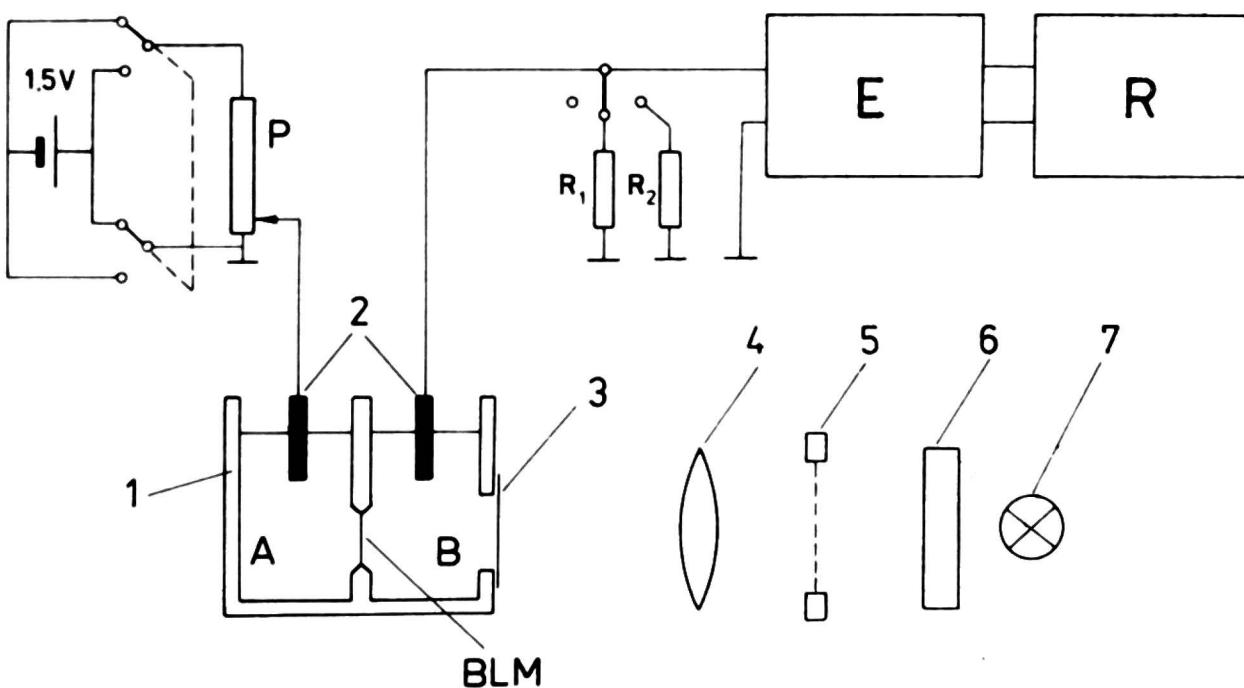


BADANIA FOTEFEKTU W BIMOLEKULARNYCH BŁONACH LIPIDOWYCH  
Z CHLOROFILEM  $\alpha$  I  $\beta$ -KAROTENEM

Jan Kutnik, Zenobia Łojewska

Instytut Fizyki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej,  
 20-031 Lublin, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 1

