

*Masłowski*

Polskie Towarzystwo Przyrodników  
im. KOPERNIKA

# KOSMOS

Seria A  
BIOLOGIA



**ROK XXII**

WARSZAWA 1973

**ZESZYT 4(123)**

---

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE



POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 4 (123)

# K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1973

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

*Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petruszewicz, Adam Urbanek*

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Lucyna Kuchcińska*

Adres redakcji: 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki  
(tel. 20-02-11, wewn. 20-74)

Wydano z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 993+137 egz. Ark. wyd. 8,75, ark. druk. 6,75

Papier ilustrac. kl. V, 70 g. 70×100

Oddano do składania 7.V.73 r. Podpisano do druku 19.IX.73 r.

Druk ukończono we wrześniu 1973

Zam. 356/73

R-101

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

## WPLYW ŚWIATŁA NA RYBY

### WSTĘP

Promieniowanie słoneczne jest podstawowym źródłem energii dla całego świata organicznego. Procesy życiowe zachodzą w wąskim paśmie widma słonecznego, które z powodu jego oddziaływania na siatkówkę oka ludzkiego nazywamy światłem. To pasmo obejmuje promieniowanie o długości fali w zakresie od 380—760 mu.

Fotorecepcja u prawie wszystkich zwierząt pokrywa się ze skrajnym zakresem widzenia u człowieka. Światło oddziałuje na organizm zwierzęcy pozaoptycznie oraz drogą optyczną, poprzez narząd wzroku, powodując:

- a) orientację w przestrzeni, czyli widzenie i fototaksję,
- b) orientację w czasie, czyli fotoperiodyzm.

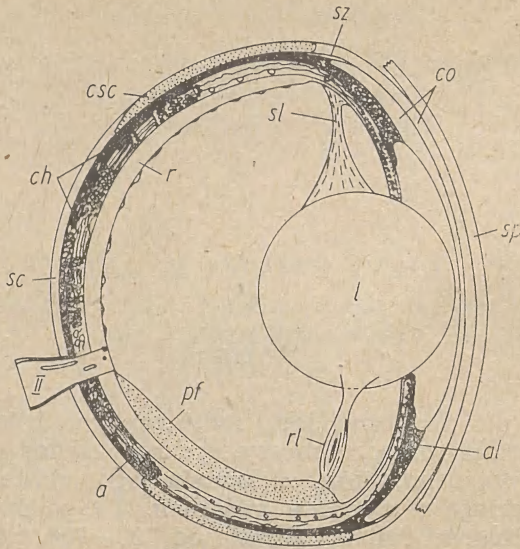
### ORIENTACJA RYB W PRZESTRZENI

U ryb, podobnie jak i u pozostałych kręgowców, podstawowym narządem zmysłu, poprzez który oddziałuje na nie światło, są oczy. Budowa oczu ryb przypomina w ogólnym schemacie budowę oczu pozostałych kręgowców.

Cechami charakterystycznymi dla oczu ryb są: spłaszczona rogówka, minimalny odruch źrenicowy (wyraźny tylko u żabnicy, płastug i spoudustych), okrągła, twarda, blisko rogówki przysunięta i zawieszona na specjalnym więzadle (ligamentum suspensorium lentis) soczewka oraz znajdująca się w tyle oka warstwa srebrzysta (argentea), zawierająca kryształki guaniny (rys. 1).

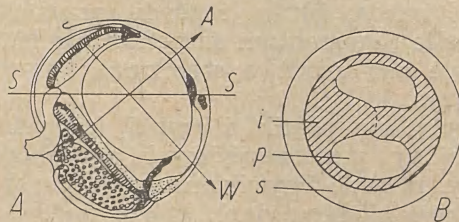
Siatkówka oka ryby ma pręciki i czopki, których wzajemny stosunek liczbowy jest różny u poszczególnych gatunków, zależnie od ich trybu życia (dzienny, nocny). Barwikiem wzrokowym jest porfiropsyna (ryby kostnoszkieletowe słodkowodne), której budowa chemiczna związana jest z witaminą A<sub>2</sub>. Czopki i pręciki przejawiają charakterystyczny rytm dobowy, polegający na wysuwaniu się czopków i chowaniu pręcików w nocy, a wysuwaniu się pręcików i chowaniu czopków w dzień. Rytm ten utrzymuje się przez pewien czas, nawet u ryb przeniesionych do warunków całkowitej ciemności. Poza płastugami, których oczy poruszają się niezależnie od siebie, u wszystkich pozostałych gatunków ruchy gałki obu oczu są zsynchronizowane. Akomodacja oka polega na przybliżaniu i oddalaniu soczewki od źrenicy.

Opisana budowa oczu w ogólnym schemacie jest podobna u wszystkich gatunków ryb posiadających ten narząd.



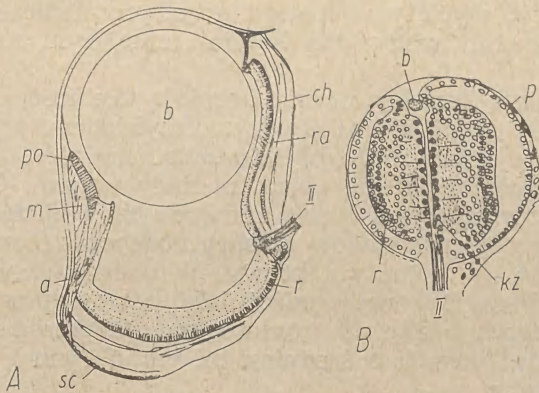
Rys. 1. Przekrój oka ryby kostnoszkieletowej, *a* — błona srebrzysta naczyniówki, *al* — więzadło pierścieniowe, *ch* — naczyniówka, *co* — rogówka, *csc* — płytka chrzęstna w twardówce, *l* — soczewka, *pf* — wyrostek sierpowaty, *r* — siatkówka, *rl* — mięsień odciągający soczewkę, *sc* — twardówka, *sl* — więzadło, na którym wisi soczewka, *sp* — spojówka, *sz* — szczelina wypełniona płynem, *II* — nerw wzrokowy (Wallis za Grodzińskim, 1961)

U wielu gatunków obserwuje się jednak pewną różnorodność w budowie oczu. Larwy rodzaju *Indiacantchus* mają oczy umieszczone na końcach pręcików, u *Anables anables* każde oko zawiera 2 źrenice i 2 siatkówki, składając się jak gdyby z dwóch części: górnej przeznaczonej do patrzenia w powietrzu i dolnej przeznaczonej do patrzenia w wodzie (rys. 2). Głębinowa ryba *Dissoma anale* ma oczy teleskopowe



Rys. 2. Oko *Anables anables*. A. Pionowy przekrój gałki ocznej; S-s linia powierzchni wody, A — oś widzenia w powietrzu; B — oś widzenia w wodzie; B. Źrenice oka dorosłej ryby; *i* — tęczówka, *p* — źrenica, *s* — twardówka (wg Protasova, 1968)

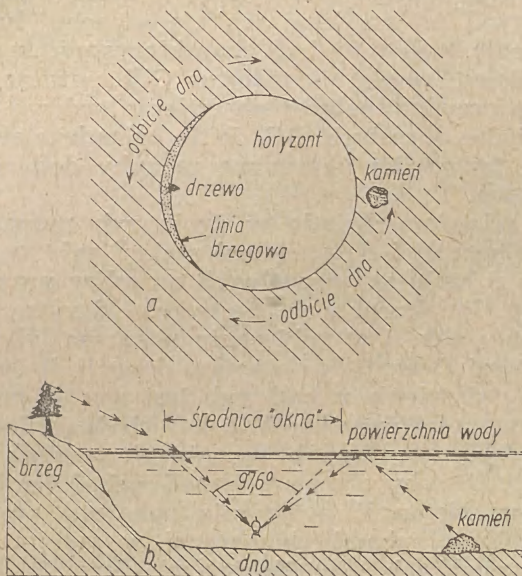
(rys. 3A), a żyjąca w wodach jaskiniowych *Typhlichthys subterraneus* — bardzo zredukowane (rys. 3B). Wśród prawie 90 gatunków ryb ślepych, około 12 odznacza się wrażliwością na światło, przy czym bodźce świetlne są przyjmowane za pomocą albo szyszynki, albo skórnych receptorów światła (dermal light sense).



Rys. 3. A. Oko teleskopowe ryby głębinowej *Dissoma anale*. B. Oko ryby jaskiniowej *Typhlichthys subterraneus*. a — argentea, b — soczewka, ch — naczyńwka, kz — komórki zwojowe siatkówki, p — komórki barwikowe, po — poduszczenka soczewki, m — mięsień gładki, r — siatkówka, ra — siatkówka dodatkowa boczna, sc — twardówka, II — nerw wzrokowy (A — Brauer, B — Eigenmann za Grodzińskim, 1961)

Dzięki okrągłej i przysuniętej blisko rogówki soczewce, kąt widzenia u ryb jest duży, wynoszący  $160\text{--}170^\circ$  w płaszczyźnie horyzontalnej i  $150^\circ$  w pionowej.

Przedmioty znajdujące się ponad powierzchnią wody, ryba widzi spod wody jak gdyby skrócone i nieco uniesione (rys. 4). Ogląda je jak



Rys. 4. Górne pole widzenia ryby. a — powierzchnia wody i „Okno widzenia” (widok z wody). b — w przedziale kąta  $97,6^\circ$  ryba widzi przedmioty znajdujące się nad wodą, a poza granicami tego kąta widzi przedmioty odbite od dna (Wallis za Protasovem, 1968)

gdyby przez otwór wycięty w lustrze, gdyż promienie świetlne, dochodzące do powierzchni wody pod kątem mniejszym niż  $48,5^\circ$  zostają odbite.

