

MARIAN CZOPEK

## PRODUKTYWNOŚĆ FOTOSYNTETYCZNYCH SYSTEMÓW W MIĘDZYNARODOWYM PROGRAMIE BIOLOGICZNYM

### Struktura organizacyjna MPB

Specjalny Komitet Międzynarodowego Programu Biologicznego (SCIBP — Special Committee for the International Biological Programme) został powołany na X sesji Zgromadzenia Ogólnego Międzynarodowej Rady Unii Naukowych (ICSU — International Council of Scientific Unions) w Wiedniu (listopad 1963 r.). W skład Komitetu MPB wchodzi przedstawiciele 6 międzynarodowych unii naukowych, które są członkami ICSU a mianowicie: Międzynarodowej Unii Geografii, Biochemii, Nauk Biologicznych, Biofizyki Czystej i Stosowanej, Nauk Fizjologicznych, Nauk o Odżywianiu oraz przedstawiciele 2 międzynarodowych unii, które nie są członkami ICSU jak Ochrony Przyrody i Naturalnych Zasobów, Nauk Antropologicznych i Etnologicznych. Przewodniczącym Specjalnego Komitetu MPB jest Prof. dr J. B. Baer (Szwajcaria) a jego zastępcami są: Prof. dr K. Petruszewicz (Polska), Prof. dr G. Montalenti (Włochy), Dr H. Tamiya (Japonia) i Sir Otto Frankel (Australia). W skład SKMPB wchodzi również dyrektor naukowy — Dr E. B. Worthington (W. Brytania).

Zasadniczy problem Międzynarodowego Programu Biologicznego zatytułowany „Biologiczne podstawy produktywności i dobrobytu ludzkiego” dotyczy badań nad:

1. wyszacowaniem organicznej produkcji ekosystemów lądowych, słodkowodnych i morskich oraz potencjalną możliwością i wykorzystaniem nowych jak również istniejących naturalnych zasobów,

2. przystosowaniem ludzkim (fizjologicznym i genetycznym) do zmieniających się warunków (IBP News 1, 2). Cel i zadania jak również założenia prac MPB omawia Petruszewicz (1963, 1964), Medwecka-Kornaś (1965) i Ryszkowski (1966).

Realizacja naukowego programu badań odbywa się poprzez 7 sekcji MPB.

1. PT — Produktywność ekosystemów lądowych.

2. PP — Procesy produkcyjne.

Podsekcja: a) P — Fotosyntezy i przemiany energii słonecznej.

b) N — Biologicznego wiązania azotu.

3. CT — Ochrona ekosystemów lądowych.
4. PF — Produktywność ekosystemów słodkowodnych.
5. PM — Produktywność ekosystemów morskich.
6. HA — Przystosowalność ludzka.
7. UM — Wykorzystanie i gospodarowanie biologicznymi zasobami.

Na I sesji Zgromadzenia Ogólnego Międzynarodowego Programu Biologicznego w Paryżu (lipiec 1964 r.) zdecydowano, że dwa procesy odgrywające zasadniczą rolę w badaniach nad produktywnością ekosystemów powinny być przedmiotem badań, a mianowicie wykorzystanie energii słonecznej przez rośliny w procesie fotosyntezy i wiązanie drobinowego azotu przez żyjące organizmy. Dla tego rodzaju badań powołano Sekcję Procesów Produkcyjnych z dwoma podsekcjami:

1. Fotosyntezy i przemiany energii słonecznej (IBP News 14)
2. Biologicznego wiązania azotu (IBP News 15).

Przewodniczącym Sekcji Procesów Produkcyjnych MPB jest Prof. dr I. Malek (Czechosłowacja) a przewodniczącym Podsekcji Fotosyntezy jest Prof. dr E. C. Wassink (Holandia). Naukowym koordynatorem badań Podsekcji Fotosyntezy PP jest Dr J. Květ (Czechosłowacja). Ekofizjologiczne badania nad produkcją fotosyntetyczną w różnych typach ekosystemów są zasadniczo prowadzone przez Sekcję Procesów Produkcyjnych, Podsekcję Fotosyntezy (PP-P), ale są one ściśle powiązane z sekcjami współpracującymi PT, PF, PM i UM.

### **Program badań Podsekcji Fotosyntezy (IBP/PP-P)**

Dla określenia produktywności ekosystemów lądowych (leśnych, łąkowych) konieczne jest uzyskanie możliwie dokładnych danych o fizjologicznych procesach, od których uzależniona jest bezpośrednio produkcja pierwotna. W tym celu należy badać najważniejsze podstawowe procesy takie, jak: biologiczne wiązanie azotu i jego cyrkulacja w żywej materii oraz wykorzystanie energii słonecznej przez zielone rośliny. Lepsze poznanie i udoskonalenie metodologii tych procesów może stanowić ważny wkład w podniesienie produkcji naturalnych i sztucznych ekosystemów. Cel ten może być osiągnięty, a luki w naszej wiedzy (o fizjologicznych procesach w naturalnych warunkach) mogą być zapełnione jedynie w oparciu o międzynarodową współpracę poprzez porównywalne badania w różnych warunkach klimatycznych i w różnych ekosystemach.

Komitet Sekcji Procesów Produkcyjnych MPB zaproponował aby badania nad aktywnością fotosyntetyczną i przemianą energii słonecznej obejmowały:

A. Metody i techniki dla oceny produktywności fotosyntetycznej roślin prowadzone na 3 poziomach eksperymentalnych:

I. Zastosowanie technik opartych na analizie wzrostu; badania te prowadzone przy pomocy prostych urządzeń pomiarowych powinny być podejmowane w największej liczbie krajów.

II. Porównawcze badania eksperymentalne wymagające bardziej skomplikowanej aparatury, możliwe do podjęcia przez mniejszą liczbę stacji doświadczalnych.

III. Doświadczenia lub terenowe pomiary w ekosystemach (wymagające odpowiednich urządzeń technicznych), które mogą być ograniczone tylko do nielicznych ośrodków badawczych.

B. Czynniki ograniczające fotosyntetyczną aktywność: wewnętrzne (fizjologiczne i genetyczne) i zewnętrzne (ekologiczne).

C. Porównawcze badania między gatunkami i populacjami z ostateczną oceną fotosyntetycznej aktywności zespołów roślinnych (IBP News 1, 2).