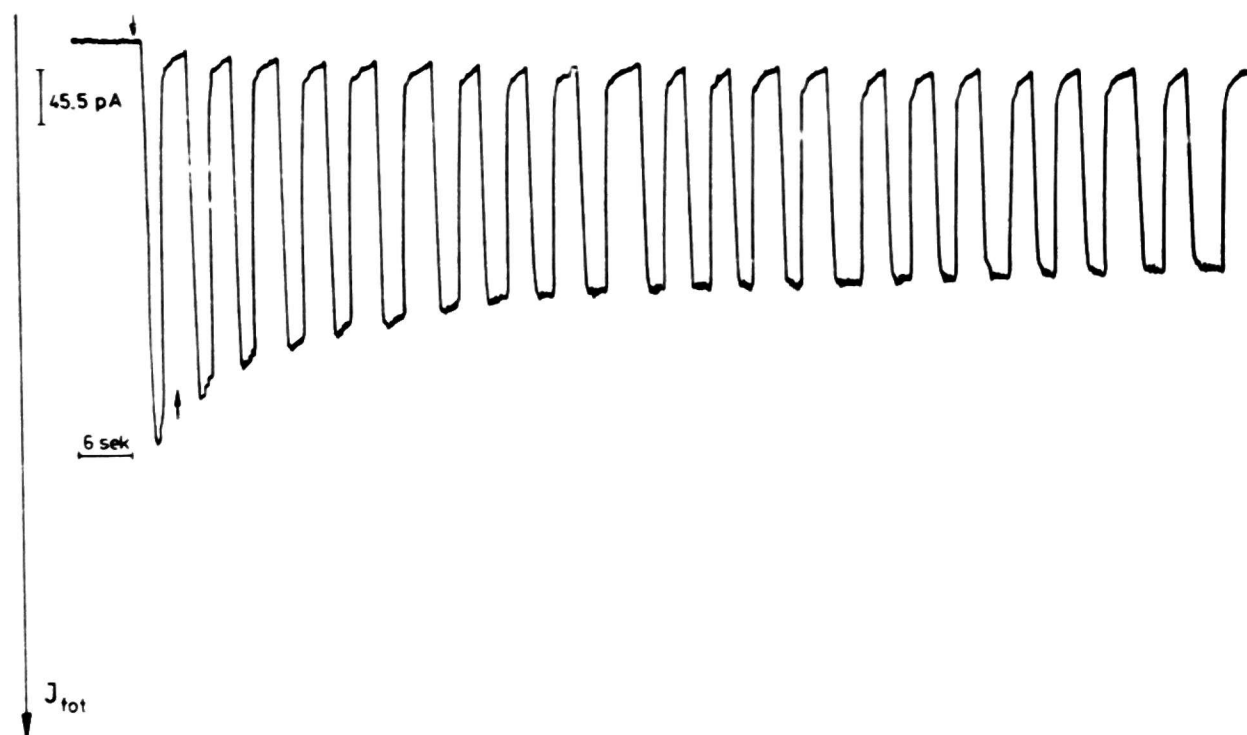
Przeprowadzono serię pomiarów fotoefektu w sztucznych błonach lipidowych (BLM - bilayer lipid membranes) zawierających chlorofil  $\alpha$  i  $\beta$ -karoten. Układ pomiarowy przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Układ pomiarowy; 1 - naczynie tetlonowe, 2 - elektrody kalometrowe, 3 - okienko, 4 - soczewka, 5 - migawka, 6 - filtr cieplny, 7 - lampa halogenowa, P - potencjometr,  $R_1$  - opornik  $10^6 \Omega$ ,  $R_2$  - opornik  $10^7 \Omega$ , E - elektrometr VaJ-51, R - rejestrator