Ryby rozróżniają kształty, dobrze oceniają wielkość, odległość i szybkość oraz (poza spodoustymi) kolory. Przykładem precyzyjnego posługiwania się wzrokiem może być *Toxotes jaculator*, który spędzając całe życie pod wodą, żywi się owadami nadwodnymi. Celnymi plunieciami spod wody strąca je z roślin nadwodnych i zjada.

Znany jest szereg przykładów tresury różnych gatunków ryb w zakresie reagowania na kształty i barwy. W doświadczeniach prowadzonych przez Fischera [14] ryby odróżniały poszczególne litery wycięte z tektury. W innych badaniach stwierdzono, że pstrągi potokowe nauczyły się odróżniać krążki o średnicy 1,8 cm, 1,2 cm i 0,6 cm szybciej niż pstrągi źródlane.

Bodźce wzrokowe odgrywają istotną rolę przy utrzymywaniu kontaktu pomiędzy osobnikami tego samego gatunku. Zaobserwowano, że samice *Tilapia macrocephala*, wizualnie izolowane od siebie w osobnych akwariach, tarły się 3 razy w roku, a gdy pozwolono im się widzieć — 7 do 8 razy w roku [2].

Ryby (np. *Phoxinus laevis*) przestraszone wydzielają do wody pewne substancje wyczuwalne zmysłem węchu przez osobniki nie przestraszone, wskutek czego i one z kolei wykazują objawy strachu (charakterystyczne zachowanie się i postawą). Stwierdzono jednak [37], że ryby z przeciętymi nerwami węchowymi zaczynały się również bać na sam widok przestraszonych ryb. O znaczeniu bodźców wzrokowych u ryb świadczy między innymi fakt, że samce *Bathygobius separator* poznawały samice po ich charakterystycznym zachowaniu się [44].

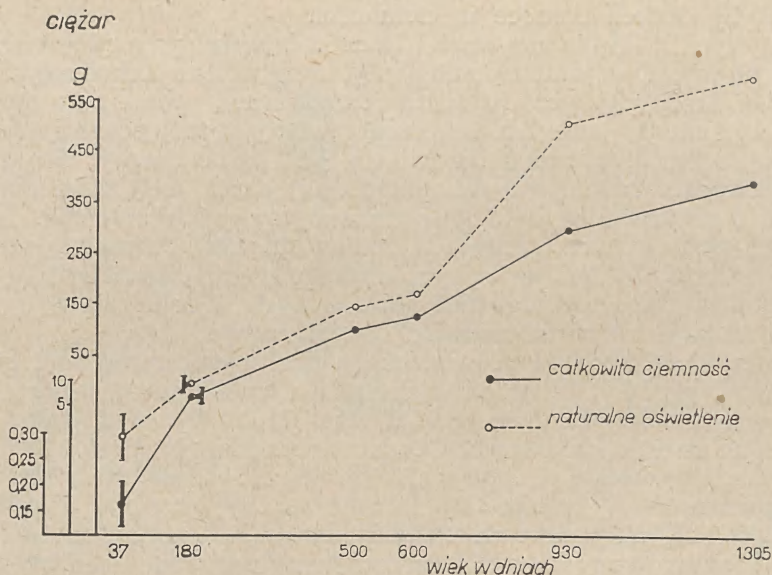
Kolory odgrywają również ważną rolę w życiu wielu ryb. Aby model ryby wywoływał na przykład reakcję strachu lub zalecania się u *Gasterosteus aculeatus*, musi być charakterystycznie ubarwiony [36]. Młode osobniki *Hemichromis bimaculatus* Gill. poruszają się za przedmiotami o barwie przypominającej ubarwienie godowe (pomarańczowo-czerwone) osobników dorosłych [34]. *Betta splendens* staje się tym bardziej bojowa, im jaskrawiej ubarwione są ryby dodane do akwarium, w którym przebywa.

Badania nad udziałem światła w życiu ryb rozwinęły się szerzej w związku z obserwacjami dotyczącymi reakcji ryb na rozmaite narzędzia połowu oraz udziału poszczególnych zmysłów przy pobieraniu pokarmu przez ryby. Przekonano się, że wzrok odgrywa decydującą rolę u śledzi w unikaniu sieci i w pobieraniu pokarmu [6]. Ali [1], badając zachowanie się łososi Oceanu Spokojnego, doszedł do wniosku, że zdolność zdobywania pożywienia u tych ryb jest wprost proporcjonalna do logarytmu intensywności światła. W 5-letnich badaniach własnych [5] nad chowem pstrągów tęczowych w różnych warunkach oświetleniowych stwierdzono, iż ryby chowane w całkowitej ciemności w wyniku utrudnionego przez ciemność pobierania pokarmu, rosły znacznie gorzej w porównaniu z rybami chowanymi w stałym oświetleniu lub w naturalnych warunkach oświetleniowych (rys. 5). Podobne wyniki w badaniach nad *Lepomis cyanellus* uzyskali Gross i współpr. [18].

Ogólnie, według danych literatury, na podstawie sposobu reagowania na światło można podzielić ryby na trzy grupy (tab. 1):

1. Ryby przejawiające mniejszą aktywność i źle rosnące w warunkach zupełnej ciemności.





Rys. 5. Wzrost pstrągów tęczowych chowanych w zupełnej ciemności i w warunkach naturalnego oświetlenia (Bieniarz, 1972)

Tabela 1

Podział ryb na podstawie ich reagowania na światło (wg różnych autorów)

Grupy	Gatunki
1. Ryby źle rosnące w ciemności	<i>Salmo gairdneri</i> Richardson <i>Salmo trutta</i> m. <i>fario</i> L. <i>Salmo salar</i> L. <i>Clupea harengus</i> L. <i>Carassius auratus</i> L. <i>Thymallus arcticus</i> <i>baicalensis</i> Dyb. <i>Perca fluviatilis</i> L. <i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque <i>Lepomis gibbosus</i> L. <i>Fundulus diaphanus</i> <i>Plueronectes platessa</i> L. <i>Astyanax mexicanus</i> <i>Blennius pholis</i> <i>Centronotus gunnellus</i> <i>Lepomis cyanellus</i> Rafinesque
2. Ryby dobrze rosnące w ciemności	<i>Oncorhynchus gorbusche</i> Walb. <i>Salmo clarki</i> Richardson <i>Salmo trutta</i> <i>lacustris</i> L.
3. Ryby dobrze rosnące w ciemności i na świetle	<i>Lebistes reticulatus</i> Piteos <i>Etheostoma lepidus</i> <i>Carassius auratus</i> L. <i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque <i>Esox lucius</i> L.

2. Ryby dobrze rosnące w ciemności.

3. Ryby, u których nie stwierdzono zależności pomiędzy warunkami oświetleniowymi, w jakich przebywały, a szeregiem zachodzących u nich procesów fizjologicznych (wzrost, rozmnażanie, pobieranie pokarmu).

Należy jednak pamiętać, że przedstawiony wyżej podział, opierający się na sposobie reagowania na światło, jest jednostronny. Nie uwzględnia on bowiem różnicy w warunkach, w jakich były przeprowadzone badania i obserwacje, dokonane przez cytowanych autorów. I tak na przykład według badań Hirata i Kabayashi [24] *Carassius auratus* L. należy zaliczyć do ryb, w których życiu warunki oświetleniowe odgrywają istotną rolę, według natomiast danych Björklunda [4], gatunek ten nie reaguje na różne warunki oświetleniowe.

Obserwacje i badania prowadzone nad różnymi gatunkami ryb łososiowatych wykazały, że w ich wędrówkach, zwłaszcza w jeziorach i morzach, wzrok odgrywa dużą rolę. Brett i Groot [8] udowodnili, że próg czułości na światło oczu lososi Oceanu Spokojnego wynosi 1/300 jasnego światła księżycowego, co pozwala im kierować się światłem gwiazd przy poruszaniu w jeziorze. Do takiego samego wniosku doszli Groves i współpr. [19] na podstawie eksperymentów, polegających na badaniu powrotu oznakowanych ryb z przeciętymi nerwami węchowymi lub wzrokowymi.

Okazało się, że nawet węgorz, powszechnie uważany za rybę unikającą światła, w czasie swoich wędrówek posługuje się m.in. wzrokiem. Świadczą o tym doświadczenia [31], w których za pomocą aparatury filmowej badano zachowanie się węgorza dorosłego umieszczonego w okrągłych naczyniach na dachu. Badane ryby wyraźniej orientowały się w kierunku południowym, gdy niebo było widoczne. Na podstawie licznych badań, dotyczących fototaksji u ryb stwierdzono, że reakcja na światło poszczególnych gatunków jest różna i zależy od intensywności oświetlenia, wieku ryby i jej stanu fizjologicznego. Wyniki tych doświadczeń posłużyły do opracowania zupełnie nowej techniki połowu, polegającej na wabieniu źródłem światła o określonej intensywności ryb, odznaczających się wybitnie dodatnią fototaksją (śledź, kilka i inne), a następnie pompowaniu zgromadzonych na pokład (rys. 6) [38].

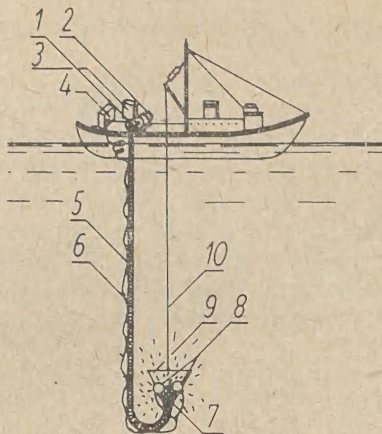
Okazało się przy tym, że można wykorzystać również fototropizm ujemny, co znalazło zastosowanie przy połowach węgorzy. Połowy te polegają na wprowadzeniu barier świetlnych przegradzających drogę wędrującemu węgorzowi i kierujących go do ustawionych pułapek.