Wstępne badania nad produktywnością fotosyntetycznych systemów (I faza, 1964—1966 r.) dotyczyły głównie opracowań metodycznych i uzgodnienia współpracy międzynarodowej, czego wynikiem było podanie zrewidowanego programu badań Podsekcji Fotosyntezy (IBP News 9). Program PP jest zasadniczo eksperymentalny i fizjologiczny. Zmierza on do lepszego poznania podstawowych zasad gospodarowania produktywnością ekosystemów. Założenia programowe Podsekcji Fotosyntezy zdefiniowano jako „podstawy fizjologicznej analizy procesów rządzących produkcją fotosyntetyczną na określonej powierzchni” badanego ekosystemu. Wszystkie doświadczenia służące temu celowi są zalecane zarówno badania zespołu, jak i pojedynczych roślin, ich organów i komórek. Produkcja fotosyntetyczna i czynniki środowiskowe powinny być badane w ekosystemach naturalnych (leśnych, łąkowych) i uprawnych (rolniczych, ogrodniczych).

Z analizy narodowych programów (Květ 1967) wynika, że badania w różnych krajach koncentrują się na następujących tematach dotyczących produkcji fotosyntetycznej:

1. Badania wymagające prostego wyposażenia, w których produkcja suchej masy i wymiana energii w fotosyntetycznym systemie jest mierzona przy zastosowaniu technik opartych na analizie wzrostu. Wśród nich są badania nad wpływem klimatycznych warunków, gęstością roślin, nawadnianiem, sposobem odżywiania, intensywnością światła itd. Tego typu proste badania odpowiadają w przybliżeniu „I poziomowi eksperymentalnemu” zaproponowanemu przez Komitet Sekcji Procesów Produkcyjnych, natomiast bardziej skomplikowane doświadczenia mieszczą się w „II poziomie eksperymentalnym”.

2. Badania wymagające bardziej skomplikowanej aparatury i opracowania metodycznego („III poziom eksperymentalny”) — obejmują pomiary produkcji fotosyntetycznej zespołów roślinnych i czynników środowiskowych; dotyczą one wymiany gazowej i przemiany energii słonecznej, nagromadzenia energii, struktury stanowiska i fizjologicznego stanu rośliny (Květ 1968a).

3. a) Badania nad czynnikami ekologicznymi, fizjologicznymi i genetycznymi ograniczającymi fotosyntetyczną aktywność (zespołu, rośliny, organu, komórki).  
b) Badania produktywności fotosyntetycznej zależnie od morfogenetycznej reakcji roślin na czynniki środowiska.

4. Porównawcze badania nad produkcją fotosyntetyczną w specyficznych typach roślin (drzewach i krzewach, bagiennych i wodnych roślinach wyższych, torfowiskowych, słodkowodnych i morskich glonach) i ich zespołach.

5. Opracowanie matematycznych modeli opisujących produkcję fotosyntetyczną, wzrost u roślin i stanowiska roślin.

6. Niezależnie od badań wymienionych powyżej, w różnych krajach prowadzone są doświadczenia na następujących aspektach produkcji fotosyntetycznej: a) badanie czynników środowiskowych wywierających wpływ na produkcję fotosyntetyczną, b) produkcja białek w zielonych roślinach, c) produkcja zbiorowisk roślinnych w zależności od ich gospodarki wodnej (IBP News 9, Květ 1967).

Wszystkie te aspekty programu badań mogą przynieść wielki pożytek nauce dzięki międzynarodowej współpracy. Dlatego też realne propozycje dotyczące programu badań nad produktywnością fotosyntetycznych systemów są zatwierdzane przez Podkomitet Fotosyntezy MPB.

Do realizacji zaakceptowano:

I. Propozycje dotyczące klimatycznych pomiarów (przygotowane przez J. L. Monteitha *et al.* 1967), które stanowią minimum potrzebne dla badań ekofizjologicznych w ramach MPB.

II. Sugestie dla wstępnego programu (przygotowane przez G. E. Blackmana) dotyczące badań nad: a) sezonowymi zmianami w wartości wzrostu i wartości asymilacji netto dla wybranych gatunków we wczesnej fazie wegetacji, b) analizą wpływu różnego zagęszczenia roślin na wartość produkcji suchej masy i wykorzystanie energii słonecznej, c) wpływem agrotechnicznych sposobów nawożenia i nawadniania na wzrost plonów.

III. Propozycje dla „III poziomu” — pomiary fotosyntezy zespołu roślin w zależności od struktury, fizjologii i środowiska (przedstawione przez R. L. Spechta *et al.* 1967).

IV. Wpływ zmian w intensywności światła na strukturę roślin i produkcję (zaproponowane przez E. C. Wassinka).

V. Badania produkcji fotosyntetycznej roślin uprawnych (zaproponowane przez A. A. Nicziporowicza).

VI. Badania produkcji fotosyntetycznej u dziko rosnących roślin i w ich ekosystemach (zaproponowane przez O. V. Zalenskigo).

VII. Badania produkcji fotosyntetycznej zbiorowisk roślinnych przy zastosowaniu matematycznych modeli (przedstawione przez C. T. de Wita).

Na podstawie powyżej wymienionych propozycji (IBP News 9, Květ 1967) i projektów Narodowych Komitetów MPB ustalono 5 międzynarodowych tematów dla Podsekcji Fotosyntezy (IBP News 14). Poszczególne kraje uczestniczące w badaniach nad produktywnością fotosyntetycznych systemów (39 zgłoszonych projektów narodowych) realizują jeden lub kilka z poniżej wymienionych tematów. Zasadnicze badania nad aktywnością fotosyntetyczną i wymianą energii słonecznej prowadzone

są na poziomie ekosystemu, populacji, rośliny, organu, komórki, chloroplastu i określane są jako produkcja fotosyntetyczna na jednostkę powierzchni.

Temat 1. Wstępne badania.

1.1. Sezonowe zmiany w wartości produkcji suchej masy i wartości asymilacji netto u najczęściej spotykanych roślin w różnych warunkach klimatycznych.

1.2. Maksymalne wartości w produkcji suchej masy upraw rosnących przy różnym zagęszczeniu w różnych klimatycznych warunkach.

1.3. Wartości produkcji suchej masy i wzrost upraw w różnych warunkach klimatycznych i glebowych.

Temat 2. Badania i pomiary fotosyntezy w zespołach roślinnych w zależności od struktury, fizjologii i środowiska.