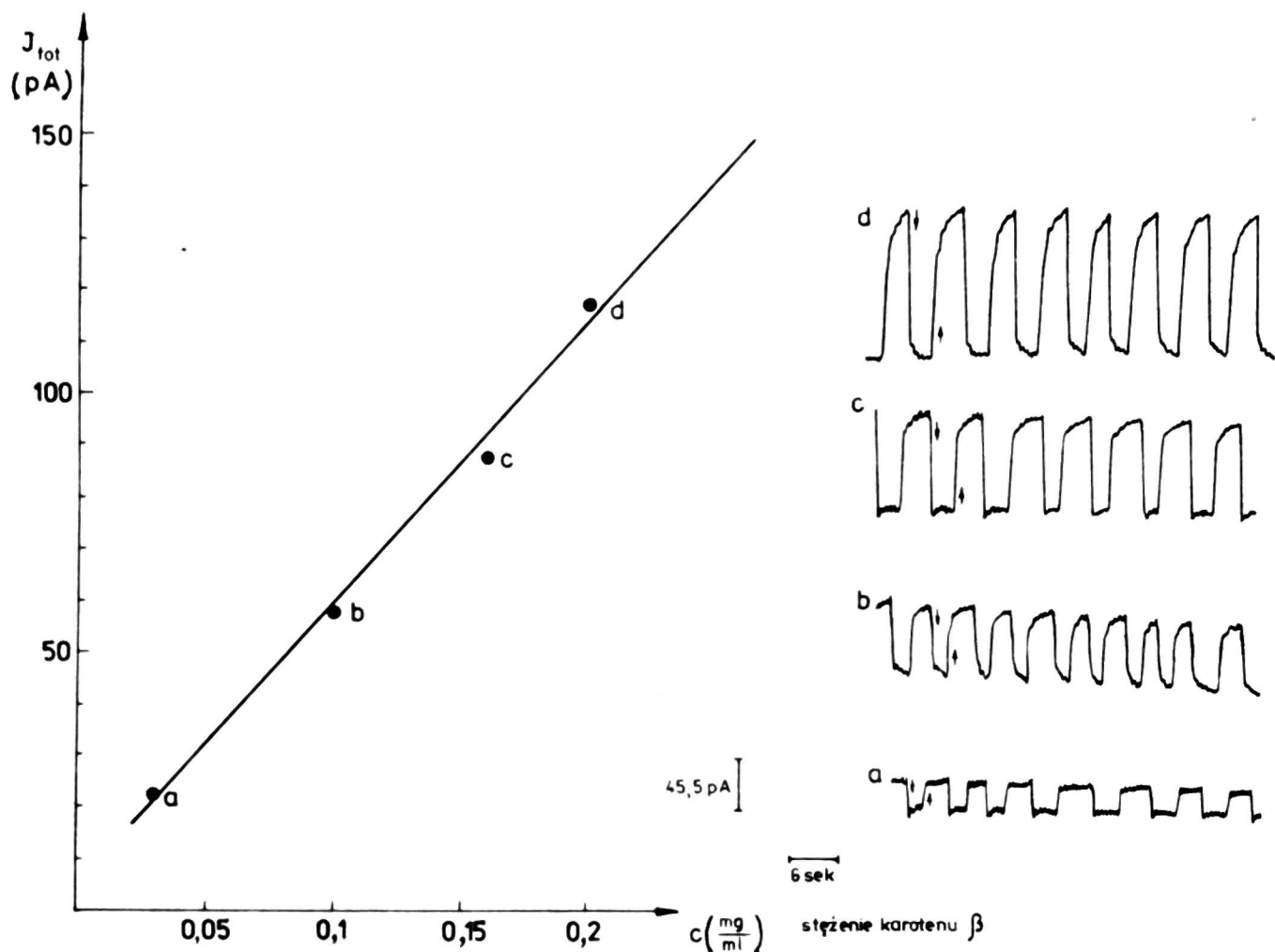
Błona była formowana w otworze o średnicy 1,5 mm i oddzielała dwa roztwory stanowiące układ oksydacyjno-redukcyjny. Mierzono powstającą pod wpływem światła różnicę potencjałów, natężenie płynącego przez błonę fotoprądu oraz opór błony. Stwierdzono, że warunkiem

koniecznym dla występowania fotoefektu jest istnienie układu oksydacyjno-redukcyjnego, składającego się z 1 mM roztworu kwasu askorbinowego i 1 mM roztworu  $\text{FeCl}_3$ . Przeprowadzono pomiary błon formowanych z roztworu lecytyny jajowej o jednakowym stężeniu chlorofilu  $a$ , zmieniając tylko stężenie  $\beta$ -karotenu. Podczas doświadczeń błonę naświetlano błyskami światła białego (lampa halogenowa 150 W), trwającymi przeciętnie 2-3 s, z przerwami tego samego rzędu. Rejestrowane fotoprądy miały dwie składowe - szybką i powolną. Przykład zarejestrowanego fotoprądu przedstawiony jest na rysunku 2. Zależność natężenia fotoprądów od zawartości karotenu w błonie (przy ustalonej zawartości chlorofilu) przedstawiona jest na rysunku 3. Nie zaobserwowano występowania, podawanego przez Mangla i in. [4] progu stężenia karotenu, warunkującego występowanie fotoefektu. W pomiarach przeprowadzonych w niniejszej pracy zarejest-