Należy również wspomnieć, że u niektórych gatunków ryb (pewne gatunki rodzaju *Phoxinus*, *Epinephelus*, *Thunnus*, *Oncorhynchus*) stosunkowo dużą rolę w przyjmowaniu bodźców świetlnych odgrywa szyszynka [25] oraz bliżej nie poznane tzw. skórne receptory światła [42].

Pewne gatunki należące do tych rodzajów rozróżniają po osłepieniu jasne i ciemne miejsca w akwarium, a Rivas [40] zwraca uwagę na dużą rolę szyszynki w regulowaniu fototaktycznych ruchów tuńczyka.

#### ORIENTACJA RYB W CZASIE

Liczne obserwacje wskazują na to, że akt tarła u pewnych gatunków jest uzależniony od światła i jego zmieniającej się intensywności. Stwierdzono na przykład, że szczupak trze się podczas dni jasnych [30], przy czym jego gromadzenie się na miejscach tarliskowych związane



Rys. 6. Statek z urządzeniem do połowu ryb za pomocą światła. 1 — pompa, 2 — silnik elektryczny, 3 — oddzielnik wody, 4 — urządzenie zasilające w prąd elektryczny, 5 — rura ssąca, 6 — kabel elektryczny, 7 — zakończenie rury ssącej, 8 — żarówki, 9 — uchwyt dla zawieszenia całości urządzenia łownego, 10 — lina nośna (Nikonorov i Pataev, 1959)

jest z wydłużaniem się dnia i wzrostem intensywności oświetlenia na wiosnę [13].

Samogłów i tilapia są aktywne seksualnie głównie w jasne, słoneczne dni, a każde czasowe zachmurzenie powoduje cofnięcie się samogłowa do głębokiej wody i zahamowanie aktu tarła [7]. Dłuższy okres zachmurzenia może wywołać u tilapii nawet degenerację gonad [2].

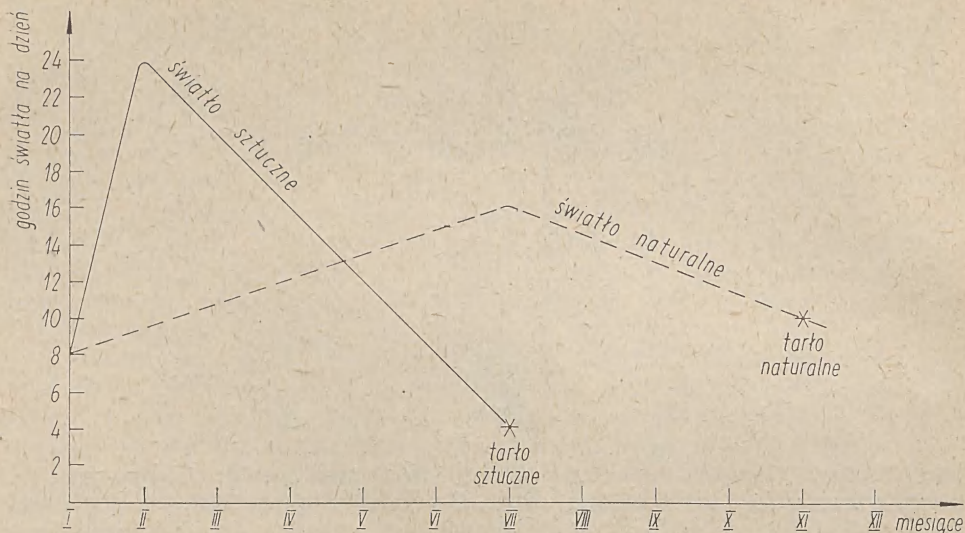
Długość dnia wydaje się być najpewniejszym czynnikiem regulacji seksualnych zmian sezonowych wielu gatunków ryb. W doświadczeniach Baggermana [3] ciernik trzymany w temperaturze 20°C i oświetlony przez 16 godzin dziennie, dojrzewał w ciągu 50 dni, a oświetlony w tej samej temperaturze przez 8 godzin dziennie nie dojrzewał nawet po 8 miesiącach. Tego samego gatunku osobnik, obserwowany przez Kazanskiego [26], oświetlany bez przerwy w warunkach zimowych dojrzewał w ciągu 18 dni.

Ogólnie ze względu na sposób oddziaływania światła na dojrzewanie płciowe można ryby podzielić na:

- 1) trące się przy skracającym się dniu świetlnym (łosoś, troć, pstrąg potokowy, pstrąg źródłany i inne);
- 2) trące się przy wydłużającym się dniu świetlnym (szczupak, pstrąg tęczowy, lipień, karp i inne).

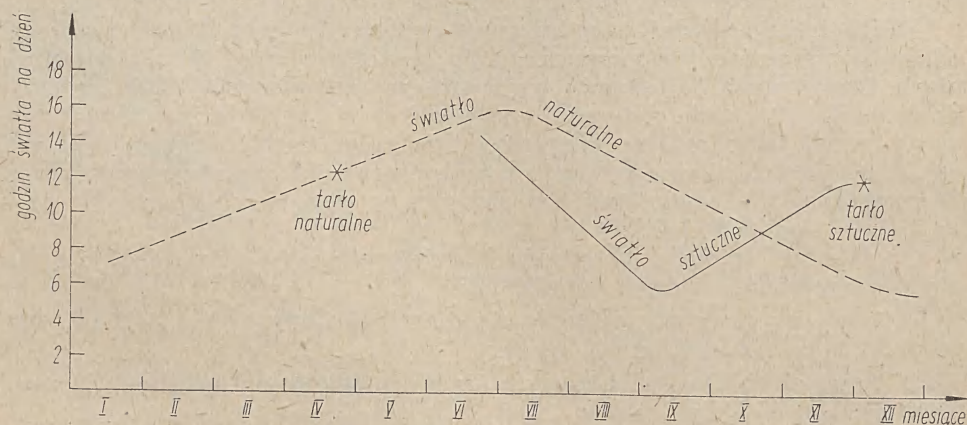
Sztuczne przedłużanie dnia świetlnego z końcem lata powoduje opóźnienia tarła, a sztuczne wydłużanie z początkiem lata i skracanie z końcem lata dnia świetlnego przyspiesza tarło u ryb trących się przy skracającym się dniu świetlnym (rys. 7). Tego typu badania nad *Salvelinus fontinalis* przeprowadził m.in. Henderson [22], a nad *Salmo trutta* m. *fario* Kingsbury [27].

Sztuczne skracanie dnia świetlnego z początkiem lata opóźnia tarło, a sztuczne wydłużanie dnia świetlnego w tym okresie wywołuje przyspieszenie tarła u szeregu gatunków trących się przy wydłużającym się dniu świetlnym (*Gasterosteus aculeatus*, *Tilapia*, *Oryzias latipes*, *Rho-*



Rys. 7. Przyspieszenie tarła ryb trących się przy skracającym się dniu świetlnym (Hazard i Eddy, 1951)

*deus amarus*, *Enneacanthus obesus*, *Notropis bifrenatus*, *Plecoglossus altivelis*). Przez odpowiednie sztuczne wydłużanie i skracanie dnia świetlnego w ciągu roku przyspieszono tarło pstrąga tęczowego (rys. 8) i przesunięto je z wiosny na jesień [16].



Rys. 8. Przyspieszenie tarła ryb trących się przy wydłużającym się dniu świetlnym (Goryczko, 1965)

Światło nie tylko reguluje aktywność seksualną wielu gatunków ryb [2], ale także w znacznym stopniu wpływa na inne zachodzące u nich procesy życiowe. Zmiany światła odgrywają np. dużą rolę w wędrówkach ryb. Stwierdzono, że narybek i smolty jednego gatunku łososi rodzaju *Oncorhynchus* spływają w dół strumieni tylko w nocy, innych gatunków — w porze szybko zmniejszających się intensywności oświetle-

nia [28]. Ruch tych ryb w górę strumieni odbywa się natomiast głównie w dzień [12, 29].

Ruchliwość wielu ryb zmienia się zależnie od zmieniającego się w ciągu doby oświetlenia. Ellis [12] stwierdził wyraźny rytm dobowy w przechodzeniu przez przepławkę. *Oncorhynchus nerka* (Waldbaum) i *Oncorhynchus kisutch* (Waldbaum). Swift [43] badał cykliczność dziennej i rocznej aktywności pstrągów potokowych, trzymany oddzielnie w drucianych klatkach zanurzonych w jeziorze. Pstrągi karmiono sztucznie, a ich aktywność (ilość przepłynięć przez klatkę) rejestrowano elektronicznie. Autor ten doszedł do wniosku, że cykliczność w aktywności badanych ryb określana jest nie przez pokarm i częstotliwość jego zadawania, lecz przez światło.

Aktywność pokarmowa wielu ryb zależy także od zmieniającego się w ciągu doby oświetlenia. Sledź na przykład wykazuje aktywność pokarmową rano i wieczorem [32], podobnie też lipień bajkalski [35], a złota rybka pobiera pokarm głównie w dzień [24].

#### POZAOPTYCZNE ODDZIAŁYWANIE ŚWIATŁA NA RYBY

Pozaoptyczne oddziaływanie światła na ryby następuje albo poprzez szyszynkę, albo poprzez tzw. świetlne receptory skórne, o czym wspomniano w rozdziale o przestrzennej orientacji ryb. Drogą pozaoptyczną może światło oddziaływać również na złożoną i zapłodnioną ikrę.

Prawie we wszystkich badaniach przedstawionych w literaturze naukowej stwierdzono, że poczynając od pewnego stopnia oświetlenia światło wywiera zgubny wpływ na rozwój embrionów. Najczęściej obserwowano zwiększoną śmiertelność, wcześniejszy wylęg i zwiększony procent potworkowości.

Gibor [15], badając wpływ światła na ikrę *Oncorhynchus nerka* (Waldbaum) i *Oncorhynchus kisutch* (Waldbaum) stwierdził dużą zmienność wrażliwości na światło, zależnie od gatunku. Taka sama dawka światła wywoływała ponad dwukrotnie większą śmiertelność ikry *Oncorhynchus kisutch* niż śmiertelność ikry *Oncorhynchus nerka*.