2.1. Badania obejmują:

2.1.1. Wymianę  $\text{CO}_2$ , pary wodnej i ciepła.

2.1.2. Czynniki określające rozwój i właściwości fotosyntetyczne aparatu absorbującego światło i  $\text{CO}_2$ .

2.1.3. Stosunek fotosyntezy do wartości oddychania, wzrostu i rozwoju.

2.2. Laboratoryjne badania nad fizjologicznymi, biofizycznymi i genetycznymi właściwościami fotosyntezy.

2.2.1. Pomiary w kontrolowanym środowisku wpływu światła, temperatury,  $\text{CO}_2$ , wody, pożywki mineralnej, wieku rośliny na fotosyntezę i oddychanie (w Polsce — Strebeyko).

2.2.2. Oznaczanie wieku liścia, stężenia chlorofilu, przemieszczenia asymilatów dla oceny wartości fotosyntezy i oddychania (w Polsce — Więckowski, Starck).

2.2.3. Fizjologiczne i genetyczne badania porównawcze gatunków i odmian w celu oznaczenia ich potencjalnej wydajności fotosyntetycznej.

2.2.4. Analiza strat na oddychanie w ekosystemach — wpływ wieku, temperatury, poziomu substratu, fenologii itd. (w Polsce — Poskuta).

2.2.5. Badania fizycznych i fizjologicznych właściwości granicznej fazy liść — powietrze w zależności od geometrii i kształtu liścia, ze szczególnym uwzględnieniem ekologicznej i fizjologicznej roli szparek.

2.2.6. Fizjologiczna ocena typowych gatunków roślin dla ważnych lecz krańcowych środowisk.

2.2.7. Badania aktywności fotosyntetycznej na poziomie komórki i chloroplastu (w Polsce — Zurzycki).

2.3. Opracowanie matematycznych modeli produkcji fotosyntetycznej u roślin (w Polsce — Górski).

Temat 3. Inne badania o charakterze ogólnym.

3.1. Rozwój nowych metod i technik dla pomiaru produkcji fotosyntetycznej (w Polsce — Strebeyko, Zurzycki, Starzecki, Czopek).

3.2. Badania czynników środowiskowych wpływających na produkcję fotosyntetyczną.

3.3. Wpływ czynników środowiskowych na wartość fotosyntezy (lub wartość produkcji suchej masy, w uproszczonych doświadczeniach).

Temat 4. Badania nad produkcją fotosyntetyczną (prowadzone na różnych poziomach eksperymentalnych) w poszczególnych typach roślin i ekosystemach.

4.1. Uprawy pól i traw, przeważnie z różnego sposobu nawożenia i nawadniania.

4.1.1. Zboża (w Polsce — Skiba).

4.1.2. Inne trawy i pastwiska.

4.1.3. Uprawy tropikalne i subtropikalne.

4.1.4. Inne uprawy.

4.2. Dziko rosnące rośliny zielne i ich ekosystemy (głównie przy współpracy z Sekcją PT, w Polsce — Krupa, Czopek).

4.3. Gatunki drzew i krzewów, pojedyncze i zbiorowiska (w Polsce — Żelawski, Nalborczyk, Starzecki, Czopek).

4.4. Glony i kultury glonowe (w Polsce — Pado).

4.5. Inne rośliny (w Polsce — Maczek, Pilarski).

Temat 5. Badania nad fizjologicznymi procesami wpływającymi lub ściśle związanymi z aktywnością fotosyntetyczną.

5.1. Produkcja białek w zielonych roślinach (wspólnie z Sekcją UM, Podsekcją — Nowe Źródła Białek).

5.2. Pobieranie fosforanu, przemieszczanie, metabolizm i obieg.

5.3. Inne fizjologiczne procesy w roślinach i w ekosystemach.

5.3.1. Stosunek roślina — woda (w Polsce — Strebeyko).

5.3.2. Mineralne odżywianie i pokrewne procesy.

5.3.3. Inne (morfogeneza, skład chemiczny).

Najlepsze wyniki w realizacji powyższych tematów można uzyskać przy efektywnej koordynacji badań aktywności fotosyntetycznej na kilku ściśle ze sobą powiązanych poziomach (Nicziporowicz 1969a).

A. Molekularnym i submikroskopowym, ze szczególnym uwzględnieniem chloroplastu w którym przebiega proces fotosyntezy.

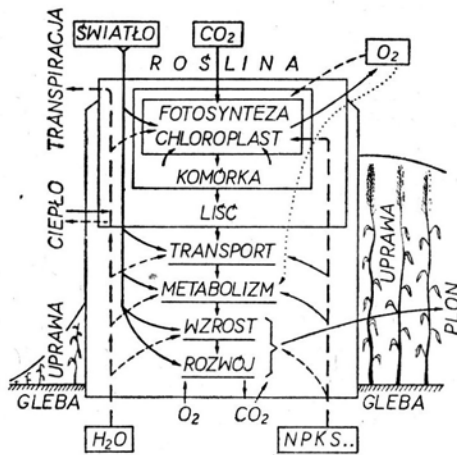
B. Komórkowym, biorąc pod uwagę współzależność systemu „chloroplast-komórka”.

C. Liścia, który posiada specyficzne właściwości jako organ asymilacyjny (własności optyczne, struktura organizacyjna, mechanizm wymiany gazowej i energetycznej, stan fizjologiczny, cechy genetyczne, własności adaptacyjne itd.).

D. Rośliny, mając na uwadze wzajemną współzależność fotosyntezy i innych procesów fizjologicznych w całej roślinie.

E. Zespołu fotosyntetyzujących systemów (ekosystemów, zawiesiny glonów) z uwzględnieniem ich specyficznych cech (struktury, czasu przebiegu fotosyntezy, oddziaływania złożonych czynników środowiskowych itd.).

Badania nad produktywnością fotosyntetycznych systemów muszą być koordynowane w skali międzynarodowej. Dotyczy to głównie stosowania ujednoczonych



Ryc. 1. Aktywność fotosyntetyczna roślin i powstawanie plonów w uprawach (Niczyporowicz 1969a)

metod pomiaru fotosyntezy i czynników ekologicznych, aby wyniki badań mogły być porównywalne dla różnych ekosystemów i różnych warunków klimatycznych (Eckardt 1965). Metodologiczna współpraca jest konieczna nie tylko z innymi sekcjami MPB (PT, PF, PM, UM) ale również z innymi międzynarodowymi organizacjami naukowymi jak UNESCO, FAO, WMO.