Rys. 2. Przykład zarejestrowanych fotoprądów

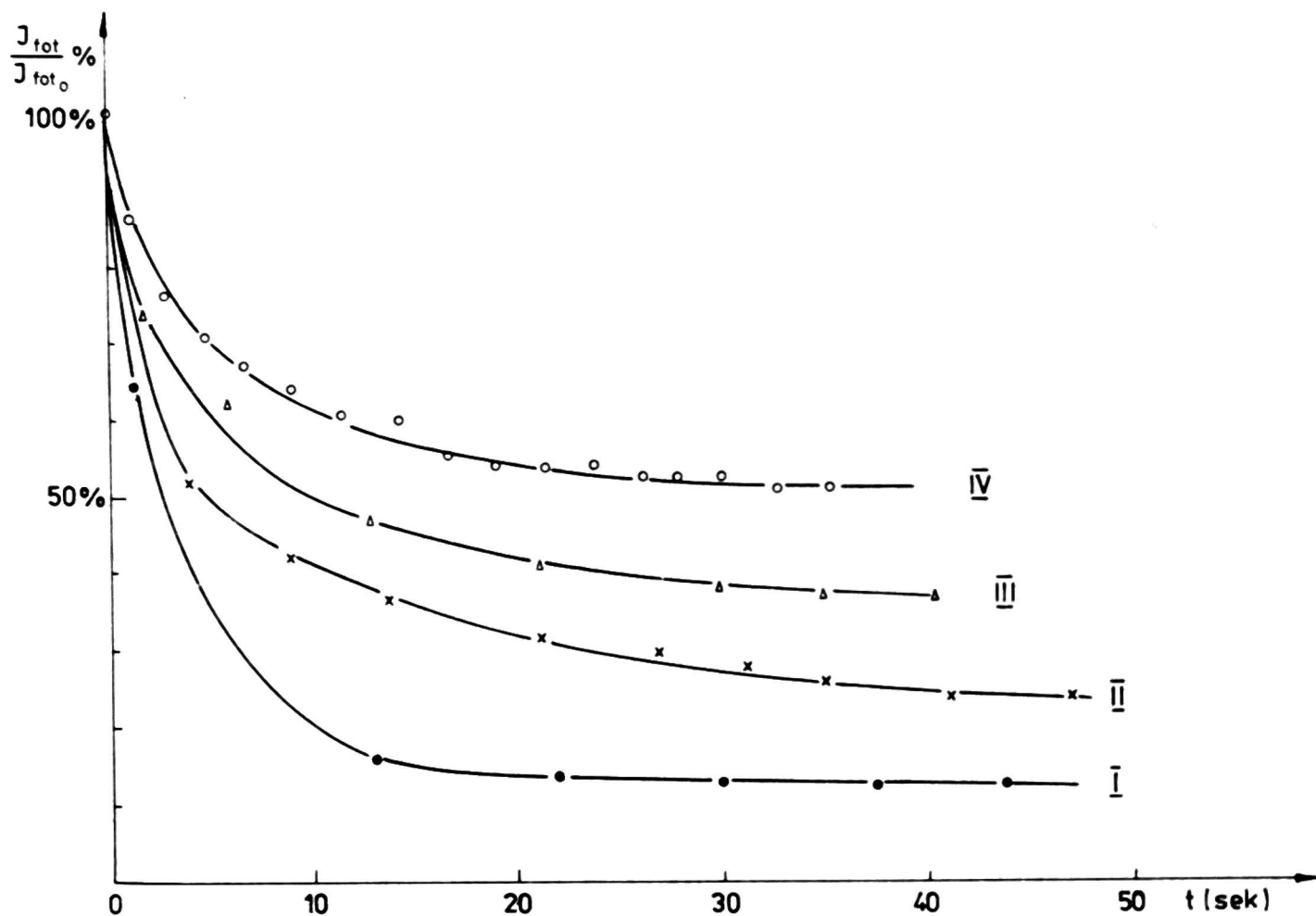
rowano fotoprądy przy stężeniu karotenu tylko 0,03 mg/ml (przy stężeniu chlorofilu 1,74 mg/ml), dla którego, nie powinny wystąpić wg [4]. Zauważono, że zarówno napięcia jak i natężenia fotoprądów zmniejszają się wraz z czasem naświetlania błony. Efekt ten jest najmniejszy przy dużym stężeniu karotenu  $\beta$  i zwiększa się dla mniejszych jego stężeń w błonie. Zależność fotoprądu od czasu naświetlania przedstawiona jest na rysunku 4. Zaobserwowane zmniejszanie się fotoprądu zachodzi przede wszystkim dla jego