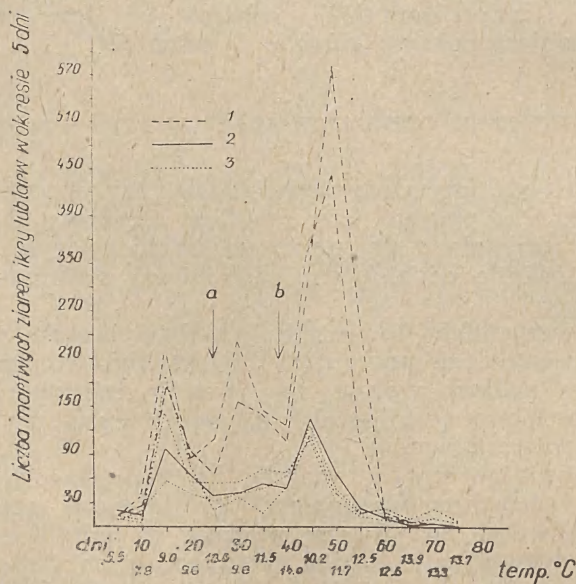
Obszerne badania nad wpływem światła na ikrę i wylęg, prowadzili Hamdorf [20] na *Salmo irideus* (Gibbons) i Eisler [10, 11], na *Salmo clarki* (Richardson), *Oncorhynchus kisutch*, *Oncorhynchus tshawytscha* i *Salmo gairdneri* (Richardson). Hamdorf doszedł do wniosku, że oświetlone embriony zwiększają swoją wrażliwość na promieniowanie do momentu rozpoczęcia akcji serca. Od tego momentu wrażliwość embrionów na światło maleje.

Eisler (podobnie jak Hamdorf) naświetlał embriony w poszczególnych stadiach rozwojowych światłem o różnej intensywności — od 157 ft-c<sup>1</sup> do 0,2 ft-c. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń stwierdził, że najbardziej wrażliwa na działanie światła jest ikra w okresie zaoczkowania. Oświetlenie 157 ft-c zabijało każdą ilość ikry do momentu wylęgu. Niższe oświetlenie ikry do chwili zaoczkowania powodowało przyspieszenie procesu wylęgania, zahamowanie wzrostu palczaków i zmiany w wątrobie. Ikra naświetlana w późniejszych okresach roz-

<sup>1</sup> 1 foot-candler — jednostka oświetlenia = 1 lumen/1 stopę<sup>2</sup>.

wojowych odznaczała się większą odpornością na działanie światła, ale też reagowała na nie zwiększoną śmiertelnością, a wylęgle z niej larwy cechowało zahamowanie tempa wzrostu. Naświetlenie larw nie wywoływało żadnych widocznych zmian.

W badaniach własnych [5] przy oświetleniu 330—380 lx ikry pstrąga tęczowego stwierdzono 3 momenty szczególnie wysokiej śmiertelności (przed zaoczkowaniem, zaraz po zaoczkowaniu i tuż po wylęgu), podczas gdy u ikry znajdującej się w naturalnych warunkach oświetleniowych i w zupełnej ciemności obserwowano tylko dwa momenty wyższej śmiertelności (przed zaoczkowaniem i tuż po wylęgu). Należy dodać, że tuż po wylęgu śmiertelność w grupach o naturalnych warunkach oświetleniowych i zupełnej ciemności była znacznie mniejsza niż w grupie stale oświetlanej (rys. 9).



Rys. 9. Śmiertelność ikry i larw pstrąga tęczowego w warunkach stałego oświetlenia — 1, naturalnego oświetlenia — 2, zupełnej ciemności — 3, początek zaoczkowania — a, początek wylęgu — b (Bieniarz, 1972)

Zdaniem Hamdorfa [20] przyczyną ujemnego wpływu światła na embriony ryb jest rozkładanie przez światło laktoflawiny, wchodzącej w skład fermentów oddechowych. Jednym z dowodów na to jest fakt, że ikra intensywniej zabarwiona, o większej ilości karotenoidów, odznaczała się większą odpornością na działanie światła.

Obszerne badania nad mechanizmem pozaoptycznego działania różnego rodzaju promieniowania na organizmy żywe prowadzili m.in. Sparrow i Rubin [41]. Ich zdaniem fale radiowe i podczerwone bardzo rzadko wywołują reakcje termiczne, powodują natomiast bezpośrednie zmiany chemiczne. Energia promieniowania widzialnego może oddziaływać na zmiany struktur chemicznych jakkolwiek nie jest ona tak silna, by wywołać jonizację, która według Sparrowa i Rubina — jest najczęściej przyczyną efektów radiobiologicznych.

W opinii Eislera [11], światło widzialne wpływa na procesy fizjologiczne swoimi właściwościami fotochemicznymi, fotoelektrycznymi i termicznymi. Szybsze wylęganie się embrionów oświetlonych we wczesnych etapach rozwoju tłumaczy on, powołując się na Clarka [9], efektem termicznym światła. Wynika z tego, że energia absorbowana przez ciało może zwiększać ruch drobin, co w rezultacie powoduje podwyższenie temperatury.

Obserwowane zmiany w śmiertelności i cechach merystycznych, histologicznych i anatomicznych, wywołane przez światło widzialne o dużym natężeniu są bardzo podobne do zmian spowodowanych przez promieniowanie jonizujące, co sugerowałoby, że promieniowanie widzialne ma również pewne właściwości fotoelektryczne.

Jak widać z tego krótkiego przeglądu badań i obserwacji, światło odgrywa istotną rolę w orientacji w przestrzeni i w czasie u wielu gatunków ryb; może także wpływać na ich rozwój embrionalny.

Należy jednak podkreślić, że u ryb światło nie wywiera wpływu na szereg cech fizjologicznych i morfologicznych, na które oddziałuje u kręgowców systematycznie wyżej stojących. Autor niniejszego artykułu chował pstrągi tęczowe przez 4 lata od momentu zapłodnienia ikry w warunkach stałego oświetlenia i stałej ciemności. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że długoletni chów pstrągów tęczowych zarówno w warunkach zupełnej ciemności, jak i przy stałym oświetleniu nie spowodował zmian w ubarwieniu ani w dojrzewaniu płciowym, ani w takich cechach morfologicznych i fizjologicznych, jak niektóre składniki krwi (liczba erytrocytów, liczba białych ciałek krwi, ilość hemoglobiny, ilość białka) liczba kręgów w kręgosłupie i promieni w płetwach, zawartość wapnia w szkieletie oraz zużycie tlenu.

#### LITERATURA

- [1] Ali A. M. — *The correlation of photobehavioural and retinomotor responses in the Pacific salmon*, Progress in Photobiology. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-N. York-Princeton, 1961.
- [2] Aronson L. R. — *Factors influencing the spawning frequency in the female cichlid fish Tilapia macrocephala*, Am. Museum Novitates, 1484, 1951.
- [3] Baggerman B. — *An experimental study on the timing of breeding and migration in the three-spined stickleback (Gasterosteus aculeatus L.)*, Arch. Néer. Zool. 12/2, 105—317, 1957.
- [4] Bjorklund R. G. — *The biological function of the thyroid and the effect of length of day on growth and maturation of goldfish (Carassius auratus L.)*, Ph. D. Thesis University of Michigan, 171, 1958.
- [5] Bieniarz K. — *Wpływ światła i ciemności na niektóre cechy fizjologiczne i morfologiczne troci (Salmo trutta L.) pstrąga potokowego (Salmo trutta m. fario L.) i pstrąga tęczowego (Salmo iridens Gibbons)*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie. Rozprawy, nr 22, str. 126, 1972.
- [6] Blaxter I. H. S. — *Spectral sensitivity of herring Clupea harengus L.*, J. Exp. Bio., 41, 155—162, 1964.
- [7] Breder C. M. — *The reproductive habits of the North American sunfishes (Family Centrarchidae)*, Zoologica, 21, 1, 1936.
- [8] Brett J. R., Groot C. — *Some aspects of olfactory and visual responses in Pacific salmon*, J. Fish. Res. Bd. Can., 20, 2, 287—303, 1963.