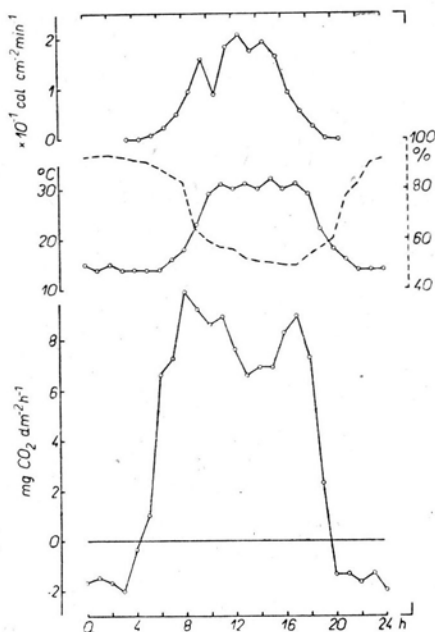
### Udział Polski w badaniach nad produktywnością fotosyntetyczną

Realizacją naukowego programu badań w poszczególnych krajach zajmują się Komitety Narodowe MPB. Polski Komitet Międzynarodowego Programu Biologicznego (przewodniczący — Prof. dr K. Petruszewicz) powołał do działania 5 Sekcji: PT, PP, PF, PM i HA. Przewodniczącym Podsekcji Fotosyntezy PKMPB jest Prof. dr J. Zurzycki.

Badania prowadzone w Polsce „zmierzą zasadniczo do określenia roli fotosyntezy w ogólnej przemianie materii i energii w naturalnych ekosystemach. Główny nacisk położony jest na aspekt metodologiczny — pomiary fotosyntezy w naturalnych warunkach i rejestracja najważniejszych czynników ekologicznych wpływających na ten proces. Badany jest również wpływ czynników zewnętrznych (wody) i mechanizmu wewnętrznego (struktura i wiek organów asymilacyjnych, redystrybucja asymilatów, czynniki genetyczne) na aktywność i produktywność fotosyntetyczną wybranych gatunków roślin“ (Zurzycki 1967, 1969b). W ramach MPB realizuje się w Polsce 7 zgłoszonych tematów dotyczących badań nad produktywnością fotosyntetycznych systemów (IBP News 14, str. 29).

W ekofizjologicznych badaniach nad produktywnością fotosyntetyczną naturalnych ekosystemów lądowych (leśnych, łąkowych), Podsekcja Fotosyntezy PP ściśle współpracuje z Podsekcją Produktywności Pierwotnej PT (przewodniczący —

Prof. dr A. Medwecka-Kornaś). Współpraca ta dotyczy z jednej strony pomiarów aktywności fotosyntetycznej u wybranych gatunków roślin, charakterystycznych dla badanego ekosystemu (Czopek) a z drugiej — ciągłej rejestracji najważniejszych czynników mikroklimatycznych (światła, temperatury, wilgotności) wywierających



Ryc. 2. Synchroniczna rejestracja czynników mikroklimatycznych (promieniowania fotosyntetycznie czynnego, temperatury i wilgotności powietrza) oraz przemiany gazowej (natężenia fotosyntezy i oddychania) w ciągu doby w liściach *Syringa vulgaris* (19.VII.1969 r.) przy zastosowaniu specjalnego laboratorium terenowego. Odcięte — czas w godzinach, rzędne — 1. natężenie światła w  $\text{cal cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ , 2. temperatura w stopniach C, 3. względna wilgotność powietrza w procentach, 4. natężenie fotosyntezy i oddychania w  $\text{mg CO}_2 \text{dm}^{-2} \text{h}^{-1}$  (Czopek i Starzecki 1970)

wpływ na produkcję fotosyntetyczną (Klein) a zarazem na produkcję pierwotną i przepływ energii przez ekosystem (Kazimierczakowa, Jankowska, Bandoła). W badaniach nad oceną produktywności fotosyntetycznej w zbiornikach wodnych Podsekcja Fotosyntezy (Maczek, Pilarski) współpracuje z Sekcją Produktywności Ekosystemów Śłodkowodnych PF (Wróbel).

### Minimalny program badań klimatycznych MPB

Zarówno Sekcja Procesów Produkcyjnych (PP), jak i Sekcja Produktywności Ekosystemów Lądowych (PT) muszą prowadzić równocześnie badania nad czynnikami klimatycznymi, które wywierają bezpośredni wpływ na aktywność fotosyn-



tetyczną i produkcję suchej masy w naturalnych ekosystemach. Minimalny program pomiarów klimatycznych koniecznych dla ekofizjologicznych badań przedstawił Prof. dr. J. L. Monteith na II sesji Zgromadzenia Ogólnego MPB w Paryżu (kwiecień 1966). Pomiary powinny obejmować rejestrację takich czynników jak: promieniowanie słoneczne, natężenie nasłonecznienia, temperatura i wilgotność, szybkość wiatru i opady deszczowe.

### 1. Promieniowanie słoneczne

Dla ujednoczenia pomiarów w skali międzynarodowej, całkowite promieniowanie słoneczne w zakresie od 300—3000 nm powinno być mierzone za pomocą termostosu o wyrównanej wrażliwości dla całego spektrum słonecznego. W procesie fotosyntezy odgrywa zasadniczą rolę promieniowanie o zakresie od 400—700 nm, czyli tzw. promieniowanie fotosyntetycznie czynne (PhAR), które stanowi około 45% ogólnego promieniowania słonecznego. Ponieważ wartość ta może ulegać zmianie zależnie od warunków pogody w granicach od 38—58% (Czopek 1968a) koniecznym jest prowadzenie równoczesnych pomiarów przy zastosowaniu filtra RG-8 przed termostosem do rejestracji promieniowania podczerwonego powyżej 700 nm. Z różnicy (promieniowanie ogólne — promieniowanie podczerwone) można obliczyć wartość dla światła widzialnego zbliżonego w swym zakresie do promieniowania fotosyntetycznie czynnego.

Do rejestracji promieniowania słonecznego zalecane są 3 typy solarymetrów:

1. Kipp (Zachodnia Europa, Afryka, Australia)
2. Eppley (Północna i Południowa Ameryka),
3. Janiszewski (ZSRR).

Detektory te mogą być podłączone do różnego typu rejestratorów z możliwością bezpośredniego odczytu mierzonych wartości w zakresie od 0—2 cal  $\text{cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ . Solarymetr Kippa połączony z elektronicznym integratorem pozwala na odczyt sumarycznej energii promieniowania słonecznego w ściśle określonym czasie.

Do rejestracji promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PhAR) służy fotointegrator elektroniczny Kubina i Hładka (1963) z automatycznym 24 kanałowym rejestratorem liczby impulsów (Czopek 1967 *et al.*), pozwalający na pomiar sum energii w godzinnych przedziałach czasowych w ciągu doby.