Rys. 3. Zależność natężenia fotoprądów od stężenia karotenu w błonie, przy ustalonym stężeniu chlorofilu (1,74 mg/ml); po prawej stronie wykresu pokazano przebiegi fotoprądów odpowiadające punktom wykresu

szybkiej składowej. Powstawanie tej składowej tłumaczy się przepływem elektronów przez błonę [5], przy czym karoten spełniałby funkcję przenośnika elektronów. Powolna składowa fotoprądów jest prawdopodobnie wywołana przepływem jonów przez pory w błonie. Wytłumaczeniem efektu zanikania szybkiej składowej może być osłonna funkcja karotenu względem chlorofilu. Przy intensywnym oświetleniu znaczna ilość chlorofilu zawartego w błonie ulega nieodwracalnemu utlenieniu i przestaje brać udział w fotoefekcie. Tylko ta część chlorofilu, która jest osłaniana karotenem (donorem elektronów) pozostaje nieutleniona. Mechanizm powstawania szybkiej i powolnej składowej fotoprądu nie jest jednakże dostatecznie wyjaśniony i obserwowane efekty można by też tłumaczyć inaczej [1-3]. Mianowicie pod wpływem przepływających fotoprądów karoten, być może, zmienia swoje położenie w błonie lub jest nawet z niej usuwany, co również powodowałoby zmniejszenie fotoprądów. Argumentem

przemawiającym za takim tłumaczeniem jest obserwowane niewielkie (do 20%) zmniejszenie się oporu błony pod wpływem dłużej płynących fotoprądów.



Rys. 4. Zależność natężenia fotoprądów od czasu naświetlania błony, dla różnych stężeń karotenu, przy ustalonym stężeniu chlorofilu (1,74 mg/ml); I - 0,03, II - 0,1, III - 0,15, IV - 0,2 mg/ml

#### PODSUMOWANIE

Warunkiem koniecznym do wystąpienia fotoefektu w sztucznych błonach lecytynowych z chlorofilem jest obecność w nich karotenoidów, które spełniają podwójną rolę. Po pierwsze stanowią one przenośnik elektronów płynących przez błonę podczas fotoefektu, po drugie osłaniają chlorofil. Konieczność stosowania układu oksydacyjno-redukcyjnego potwierdza elektronowy charakter fotoprądów, a przynajmniej ich szybkiej składowej. Zanikanie fotoefektu wraz z czasem naświetlania świadczy o niezwyklej ważności obecności karotenoidów dla uzyskania trwałego fotoefektu.

## LITERATURA

1. Chen. C.H., Berns D.S.: Photochem. Photobiol., 24, 255, 1976
2. Chen. C.H., Berns D.S.: Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 72, 3407, 1975
3. Ilani A., Berns D.S.: J. Membrane Biol., 8, 333, 1972
4. Mangel M., Berns D.S., Ilani A.: J. Membrane Biol., 20, 171, 1975
5. Tien H.T.: Bilayer Lipid Membranes (BLM) theory and practice, Marcel Dekker, New York, 1974

Я. Кутник, З. Лоевска

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭФЕКТА В БИМОЛЕКУЛЯРНЫХ ЛИПИДНЫХ  
МЕМБРАНАХ С ХЛОРОФИЛЛОМ a И  $\beta$ -КАРОТИНОМ

Р е з ю м е

Бимолекулярные липидные мембраны были получены из раствора яичного лецитина, хлорофилла a и  $\beta$ -каротина. Величина фотоэффекта зависит от концентрации  $\beta$ -каротина в растворе и времени освещения. Можно найти две возможности объяснения полученных результатов; первая это защитительное действие каротина на хлорофилл в мембране, вторая это изменение положения каротина, или даже удаление его из мембраны.

J. Kutnik, Z. Łojewska

INVESTIGATION OF PHOTOEFFECT IN BIMOLECULAR LIPID MEMBRANES  
CONTAINING CHLOROPHYLL a AND  $\beta$ -CAROTENE

S u m m a r y

Bimolecular lipid membranes were formed from solutions containing egg lecithin, chlorophyll a and  $\beta$ -carotene. The magnitude of the photoresponse was dependent on  $\beta$ -carotene concentration and time of illumination. Results may be explained by two ways: by a protection function of carotene for chlorophyll in the membrane or by a position change of carotene even removing them from the membrane.