- [9] Clark J. H. — *The physiological action of light*, *Physiol. Rev.*, 2, 2, 277—309, 1922.
- [10] Eisler R. — *The influence of light on the early growth of chinook salmon*, *Growth*, 21, 3, 197—203, 1957.
- [11] Eisler R. — *Effects of visible radiation on salmonid embryos and larvae*, *Growth* 25, 281—346, 1961.
- [12] Ellis D. V. — *Preliminary studies on the visible migrations of adult salmon*, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 19, 1, 137—148, 1962.
- [13] Fabricius E. — *Heterogeneous stimulus summation in the release of spawning activities in fish*, *Inst. Freshwater Research Drottningholm Rept.*, Nr 31, 57, 1950.
- [14] Fischer P. — *Untersuchungen über das Formsehen der Elritze*, *Z. Tierpsychol.* 4, 219, 1940.
- [15] Gibor A. — *A simple technique used laboratory hatching and rearing of fish*, *Prog. Fish. Cult.* 20, 4, 180—182, 1958.
- [16] Goryczko K. — *Tarło pstrągów tęczowych w listopadzie 1958*, *Gosp. Ryb.*, 4, 10—11, 1965.
- [17] Grodziński Z. — *Anatomia i embriologia ryb*, PWRiL, str. 319, 1961.
- [18] Gross W. L., Roelofs E. W., Fromm P. O. — *Influence of photoperiod on growth of green sunfish *Lepomis cyanellus**, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 22, 1379—1386, 1965.
- [19] Groves A., Collins G., Trefethen P. — *Roles of olfaction and vision in choice of spawning site by homing adult chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum)*, *J. Fish. Res. Bd. Can.* 25, 5, 867—876, 1968.
- [20] Hamdorf K. — *Die beeinflussung der Embryonal und Larval entwicklung der Regenbogenforelle (*Salmo irideus* Gibb.) durch Strahlung im sichtbaren Bereich*, *Z. vergl. Physiol.*, 42, 525—565, 1960.
- [21] Hazard T. P., Eddy R. E. — *Modification of the sexual cycle in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) by control of light*, *Trans. Am. Fisheries Soc.*, 80, 158—162, 1951.
- [22] Henderson N. E. — *Influence of light and temperature on the reproductive cycle of the eastern brook trout (*Salvelinus fontinalis* L.) Mitch*, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 20, 4, 859—897, 1963.
- [23] Hirata H. — *Diurnal rhythm of the feeding activity of goldfish in winter and early spring*, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 8, 96—107, 1957.
- [24] Hirata H., Kobayashi S. — *Diurnal rhythm of feeding activity of goldfish in autumn and early winter*, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 7, 72—84, 1956.
- [25] Hoar W. S. — *Phototactic and pigmentary response of sockeye salmon smolts following injury to the pineal organ*, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 12, 178—185, 1955.
- [26] Kazanski B. N. — *Eksperimentalnyj analiz porcionnogo ikrometanija ryb*, *Zool. Zur.*, 31, 6, 883—896, 1952.
- [27] Kingsbury O. R. — *Early spawning of brown trout by light control*. W książce: *The physiology of pituitary gland of fishes*, N. York Zoological Society, N. York 1952.
- [28] Long W. C. — *Dial movement and vertical distribution of juvenile anadromous fish in turbine intakes*, *Fishery Bulletin.* 66, 3, 599—609, 1968.
- [29] Lorz H. W., Northcote T. G. — *Factors affecting stream location and timing and intensity of entry by spawning kokanee (*Oncorhynchus nerka* Wal.) into an inlet of Nicola Lake, British Columbia*, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 22, 3, 665—687, 1965.



- [30] McNamara F. — *Breeding and food habits of the pikes *Esox lucius* and *Esox vermiculatus**, Trans. Am. Fisheries Soc., 67, 3, 372, 1937.
- [31] Miles S. G. — *Laboratory experiments on the orientation of the adult American eel *Anguilla rostrata* (Lesueur)*, J. Fish. Res. Bd. Can., 25, 10, 2143—2155, 1968.
- [32] Musinic S. — *Der Rhythmus der Nahrungsaufnahme beim Hering*, Ber. dtsch. Komm. Meeresforsch., 6, 1, 62—64, 1931.
- [33] Nikonorov I. V., Pataeev A. H. — *Loz kilki rybonosom pri podvodnom osveščenii s primeneniem impulsnogo toka*, Rybnoe Chozjajstvo, 7, 53—58, 1959.
- [34] Noble G. K., Curtis B. — *The social behaviour of the juvel fish *Hemichromis bimaculatus* Gill.*, Bull. Am. Museum Nat. Hist., 76, 1, 1939.
- [35] Olifan V. — *Sutocnyj ritm pitaniya molodi bajsalkkogo hariusa i drugih vidov ryb*, Dkl. A.N. SSSR, seria biol., 114, 591—593, 1951.
- [36] Pelkwijk J. J., Tinbergen N. — *Eine reizbiologische Analyse einiger Verhaltensweisen von *Gasterosteus aculeatus* L.*, Z. Tierpsychol., 1, 193, 1937.
- [37] Pfeiffer W. — *The fright reaction on fish*, Biol. Rev., 37, 495—511, 1962.
- [38] Prihodko B. I. — *Nekatorye dannye ob otnosenji kaspijskih seldej k elektriceskomu svetu*, Rybn. Choz., 30, 1, 3—5, 1954.
- [39] Protasov V. P. — *Zrenije i bliznaja orientacija ryb*, Izd. Nauka, Moskva, 1968.
- [40] Rivas L. R. — *The pineal apparatus of tunas and related scombrid fishes as a possible light receptor controlling phototactic movements*, Bull. Mar. Sci. Gulf. and Cribbean, 3, 168—180, 1953.
- [41] Sparrow A. H., Rubin B. A. — *Effects of radiation on biological systems*, U.S. Atom. Energ. Comm., BNL-97, 1951.
- [42] Steven D. M. — *The dermal light sense*, Biol. Rev. 38, 204—240, 1963.
- [43] Swift D. R. — *Activity cycles in the brown trout (*Salmo trutta* L.) 2. Fish artificially fed*, J. Fish. Res. Bd. Can. 21, 1, 133—138, 1964.
- [44] Tavolga W. N. — *Reproductive behaviour in the gobiid fish, *Bathygobius saporator**, Bull. A. Museum Nat. Hist., 104, 427, 1954.



## UCZULENIE ORGANIZMÓW NA ŚWIATŁO WIDZIALNE

W literaturze coraz więcej pojawia się prac na temat uczuleń organizmów na światło widzialne przez wprowadzenie do niego pewnych substancji. Już Oskar Raab w 1888 r. [4, 10] wykazał, że akrydyna w silnym rozcieńczeniu zabija w świetle hodowle jednokomórkowych pierwotniaków (*Paramecium*), natomiast w świetle silnie rozproszonym lub w całkowitej ciemności pierwotniaki pozostają przy życiu. Podobnie jak akrydyna zachowuje się wiele substancji barwnych. Hodowle tych samych pierwotniaków umieszczone bardzo blisko roztworu eozyny i wystawione na światło słoneczne nie giną, po zmieszaniu natomiast pierwotniaków z barwnikiem, hodowla w krótkim czasie zamiera. Jednokomórkowe pierwotniaki umieszczone w roztworze eozyny nie wykazują w ciemności żadnych objawów patologicznych [9, 10]. Podobne zjawisko uwrażliwienia na światło po wprowadzeniu do organizmu pewnych substancji spotyka się również u zwierząt wysoko uorganizowanych oraz u człowieka. W świetle na skórze organizmów uczulonych pojawiają się zaczerwiehienia, wysypka, a nawet silne owrzodzenia [2, 3, 6, 10, 11, 13], które niejednokrotnie są przyczyną zejścia śmiertelnego, np. w Nowej Zelandii owce po zjedzeniu na pastwisku dziurawca dostają silnych owrzodzeń i giną, te same owce natomiast karmione dziurawcem w ciemnym pomieszczeniu pozostają zupełnie zdrowe.

W miarę wzrostu zainteresowania się tym zagadnieniem na liście substancji uczulających znalazło się wiele związków barwnych oraz pojawiły się substancje niebarwne. Lista ta nie jest zamknięta, dopisuje się do niej coraz to nowe związki. Ogólnie wyróżniono dwie grupy uczulaczy na światło widzialne — fotouczulaczy. Do pierwszej grupy zaliczono związki organiczne fluoryzujące oraz barwniki wykazujące charakter uczulający. Do drugiej włączono sole niektórych metali ciężkich. Należy podkreślić, że w pierwszej grupie fotouczulaczy znajdują się między innymi związki typu porfiryn oraz karetenoidy [9, 10]. Porfiryny mają bardzo skomplikowaną budowę. Składają się one z czterech pierścieni pyrolowych połączonych ze sobą grupami metinowymi (CH—). Porfiryny są podstawą budowy cząsteczki czerwonego barwnika krwi, zielonego barwnika liści oraz cytochromów (enzymów oksydoredukcyjnych). Znajdują się zatem w każdej żywej komórce. Organizmy jedno- lub wielokomórkowe można również uczynić na światło za pomocą porfiryn. Wykazano działanie fotodynamiczne na parameciach, erytrocytach, bakteriach, myszach itp. Silne rozcieńczenia chlorofilu w obecności światła widzialnego wywołują (in vitro) chemolizę czerwonych ciałek krwi oraz działają zabójczo na bakterie. Hemoporfiryna podana myszom, wywołuje u nich na świetle śmierć, przy bardzo słabym oświetleniu objawy patologiczne, a w ciemności myszy pozostają zupełnie

zdrowe. Na naświetlanie promieniami widzialnymi o fali takiej długości, jaką silnie absorbuje podany organizmowi barwnik, zwierzę lub roślina reaguje tak samo jak na naświetlanie promieniami ultrafioletowymi. W stosunku do małych organizmów, takich jak np. bakterie promieniowanie to wywiera wpływ na cały organizm i powoduje jego śmierć, przy czym jego działanie jest zgodne z prawami reakcji fotochemicznych. Jeżeli chodzi o organizmy większe to powstające w powierzchniowych warstwach produkty reakcji fotochemicznych mogą z tych warstw wydylfundować i oddziaływać na bardziej odległe struktury. W takich przypadkach wpływ promieniowania utrzymuje się dłużej aniżeli ekspozycja [1, 9]. Protoplazma komórek silnie absorbuje promienie o krótszych długościach fal, takich jak promienie ultrafioletowe, których do Ziemi dociera niewiele. W związku z tym w rozwoju ewolucyjnym organizmów obserwuje się wytwarzanie w ich komórkach barwników fotochemicznych czyli fotouczulaczy, które mają absorbować promienie widzialne i wykorzystywać ich energię. Są to między innymi karetenoidy chemicznie spokrewnione z witaminą A. Również niszczące działanie silnego światła jest działaniem fotodynamicznym uwarunkowanym naturalnymi fotouczulającymi substancjami zawartymi w żywych organizmach [7].