Dokładność pomiarów całkowitego promieniowania słonecznego w ciągu dnia powinna wynosić  $\pm 5\%$  zgodnie z zaleceniami Międzynarodowego Roku Geofizycznego (Monteith 1967).

### 2. Nasłonecznienie

Rejestracja nasłonecznienia (za pomocą heliografu) stanowi uzupełnienie pomiarów promieniowania ogólnego. Dzienny rozkład w nasłonecznieniu pozwala na ocenę natężenia zachmurzenia, zamglenia i zapylenia.

### 3. Temperatura i wilgotność

Pomiary minimalnych i maksymalnych temperatur oraz wilgotności powietrza w ciągu doby powinny być wykonywane w standardowym czasie. Zmiany termiczne i wilgotnościowe podczas dnia mają być rejestrowane za pomocą termohygrografu,

który musi być co najmniej raz w tygodniu kontrolowany ze wskazaniem termometru rtęciowego i psychrometru „Assmanna” (Monteith 1967).

#### 4. Wiatry.

Prędkość wiatru powinna być mierzona codziennie na wysokości 2 m ponad powierzchnią ziemi na terenie otwartym.

#### 5. Opady.

Opady deszczowe powinny być mierzone codziennie za pomocą standardowych pojemników umieszczonych na otwartej przestrzeni.

Jak wynika z tego pobieżnego przeglądu programu badań klimatycznych, konieczna jest współpraca ekofizjologów zajmujących się produkcją fotosyntetyczną roślin z klimatologami i meteorologami. Tego rodzaju współpraca w Polsce jest oparta na pomiarach czynników mikroklimatycznych i produkcji fotosyntetycznej wybranych gatunków roślin w tych samych ekosystemach lądowych (Klein 1967, 1968, Czopek 1967a, b, 1968b, 1969).

### Międzynarodowe sympozja i zjazdy Podsekcji Fotosyntezy MPB

I sesja Zgromadzenia Ogólnego MPB w Paryżu (lipiec 1964) zatwierdziła skład Specjalnego Komitetu MPB i program badań wstępnych dla poszczególnych Sekcji. W kwietniu 1965 r. odbyło się w Pradze posiedzenie Komitetu Sekcji PP, na którym przedyskutowane były dalsze sugestie dotyczące programu badań Podsekcji Fotosyntezy i Podsekcji Wiązania Azotu (IBP News 4). Metodologiczne sugestie dotyczące produktywności fotosyntetycznej były przedstawione następnie na I Międzynarodowym Sympozjum Ekosystemów w Kopenhadze (lipiec 1965) zorganizowanym pod auspicjami UNESCO (Decker, Kuroiwa, McCree, Nicziporowicz, Šetlik, Wassink *et al.* 1965). W 1966 r. odbyło się kolejne posiedzenie Podkomitetu Fotosyntezy w Orsay i Komitetu Sekcji PP w Paryżu (IBP News 7) mające za zadanie przygotowanie ostatecznej wersji metodologicznych propozycji badań przed II sesją Zgromadzenia Ogólnego MPB (Paryż, kwiecień 1966). Podkomitet Fotosyntezy PP został zaproszony przez Międzynarodowy Komitet Fotobiologiczny do udziału w sympozjum na temat „Fotochemia i fotobiologia w fizjologii roślin”, które odbyło się w Jugosławii (Hvar, 1967 r.). Podsekcja Fotosyntezy wysłała również swoich przedstawicieli na Międzynarodowy Kongres Fotobiologiczny (USA, 1968) i Botaniczny (USA, 1969). W styczniu 1968 r. zorganizowano dalsze posiedzenie Podkomitetu Fotosyntezy PP w Wageningen (Holandia), gdzie przedyskutowano zasadniczy program badań nad produktywnością fotosyntetyczną w różnych typach ekosystemów z uwzględnieniem większości projektów narodowych (Květ 1968b). III sesja Zgromadzenia Ogólnego MPB miała miejsce w Warnie (Bułgaria) w kwietniu 1968 r.

W 1969 r. Sekcja Procesów Produkcyjnych, Podsekcja Fotosyntezy MPB (IBP/PP-P) zorganizowała Sympozjum na temat „Produktywność fotosyntetycznych systemów”. I część technicznego spotkania dotycząca „Modeli i metod” zorganizowana przy udziale Czechosłowackiego Komitetu MPB miała miejsce w Trzeboni

w dniach 14—21 września 1969 r. II część sympozjum „Teoretyczne podstawy optymalizacji produktywności fotosyntetycznej” zorganizowana przy udziale Radzieckiego Komitetu MPB odbyła się w Moskwie w dniach 23—29 września 1969 r. W obradach brało udział ponad 160 naukowców z całego świata pracujących nad zagadnieniami produktywności fotosyntetycznej ekosystemów lądowych i słodkowodnych. Podsekcja Fotosyntezy Polskiego Komitetu MPB była reprezentowana w Trzeboni przez Dr M. Czopka (PAN) a w Moskwie przez Prof. dr J. Zurzyckiego (UJ) i Doc. dr hab. W. Starzeńskiego (PAN); natomiast Sekcję Produktywności Ekosystemów Słodkowodnych reprezentowali w Trzeboni Dr W. Szczepańska i Dr A. Szczepański (PAN). Postępy w realizacji planów badawczych znalazły swe odbicie w szeregu wygłoszonych referatów i w ożywionej dyskusji.

Przedmiotem obrad I części technicznego spotkania „Modele i metody” były następujące tematy:

1. Wymiana materii i energii między rośliną a środowiskiem (przewodniczący: Lemon — USA; referaty: 1. Denmead — Australia, 2. Niilisk, Nilson i Ross — ZSRR, 3. Uchijima — Japonia, 4. Baumgartner — NRF).

2. Wymiana materii i energii między populacjami fitoplanktonu a środowiskiem (przewodniczący: Steemann Nielsen — Dania; referaty: 1. Talling — W. Brytania, 2. Yentsch — USA, 3. Goldman — USA).

3. Strukturalne właściwości fotosyntetycznych systemów w odniesieniu do wartości fotosyntezy (przewodniczący: Monteith — W. Brytania; referaty: 1. Ross — ZSRR, 2. Anderson — Australia, 3. Kuroiwa — Japonia, 4. Warren-Wilson — W. Brytania).

