the production of all trophic levels based on analysis of factors determining production (habitat, quantity and quality of food, competition, predation etc.). Even investigations of the first degree, carried out on a large number of waters, may at the present stage of our knowledge supply much valuable information.

Particularly interesting prospects are afforded by analysis of situations in which the ecosystem is subjected to intervention of some kind, such as artificial mixing, heating of the water, fertilisation, acclimatisation and introduction of organisms etc. It would then be easier to discover the rules governing production, and at the same time to indicate the possibilities of directing the production.

The final part of the article contains a discussion of research on production from the organization aspect, under the International Biological Programme.