Jak już wspomniałam, do drugiej grupy fotouczulaczy należą sole niektórych metali ciężkich i ich jony [5, 8]. Sole fotoaktywnych metali, wchodząc w ścisły kontakt z protoplazmą komórek, mogą wywoływać zjawiska podobne do działania fotodynamicznego. I tak na podstawie moich doświadczeń nad wpływem jonów rtęciowych i światła na wzrost, rozmnażanie i metabolizm rośliny wodnej *Lemna perpusilla* Torrey wykazano zwiększenie toksyczności rtęci na światle. Do doświadczeń używano rtęci w postaci sublimatu, soli, która wykazuje największą rozpuszczalność w wodzie i bardzo łatwo dysocjuje [12]. Materiał roślinny był genetycznie wyrównany: rośliny pochodziły z klonu. Przebadało zachowanie się roślin na świetle i w ciemności w okresie bezpośrednio i następczego działania jonów rtęciowych. Przy stężeniu porażającym rośliny ( $\text{HgCl}_2$ ,  $1 \times 10^{-4} \text{ M/l}$ ) oraz przy stężeniu wywołującym silne zmiany patologiczne ( $\text{HgCl}_2$ ,  $1 \times 10^{-5} \text{ M/l}$ ) stwierdzono większą i szybciej przebiegającą nekrozę komórek i tkanek u roślin przebywających na świetle niż w ciemności. Dla wyjaśnienia tego zjawiska zwróćmy uwagę na zwiększenie reaktywności licznych substancji pod wpływem światła. Wzbudzone związki porfirynowe (chlorofil, cytochromy) mogłyby łatwiej wchodzić w połączenia z jonami rtęciowymi. Jeżeli toksyczne działanie jonów rtęciowych zależy od ich wbudowania w aparaty oddechowy czy fotosyntetyczny, to przyspieszenie tych procesów przez dodatkowe kwanta energii świetlnej można tłumaczyć tym, że rtęć należy do metali fotoaktywnych i uważać powyższe zjawisko za efekt fotodynamiczny [5].

Zmienione na świetle oddziaływanie organizmu zależy od sposobu wprowadzenia substancji uczulającej, od jej stężenia oraz od indywidualnej wrażliwości organizmu. Mechanizm powstawania nadwrażliwości i wyzwalanie objawów uczuleniowych jest problemem złożonym. Na podstawie dotychczasowych obserwacji i doświadczeń wykazano, że uczulenie na światło zachodzi zawsze w obecności tlenu [5, 9, 10, 11]. Produktom utlenienia uczuleniowego przyznano miejsce ogniwa pośredniego w tym procesie. W atmosferze azotu nie zaobserwowano procesów uczuleniowych. Przy wyzwalaniu się objawów uczuleniowych zachodzi

z jednej strony proces fotodynamiczny, z drugiej zaś specyficzny biologiczno-farmakologiczny. Wysłunięto hipotezę, według której energia uczulacza nie jest pobierana przez cząsteczkę tlenu, ale przechodzi przez tlen do substratu lub innej cząsteczki, która zaczyna silniej reagować. A zatem przy działaniu fotodynamicznym energia wzbudzenia zostaje zużyta do działania chemicznego. W ten sposób fotouczulacz działa jako pośrednik, przez który energia świetlna zostaje przekształcona w postać energii o takim charakterze, że może być zużytkowana przez jednego lub więcej reaktantów, który w przeciwnym razie byłby niezdolny do zaabsorbowania tej samej energii dostarczonej mu przez wiązkę światła [10].

Wszystkie substancje fotodynamicznie czynne wyróżniają się zdolnością do fluorescencji [9, 10]. Dużo uczulaczy wykazuje makroluminescencję.

## LITERATURA

- [1] Bridges B. A. — *Chemical sensitization of Pseudomonas species to ionizing radiation*, Radiation Res., 16, 3, s. 232—242, 1962.
- [2] Clark J. H. — *Photosensitization by 8-methoxypsoralen*, Journ. Invest. Dermatol., 37, 3, s. 171—174, 1961.
- [3] Epstein S., Richard J. Rowe — *Photoallergy and photocross-sensitivity to Phenergan*, Journ. Invest. Dermatol., 29, 5, s. 319—326, 1957.
- [4] Giese A. C. — *Historical introduction*, in Photophysiology, t. 1, New York—London, s. 4—6, 1964.
- [5] Grajewskij E. — *O fotodynamiceskom effectie*, Uspechy Sovremiennoj biologii, 32, z. 3, s. 330—345, 1951.
- [6] Gordon W. — *Photosensitivity. A raport of cases and clinical review*, S. African Med. Journ., 37, z. 46, s. 1159—1162, 1963.
- [7] Haber A. — *Rendering the germination of light-insensitive lettuce seeds sensitive to light*, Physiol. Plantarum, 12, s. 456—464, 1959.
- [8] Höchster R. M., Quastel J. M. — *Metabolic inhibitors*, t. II, Comprehensive a Treatise, New-York—London, s. 321—341, 1963.
- [9] Krinsky N. I. — *Protective function of carotenoid pigments*, in Photophysiology ed. by Giese, t. III, New-York—London, s. 123—158, 1968.
- [10] Ment J. — *Fluorochemistry*, Chemical Publishing Company, New York, s. 638—642, 1945.
- [11] Mohr H. — *Wirkungen kurzwelligen Lichtes*, Encyclopedie of Plant Physiol., 16, 439—531, 1961.
- [12] Rusiecki W., Kubikowski P. — *Toksykologia współczesna*, Warszawa s. 132—134, 1969.
- [13] Wilkins J. H., Barnes J. H. — *Effects of phencyclidine on the radiosensitivity of mice*, Nature, 195, 4847, s. 1172—1173, 1962.



## WSPÓŁCZESNE POGLĄDY NA MECHANIZM DZIAŁANIA SYSTEMU AUTONOMICZNEGO U KRĘGOWCÓW

Nasze zainteresowanie sposobem przekąźnictwa chemicznego w zakresie synaps jest zagadnieniem opracowywanym bardzo intensywnie od szeregu lat z niesłabnącą energią. W okresie ostatnich lat dziesięciu prowadzi się te badania jak gdyby dwutorowo, z jednej strony wykorzystując doniosłe możliwości mikroskopii elektronowej, a z drugiej rozwijając w coraz to bardziej „wyrafinowanym” stopniu badania neurofizjologiczno-farmakologiczne i biochemiczne. Stosując wspomnianą wyżej metodykę do różnych układów neuronalnych tak w centralnym, jak i obwodowym systemie nerwowym, nagromadzono pokaźną ilość faktów. Pozwalają nam one dzisiaj na przedstawienie w postaci ogólnego schematu takich zagadnień, jak budowa chemiczna substancji przekąźnikowych, procesy ich powstania i przemian metabolicznych, rozpadania się czy też uwalniania w zakończeniach synaptycznych.

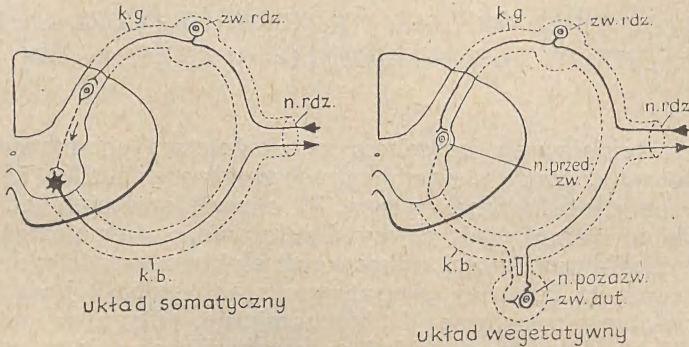
Jednym z układów neuronalnych bardzo pomocnych przy rozwiązywaniu tych problemów okazał się układ wegetatywny. Zanim jeszcze byliśmy w stanie powiedzieć coś o budowie chemicznej substancji przekąźnikowych, znany był od lat fakt, iż liczne narządy wykonawcze w organizmie kręgowca mają podwójne unerwienie autonomiczne wykazujące antagonistyczny wpływ na te narządy.

Pod względem anatomicznym cały układ wegetatywny wykazuje zasadniczą różnicę w stosunku do układu somatycznego, polegającą na odmiennej lokalizacji kadłuba motoneuronu wyprowadzającego — efferentnego. W układzie autonomicznym, który zaopatruje efektorowo wszystkie mięśnie gładkie i gruczoły, kadłuby komórek motorycznych wyprowadzających leżą zebrane w zwojach, pomieszczonych poza centralnym systemem nerwowym (jedyne wyjątek stanowi tu rdzeń nadnerczy). W przypadku układu somatycznego kadłuby motoneuronów wyprowadzających leżą jedynie i tylko jedynie w obrębie centralnego systemu nerwowego. Z punktu widzenia anatomicznego miejscem tym są rogi brzuszne substancji szarej rdzenia kręgowego, a także jądra motoryczne nerwów czaszkowych zgromadzone na terenie pnia mózgowego.

Jak widać z przedstawionego schematu (schemat 1), typowy łuk odruchowy autonomiczny ma dodatkowe przełączenie synaptyczne, wtrącone pomiędzy centralnie leżącą komórkę motoryczną wyprowadzającą a efektor. Część obwodowa układu autonomicznego jest zbudowana zawsze z dwu neuronów. Jeden z nich, zlokalizowany centralnie, zaopatruje swoją wypustką osiową komórkę leżącą w zwoju. Ten centralnie leżący neuron nosi miano neuronu przedzwojowego (jego wypustka osiowa — akson — jest zawsze pokryta osłonką myelinową). Neuron natomiast

leżący w zwoju autonomicznym jest określany mianem neuronu pozazwojowego (jego wypustka osiowa jest pozbawiona osłonki myelinowej) i wchodzi w bezpośredni kontakt z efektoorem.

Całość układu wegetatywnego według klasycznych ujęć dzielimy na dwie części: parasympatyczną i sympatyczną. W części parasympatycznej układu autonomicznego włókno przedzwojowe jest zawsze długie, a pozazwojowe krótkie, zwoje bowiem zawierające ich kadłuby komórkowe leżą w bezpośrednim sąsiedztwie lub w obrębie ściany narządu



Schemat 1

wykonawczego. Najważniejszym reprezentantem części parasympatycznej układu autonomicznego jest nerw błędny (czyli X nerw czaszkowy). Niemniej również w innych nerwach czaszkowych spotykamy komponentę parasympatyczną, a ponadto ośrodki parasympatyczne leżą również w zakresie segmentów krzyżowych rdzenia kręgowego.