4. Straty w przemianie energii związane z wykorzystaniem fotosyntezy na wzrost i utrzymanie fotosyntetycznych systemów (przewodniczący: Calvin — Kanada; referaty: 1. Beevers — USA, 2. McCree — USA, 3. Hatch — Australia, 4. Semikhatova — ZSRR, 5. Ried — NRF).

5. Dynamika rozwoju fotosyntetycznych systemów (przewodniczący: Loomis — USA; referaty: 1. de Wit i Brouwer — Holandia, 2. Tooming — ZSRR, 3. Monsi i Murata — Japonia, 4. Vollenweider — Kanada).

6. Właściwości aparatu fotosyntetycznego wykazane przez pomiary laboratoryjne (przewodniczący: Zalenskij — ZSRR; referaty: 1. Björkman — USA, 2. Hesketh i Baker — USA, 3. Laisk — ZSRR, 4. Moss — USA, 5. Nátr — CSRS).

7. Właściwości aparatu fotosyntetycznego wykazane na podstawie jego reakcji na naturalne kompleksy czynników środowiskowych (przewodniczący: Eckardt — Francja; referaty: 1. Koller — Izrael, 2. Chartier — Francja, 3. Lange, Koch i Schulze — NRF, 4. Jarvis — W. Brytania).

8. Wykorzystanie roślin rosnących w kontrolowanym środowisku dla analizy ich właściwości fotosyntetycznych (przewodniczący: Evans — Australia; referaty: 1. Gaastra — Holandia, 2. Thorne — W. Brytania, 3. Lake — W. Brytania, 4. Mooney i Harrison — USA).

9. Kultury glonowe jako narzędzie w analizowaniu genotypowej specyfiki i adaptacji właściwości fotosyntetycznych (przewodniczący: Kok — USA; referaty: 1. Myers — USA, 2. Fredrickson i Tsuchiya — USA, 3. Metzner — NRF). Podsumowania obrad sympozjalnych dokonał Specjalny Komitet pod przewodnictwem Prof. dr G. E. Blackmana.

Przedmiotem obrad II części sympozjum „Teoretyczne podstawy optymalizacji produktywności fotosyntetycznej” były następujące tematy:

1. Systemy regulujące, czynniki ograniczające i zmienność procesów w przekazywaniu i magazynowaniu energii w fotosyntezie (przewodniczący: Gaffron — USA, Bell — ZSRR; referaty: 1. Benson — USA, 2. Krasnowskij — ZSRR, 3. Szlyk ZSRR, 4. Arnon — USA, 5. Bell — ZSRR).

2. Mechanizmy regulujące, czynniki ograniczające i zmienność biochemicznej aktywności chloroplastów w fotosyntezie (przewodniczący: Voskresenskaja — ZSRR; referaty: 1. Bassham — USA, 2. Smillie — Australia, 3. Kutjurin — ZSRR, 4. Egle — NRF, 5. Voskresenskaja — ZSRR).

3. Systemy regulujące i czynniki ograniczające, związane z oddziaływaniem między fotosyntezą a innymi fizjologicznymi procesami u roślin (przewodniczący: Ziegler — NRF, Andreeva — ZSRR; referaty: 1. Heber — NRF, 2. Kursanow — ZSRR, 3. Zalenskij — ZSRR, 4. Wassink — Holandia, 5. Mohr — NRF, 6. Zurzycki — Polska).

4. Fotosyntetyczna aktywność i produktywność złożonych systemów fotosyntetycznych (przewodniczący: Rauner — ZSRR; referaty: 1. Gates — USA, 2. Budyko — ZSRR, 3. Ross — ZSRR, 4. Czirkow — ZSRR, 5. Bazilewicz — ZSRR).

5. Potencjalne możliwości fotosyntetycznej produktywności roślin i perspektywy ich wykorzystania (przewodniczący: Zurzycki — Polska; referaty: 1. Chouard — Francja, 2. Nicziporowicz — ZSRR).

Następne techniczne spotkanie jest przewidziane w 1972 r., kiedy Podkomitet Fotosyntezy Sekcji Procesów Produkcyjnych będzie mógł podsumować wyniki badań nad produktywnością fotosyntetycznych systemów otrzymane podczas 5-letniej II fazy Międzynarodowego Programu Biologicznego. UNESCO projektuje już nowy międzynarodowy program badań biologicznych pod nazwą „Człowiek i Biosfera”.

### Najważniejsze publikacje Podsekcji Fotosyntezy MPB

Specjalny Komitet Międzynarodowego Programu Biologicznego wydaje czasopismo o charakterze informacyjnym „IBP News” (Centralne Biuro MPB, Londyn) zawierające dane o programie badań MPB i jego poszczególnych Sekcji, międzynarodowych sympozjach i zjazdach oraz o wszelkich zmianach organizacyjnych.

„*Photosynthetica*” (Akademia, Praga) jest międzynarodowym czasopismem dla badań nad fotosyntezą, gdzie publikowane są oryginalne prace Sekcji PP MPB,

metodologiczne doniesienia, recenzje książek i bibliograficzny przegląd prac. Publikacje te dotyczą zarówno fizjologii, jak i ekologii fotosyntezy, analizy produkcji pierwotnej, biochemii i biofizyki fotosyntezy oraz składu i struktury aparatu fotosyntetycznego (Strebejko 1967, Baumgartner 1969a, Larcher 1969a, b).

Dla potrzeb Podsekcji Fotosyntezy tłumaczony jest z języka czeskiego na angielski podręcznik pod redakcją Šestaka i Čatskiego *Metody badań fotosyntetycznej produkcji roślin* (Akademia, Praga 1966), oraz z rosyjskiego na angielski książka pod redakcją Nicziporowicza *Fotosyntetyczne systemy wysokiej produktywności* (Nauka, Moskwa 1966). Sekcja PF Japońskiego Komitetu MPB wydała *Metodologiczny podręcznik pomiaru produkcji pierwotnej w ekosystemach słodkowodnych* (Vollenweider *et al.* 1969a). Japoński Podkomitet Fotosyntezy publikuje również *Podręcznik pomiaru fotosyntezy w komorach asymilacyjnych*.

Podsekcja Fotosyntezy MPB przewiduje opracowanie w przyszłości metodologicznego podręcznika pomiaru produktywności fotosyntetycznej dla potrzeb ekofizjologicznych.

Przy opracowywaniu niniejszego artykułu wykorzystano zasadniczo publikacje MPB (IBP News) oraz materiały ze zjazdów i sympozjów Podsekcji Fotosyntezy PP Międzynarodowego Programu Biologicznego.

Zakład Fizjologii Roślin PAN w Krakowie

#### LITERATURA

- Anderson M. C., 1969. *Radiation climate, crop architecture and photosynthesis*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Arnon D. I., 1969. *Electron transfer, photophosphorylation and formation of assimilatory power in photosynthesis*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Basilevich N. I., 1969. *Soil resources and photosynthetic productivity of plant communities*. Ibidem.
- Bassham J. A., 1969. *Regulation of pathways of carbon metabolism in photosynthesis*. Ibidem.
- Baumgartner A., 1969a. *Meteorological Approach to the Exchange of CO<sub>2</sub> Between the Atmosphere and Vegetation, Particularly Forest Stands*. *Photosynthetica* 3: 127—149.
- Baumgartner A., 1969b. *Exchange of CO<sub>2</sub> and vertical distribution of potential production within a forest stands*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Beevers H., 1969. *Respiration in plants and its regulation*. Ibidem.
- Bell L. N., 1969. *Light quality as a factor regulating the energetics of photosynthesis*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Benson A., 1969. *Molecular organization of productive chloroplast lipoprotein structures*. Ibidem.
- Björkman O., 1969. *Characteristics of the photosynthetic apparatus as revealed by laboratory measurement*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Budyko M. I., 1969. *Effect of meteorological factors on photosynthesis*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Chartier Ph., 1969. *A model of CO<sub>2</sub>-assimilation in the leaf*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Chirkov Y. I., 1969. *Principles of optimization and prediction of productivity of plant communities based on the analysis of geographical data*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Czopek M., 1967a. *Wstępne badania nad fotosyntezą i oddychaniem wybranych gatunków lasu bukowego Fagetum carpaticum. (Preliminary studies on photosynthesis and respiration of some plant species in*

*Fagetum carpaticum*) [In:] A. Medwecka-Kornaś (ed), *Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym (Ecosystem studies in a beech forest and meadow in the Ojców National Park)*. Studia Naturae, Ser. A, 1: 115—138.

- Czopek M., 1967b. *Ecophysiological studies on photosynthesis and respiration of some plant species in meadow ecosystem*. Acta Soc. Bot. Pol. 36: 73—86.
- Czopek M., 1968a. *Metody pomiaru światła w ekofizjologii*. Wiad. Bot. 12: 3—23.
- Czopek M., 1968b. *Photosynthetic production of some plant species in ecosystem of an oak-hornbeam forest* (unpublished).
- Czopek M., 1969. *Photosynthetic production of some plant species in meadow ecosystem*. Acta Soc. Bot. Pol. 38: 271—289.
- Czopek M. and Starzecki W., 1967. *Methods for Estimation of Photosynthetic Production of Leaves of Plant Growing in Natural Ecosystems*. Bull. Acad. Pol. Sci. 15: : 439—443.
- Czopek M. and Starzecki W., 1970. *The Field Laboratory for Photosynthesis Measurements*. Bull. Acad. Pol. Sci. 18:
- Czopek M., Starzecki W., Łagisz J. and Motyka B., 1967. *An Automatic Registrator as a Supplement of an Electronic Integrator of Photosynthetically Active Radiation and Their Adaptation to Ecophysiological Studies*. Photosynthetica 1: 65—68.
- Decker W. L., 1965. *The energy balance of a plant cover under high levels of productivity*. First Intern. Symp. on Ecosystems, Copenhagen.
- Denmead O. T., 1969. *Transfer processes between vegetation and air: measurements, interpretation and modelling*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Eckardt F. E., 1965. *Methodology of Plant Ecophysiology*. Proceedings of the Montpellier Symposium. UNESCO, Paris.
- Egle K., 1969. *Photorespiration*, IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Fredrickson A. G. and Tsuchiya H. M., 1969. *Utilization of the effects of intermittent illumination on photosynthetic microorganisms*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Gaastra P., 1969. *Climate rooms as an instrument for the analysis of photosynthetic characteristics*. Ibidem.
- Gates D. M., 1969. *Geophysical factors involved in the photosynthetic activity and productivity of complex photosynthesizing systems*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Goldman C. R., 1969. *Photosynthetic efficiency and diversity of natural photoplankton*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Hatch M. D., 1969. *Comparative energy costs in terms of ATP and NADPH<sub>2</sub> for CO<sub>2</sub>-fixation by plants with different photosynthetic systems*. Ibidem.
- Heber U., 1969. *Interactions in the chloroplast-cell system*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Hesketh J. D. and Baker D. N., 1969. *Relationship between leaf anatomy and photosynthetic CO<sub>2</sub> assimilation among species*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Jarvis P. G., 1969. *Characteristics of the photosynthetic apparatus derived from its response to natural complexes of environmental factors*. Ibidem.
- Klein J., 1967. *Charakterystyka fitoklimatu badanych powierzchni na tle warunków mezoklimatycznych Ojcowa. (The phytoclimatic character of the investigated plots in relation to mesoclimatic conditions of Ojców)*. [In:] A. Medwecka-Kornaś (ed), *Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym (Ecosystem studies in a beech forest and meadow in the Ojców National Park)*. Studia Naturae, Ser. A, 1: 25—47.
- Klein J., 1968. *Microclimatic studies in ecosystem of an oak-hornbeam forest* (unpublished).
- Koller D., 1969. *Characteristics of photosynthetic apparatus derived from its response to natural complexes of environmental factors*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Krasnowsky A. A., 1969. *Molecular arrangement of the pigment system in photosynthetic organisms; action of light*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Kubin Š. and Hladek K., 1963. *An integrating recorder for photosynthetically active radiant energy with improved resolution*. Plant and Cell Physiol. 4: 153—168.