Kadłuby komórek przedzwojowych części sympatycznej układu autonomicznego są zgromadzone w zakresie rogów bocznych substancji szarej rdzenia kręgowego w jego segmentach piersiowych i górnych lędźwiowych. Z uwagi na to, iż zwoje obwodowe, do których podążają ich wypustki osiowe leżą bardzo blisko kręgosłupa, stosunek długości włókien przed- i pozazwojowych jest tu odwrotny. I tak włókno przedzwojowe jest krótkie, pozazwojowe zaś długie. W obu tych układach odpowiedzialna za przekazywanie bodźców z włókna przedzwojowego na pozazwojowe jest acetylocholina.

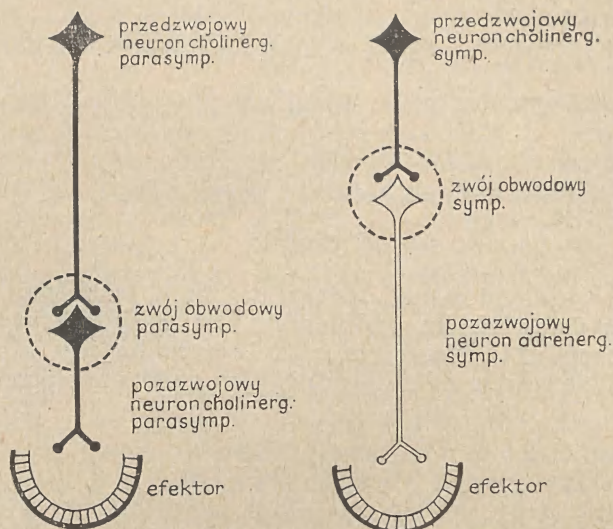
Fakt, że włókna pozazwojowe obu tych układów uwalniają chemicznie różne substancje przekaźnikowe — w układzie sympatycznym adrenalinę, a w parasympatycznym acetylocholinę — decyduje o ich różnicach czynnościowych. Dlatego upraszczając możemy mówić o włóknach cholinergicznym i adrenergicznym. Cholinergicznymi są wszystkie włókna przedzwojowe (sympatyczne i parasympatyczne) i pozazwojowe parasympatyczne. Adrenergicznymi są jedynie włókna pozazwojowe sympatyczne (schemat 2).

W ostatnich latach dzięki pracom wykonanym przez Hillarpa i Carlsona wraz ze współpracownikami zaistniała konieczność rewizji przedstawionych wyżej poglądów na zależności czynnościowe układu wegetatywnego. Z prac tych wynika, że zarówno struktura, jak i funkcje są o wiele bardziej złożone niż to pierwotnie przyjmowano.

Najważniejszym jednak wynikiem tych badań było wykazanie istnienia dalszych substancji przekaźnikowych w obwodowym układzie we-



getatywnym. Ogólnie całą grupę związków chemicznych, bardzo ciekawych pod względem chemicznym i farmakologicznym ujęto pod nazwą amin biogenych. Powstają one na drodze dekarboksylacji aminokwasów, z których kilka stanowi bardzo ważne ogniwo pośrednie przy synte-



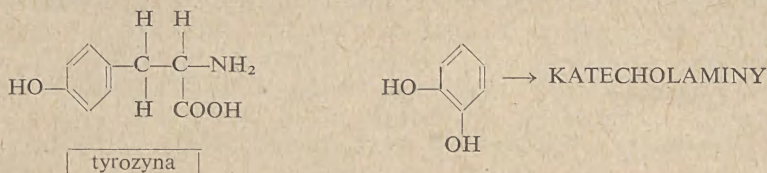
Schemat 2

zie hormonów lub składowych koenzymów; inne należą do interesującej nas grupy substancji przekąźnikowych. Z aminokwasów podstawowych, z których kilka przedstawiono w poniższej tabelce, można wyprowadzić pochodne aminy biogenne.

<i>Aminokwas</i>	<i>Amina biogenna</i>
Histydyna	Histamina
Tyrozyna	Tyramina
Tryptofan	Tryptamina
5-hydroxytryptofan	Serotonina

Z dużej grupy związków, jakimi są aminy biogenne, wydzielono dwie ważne kategorie substancji przekąźnikowych, mianowicie: katecholaminy i indolaminy.

Katecholaminy pochodzą z podstawowego aminokwasu tyrozyny (względnie fenyloalaniny). Z uwagi na to, iż zawierają one grupę dwuhydroksyfenolową (=grupa katecholowa), są pochodnymi pirokatechiny.

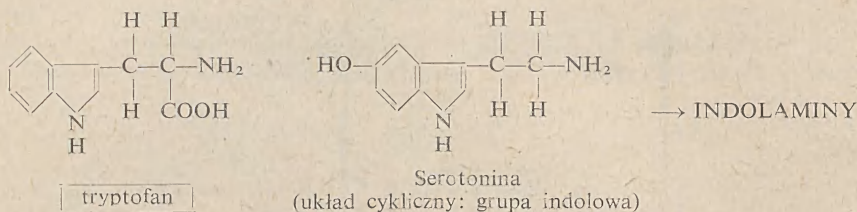


Pirokatechyna  
(grupa katecholowa)

Schemat 3

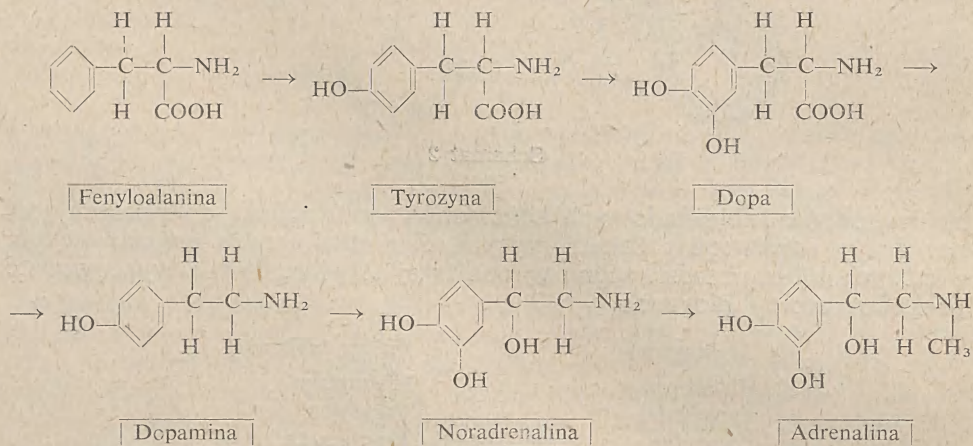
Do grupy tej zaliczamy między innymi adrenalinę i noradrenalinę (schemat 3).

Indolaminy wyprowadzamy z podstawowego aminokwasu tryptofanu lub z bardzo bliskiego mu związku, stanowiącego ogniwo metabo-



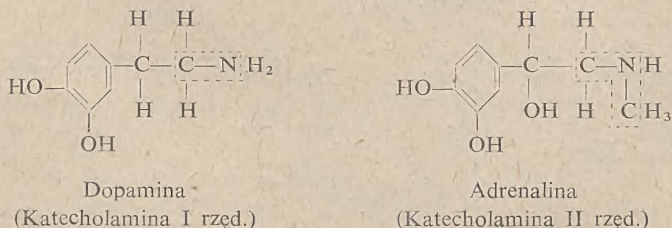
Schemat 4

liczne, 5-hydroksytryptofanu. Związki te mają jako swój rdzeń grupę indolową. Przedstawicielem indolamin jest 5-hydroksytryptamina — serotonina (schemat 4). Nasze rozważania ograniczymy jednak tylko do katecholamin wiążących się z zagadnieniem substancji przekąźnikowych.



Schemat 5

Jak powiedzieliśmy, katecholaminy powstają z aminokwasów podstawowych: tyrozyny i fenylalaniny. Niżej przedstawiony schemat pozwala na zorientowanie się w cyklu przemian, jakie zachodzą pomiędzy substratem wyjściowym — aminokwasem a substancjami końcowymi, tak ważnymi dla przewodzenia bodźców nerwowych (schemat 5).



Schemat 6

Dwa z pośrednich ogniw przemiany aminokwasów w adrenalinę, a mianowicie dopaminę i noradrenalinę (ważne substancje przekąźnikowe) określamy mianem katecholamin pierwszorzędowych (jeden atom C przy atomie N). Produkt końcowy tego szeregu przemian, adrenalinę, określamy jako katecholaminę drugorzędową (dwa atomy C przy atomie N) (schemat 6). Tę grupę substancji chemicznych, dopaminę i noradrenalinę, objęto nazwą substancji przekąźnikowych monoaminoergicznych.

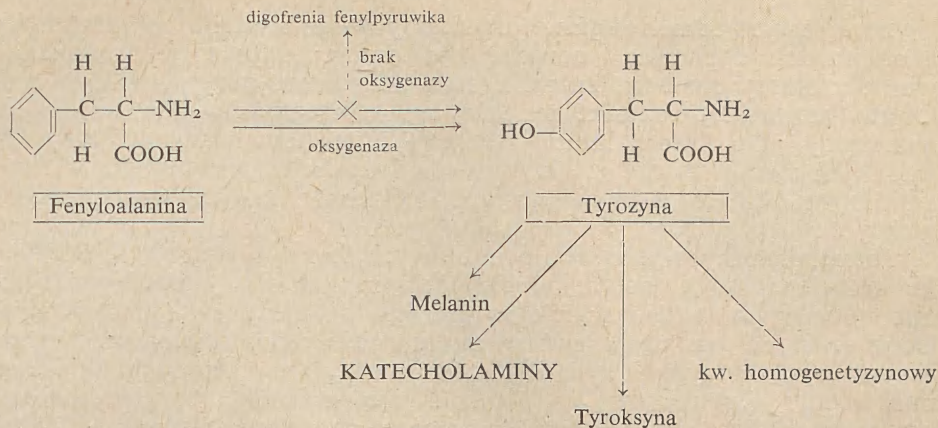
Katecholaminy występują, podobnie jak to już wykazano w przypadku acetylocholino, zarówno w obwodowym, jak i w centralnym systemie nerwowym bardzo obficie w zakresie pęcherzyków synaptycznych. Obok znanych już pęcherzyków cholinergiczych możemy więc mówić obecnie o pęcherzykach synaptycznych monoaminoergicznych. W obrazie mikroskopii elektronowej te ostatnie przedstawiają się jako bardziej wysyczone, elektronowo gęstsze, o wyraźnej strukturze ziarnistej. Dlatego określono je potocznie nazwą ziaren (granula).