- Kuroiwa S., 1965. *New calculation method for total photosynthesis of plant community under illumination consisting of direct and diffused light*. First Intern. Symp. on Ecosystems, Copenhagen.
- Kuroiwa S., 1969. *Total photosynthesis of a foliage in relation to inclination of leaves*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Kursanov A. L., 1969. *Transport and utilization of photosynthesis products*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Kutyurin V. M., 1969. *On the relationship between mechanism of water decomposition and chloroplast activity*. Ibidem.
- Květ J., 1967. *Revised Programme of the Production Processes (PP) Section of IBP, Subsection for Photosynthesis and Solar Energy Conversion*, Adapted and abbreviated from IBP News No 9, 16—24.
- Květ J., 1968a. *The investigations on the biophysics of plant systems in the International Biological Programme*. Studia Biophysica 11: 279—281.
- Květ J., 1968b. *Report of the Wageningen meetings*. Photosynthesis Special Circular Letter No 2/68, 1—13, IBP/PP Prague.
- Láisk A., 1969. *Leaf photosynthesis considering stomatal adaptation and light profile*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Lake J. V., 1969. *Glasshouses and leaf canopy enclosures as tools for studying the effects of environment on the growth and nature of the photosynthetic apparatus*. Ibidem.
- Lange O. L., Koch W. and Schulze E. D., 1969. *The CO<sub>2</sub> gas exchange and the leaf temperatures of plants in an arid habitat*. Ibidem.
- Larcher W., 1969. *Physiological Approaches to the Measurement of Photosynthesis in Relation to Dry Matter Production by Trees*, Photosynthetica 3: 150—166.
- Larcher W., 1969. *The Effect of Environmental and Physiological Variables on the Carbon Dioxide Gas Exchange of Trees*. Photosynthetica 3: 167—198.
- McCree K. J., 1965. *A solar radiation recorder for plant growth studies*. First Intern. Symp. on Ecosystems, Copenhagen.
- McCree K. J., 1969. *An equation for the rate of respiration of white clover plants grown under controlled conditions*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Medwecka-Kornaś A., 1965. *Zagadnienia botaniczne w Międzynarodowym Programie Biologicznym*. Wiad. Bot. 9: 3—13.
- Metzner H., 1969. *Optical properties of algal suspensions*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Mohr H., 1969. *Light and plant morphogenesis*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Monsi M. and Murata Y., 1969. *Development of photosynthetic systems as influenced by matter distribution*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Monteith J. L., 1967. *Climatological Measurements*. Photosynthetica 1: 129—132.
- Mooney H. A., and Harrison A. T., 1969. *The influence of conditioning temperature on subsequent temperature — related photosynthetic capacity in higher plants*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Moss D. N., 1969. *Laboratory measurements and breeding for photosynthetic efficiency*. Ibidem.
- Myers J., 1969. *Genetic and adaptative physiological characteristics observed in the Chlorella*. Ibidem.
- Nátr L., 1969. *The use of leaf tissue samples for studying the characteristics of the photosynthetic apparatus*. Ibidem.
- Nichiporovich A. A., 1965. *Evaluation of productivity by studying photosynthesis as a function of illumination*. First Intern. Symp. on Ecosystems, Copenhagen.
- Nichiporovich A. A., 1969a. *Structure and aims of the symposium*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Nichiporovich A. A., 1969b. *Main principles of optimization of photosynthetic activity and productivity of plants*. Ibidem.
- Niczporowicz A. A., 1966. *Fotosintezirujuszczje systemy wysokoj produktiwnosti*. Nauka, Moskwa.
- Niilisk H., Nilson T. and Ross J., 1969. *Radiation in plant canopies and its measurement*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Petrusewicz K., 1963. *Międzynarodowy program biologiczny*. Wszechświat 10: 230—231.

- Petrusewicz K., 1964. *Informacja o pracach nad Międzynarodowym Planem Badań*. Kosmos A, 13: 200—206.
- Ried A., 1969. *Energetic aspects of the interaction between photosynthesis and respiration*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Ross J., 1969a. *Mathematical models of photosynthesis in a plant stand*. Ibidem.
- Ross J., 1969b. *A comparative estimate of productivity factors on basis of a mathematical model of complex systems*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Ryszkowski L., 1966. *Dyskusja kryteriów stawianych pracom MPB*. Kosmos A, 15:
- Semikhatova O. A., 1969. *Energy efficiency of respiration under unfavourable conditions*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Shlyk A. A., 1969. *Chlorophyll biosynthesis and photosynthetic activity*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Smillie R. M., 1969. *Nucleic acid and protein metabolism in chloroplast as a factor of chloroplast activity*. Ibidem.
- Specht R. L., 1967. *The Photosynthesis of Plant Communities in Relation to Structure, Physiology, and Environment*. Photosynthetica 1: 132—134.
- Strebeiko P., 1967. *Rapid Method for Measuring Photosynthetic Rate Using  $^{14}\text{CO}_2$* , Photosynthetica 1: 45—49.
- Šestak Z. and Čatský J. (ed), 1966. *Methods of studying photosynthetic production of plant*. Academia — Praha.
- Šetlik J., 1965. *The use of integrating photoelectrical radiation recorders for the measurement of photosynthetically active radiation*. First Intern. Symp. on Ecosystems, Copenhagen.
- Talling J., 1969. *Generalized and specialized features of phytoplankton as a form of photosynthetic cover*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Thorne G. N., 1969. *Use of controlled environments for studying the effects of climatic factors on growth and yield*. Ibidem.
- Tooming H., 1969. *Mathematical description of net photosynthesis, growth and adaptation processes in the photosynthetic apparatus of plant communities*. Ibidem.
- Uchijima Z., 1969. *Carbon dioxide environment and flux within corn crop canopy*. Ibidem.
- Vollenweider R. A., 1969a. *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*. IBP Handbook 12.
- Vollenweider R. A., 1969b. *Calculation models in primary production estimates*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Voskresenskaya N. P., 1969. *Blue light as a factor of regulation of carbon metabolism and oxygen consumption*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Warren-Wilson J., 1969. *Spatial and temporal variation in light in the plant canopy*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Wassink E. C., 1965. *Light energy conversion in photosynthesis and growth of plant*. First Intern. Symp. on Ecosystems, Copenhagen.
- Wassink E. C., 1969. *Photosynthesis and plant growth*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Wit C. T. de, 1969a. *Dynamic concepts in biology*. IBP/PP Technical Meeting, Třeboň.
- Wit C. T. de and Brouwer R., 1969. *The simulation of photosynthesis systems*. Ibidem.
- Yentsch C. S., 1969. *The state of chlorophyll in the aquatic environment*. Ibidem.
- Zalensky O. V., 1969. *Photosynthetic function in relation to taxonomy, ecological features and physiological condition of the plant*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Zurzycki J., 1967. *General remarks (Subsection for Photosynthesis)*. [In:] *Polish contribution to definite phase of the International Biological Programme (programme of investigations)*, IBP, Warsaw, 42—43.
- Zurzycki J., 1969a. *Arrangement of chloroplasts as a limiting factor in photosynthesis*. IBP/PP Intern. Symp. Moscow.
- Zurzycki J., 1969b. *Section PP — Photosynthesis Subcommittee*. In: *Progress report 1967—1968 of Polish National Committee for IBP, PAS, PNC for IBP, Warsaw*, 57—62.