Obecnie bez wątpliwości udało się stwierdzić, iż te właśnie ziarna zawierające katecholaminy monoaminoergiczne występują w dużej ilości nie tylko w obwodowym systemie wegetatywnym, lecz również w wielu skupiskach substancji szarej (jądrach) w obrębie centralnego systemu nerwowego, jednakże w różnym stężeniu. Wysoki poziom koncentracji noradrenaliny stwierdzono w zakresie podwzgórza (hypothalamus), jak również tworzą siatkowatego (formatio reticularis). Przeciwnie, niski stopień jej koncentracji wykazuje prążkowie (striatum). Na jego terenie dominuje nagromadzona w szczególnie wysokim stopniu koncentracji dopamina, głównie w gałce bladej (globus pallidus) i łupinie (putamen). Mózg odznacza się niską koncentracją wszystkich katecholamin. Natomiast pozazwojowe włókna układu sympatycznego zawierają w dużym stężeniu głównie noradrenalinę, najważniejszą katecholaminę obwodowego systemu autonomicznego sympatycznego. Najwyższe jej stężenie, wynoszące około 10 000  $\mu\text{g/g}$ , stwierdzono w zakończeniach sympatycznych neuronów pozazwojowych, natomiast w kadłubach komórkowych w stężeniu wynoszącym zaledwie około 10—500  $\mu\text{g/g}$ .

Badania, jakie przeprowadzono w ostatnich latach nad poszczególnymi etapami syntezy katecholamin z aminokwasów podstawowych, dostarczyły licznych danych o punkcie uchwytu substancji przekąźnikowych, a także przyczyniły się do zsyntetyzowania dużej grupy leków oraz do pogłębienia naszych wiadomości o patologii niektórych chorób.

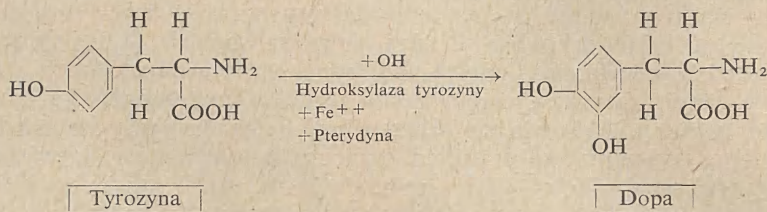
Przekształcenie fenyloalaniny w tyrozynę zachodzi dzięki czynności enzymu oksygenazy, który to enzym wprowadza do pierścienia benzolowego tego aminokwasu grupę OH w pozycji para (schemat 7). Jeżeli ta przemiana zostanie w jakiś sposób zablokowana np. brak oksygenazy, proces przechodzenia fenyloalaniny w tyrozynę jest niemożliwy. Wynikiem przemiany fenyloalaniny w takim wypadku będzie związek pośredni, mianowicie kwas fenylopirogronowy, wydalany z moczem. Stan ten wywołuje ciężki niedorozwój umysłowy, tzw. imbecylitas fenylopyruwica, połączony zawsze z fenylketonurią. Zaburzenie to, najczęściej spowodowane brakiem oksygenazy, wywołane jest aberacjami genetycznymi.

W dalszym etapie z tyrozyny (której prekursorem jest fenyloalanina) biorą początek dalsze liczne drogi przemian prowadzące w różnych kierunkach (schemat 7). Jedna z nich wiedzie poprzez stadium dopy do syn-



Schemat 7

tezy katecholamin, inna zaś poprzez etap kwasu homogenetyzynowego do ostatecznych produktów spalania  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ . Nasze zainteresowanie poświęcimy jednak głównie dalszym losom tyrozyny (schemat 8). Otóż bardzo ważny enzym, hydroksylaza tyrozyny, wprowadzając do pierścienia benzolowego, omawianego aminokwasu, dalszą grupę OH w pozycji meta, doprowadza do powstania 3,4-dwuhydroksyfenyloalaniny,

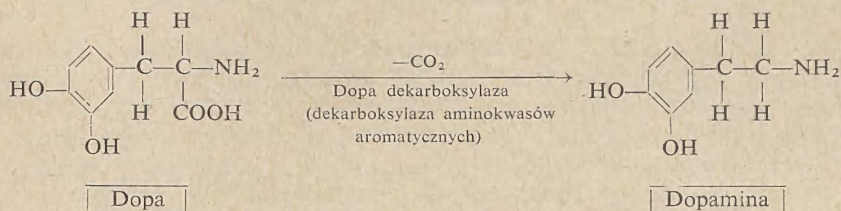


Schemat 8

krótko zwanej dopa. Ogniwem to jest ważne dlatego, że od tej reakcji zależy szybkość powstawania noradrenaliny. Bardzo ważnymi czynnikami biorącymi udział w tym etapie przemiany, a jednocześnie warunkującymi jej zachodzenie, to obecność tlenu, jonów  $\text{Fe}^{++}$  oraz pterydyny jako koenzymu. Na drodze eksperymentu ustalono, że takie związki, jak alfa-metyltyrozyna, czy alfa-metyldopa wywierają działanie blokujące na hydroksylazę tyrozyny, uniemożliwiając tym samym powstanie dopaminy i z kolei tak ważnej noradrenaliny. Ponadto przy zaburzeniach poziomu żelaza lub niedoborach związków pterydynowych może również dochodzić do pewnych zaburzeń przemiany tyrozyny w dopę. Alfa-metyldopa oraz jej pochodne (np. lek pod nazwą Aldomet) znalazły zastosowanie w leczeniu jako środki obniżające ciśnienie tętnicze krwi — hypotenzyjne.

Dalszy etap przemian zależy od przekształcania dopy w dopaminę dzięki enzymowi dekarboksylazie dopy. Jak się ostatnio okazało, enzym ten bierze udział w przemianach różnych pochodnych katecholamin, jak np. 5-hydroksytryptofanu w serotoninę; dlatego nadano mu nową nazwę dekarboksylazy aminokwasów aromatycznych (schemat 9).

Z punktu widzenia czynnościowego zachodzą bardzo istotne różnice pomiędzy omawianymi związkami, a mianowicie dopą i dopaminą. Pierwszy z nich jest praktycznie farmakologicznie nieaktywny, bardzo szybko natomiast i łatwo pokonuje bariery krew — płyn mózgowo rdzeniowy — mózg. Na terenie mózgu dopa dość łatwo może ulegać przekształceniu w katecholaminę. Dopamina natomiast wykazuje duży stopień aktywności farmakologicznej, lecz z dużą trudnością pokonuje bariery krew — płyn mózgowo rdzeniowy — mózg.

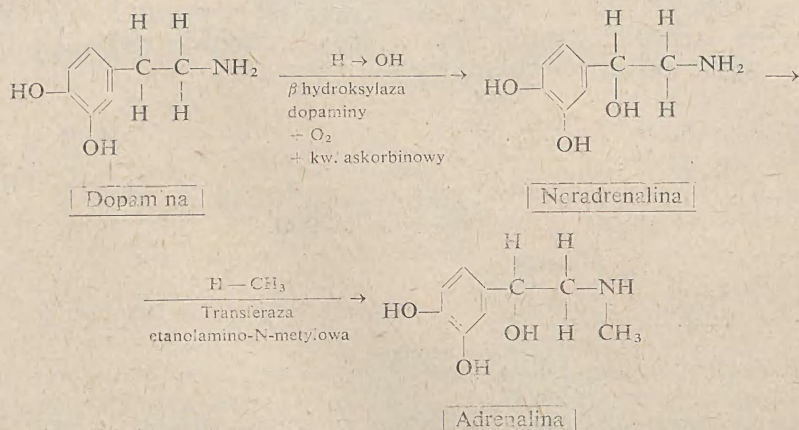


Schemat 9

Badania ostatnich lat prowadzone w wielu ośrodkach neurologicznych poświęcały sporo uwagi dopaminie. W oparciu o wyniki eksperymentów biochemicznych z mózgami osób cierpiących na chorobę Parkinsona ustalono, że zawartość dopaminy była szczególnie niska w obrębie takich ważnych struktur, jak jądro ogoniaste (nucleus caudatus), łupina (putamen) i gałka biała (globus pallidus). W oparciu o te wyniki przyjmuje się, że dopamina jest związkiem odgrywającym bardzo ważną rolę przy przekazywaniu bodźców w zakresie ośrodków należących do motorycznego układu pozapiramidowego. Za przypuszczeniem tym przemawiają eksperymenty przeprowadzone na małpach, u których wskutek zniszczenia operacyjnego substancji czarnej (substantia nigra) stwierdzano spadek poziomu dopaminy na terenie jądra ogoniastego (nucleus caudatus) w porównaniu z grupami kontrolnymi.

Przekonano się również, że pewne związki chemiczne, takie jak alfa-metyldopa lub alfa-metyltyrozyna mogą częściowo blokować proces przemiany dopy w dopaminę. Wprowadziwszy do organizmu alfa-metyldopę stwierdzono, iż jest ona odpowiednio przezeń przekształcana, a efektem końcowym tego ciągu przemian jest alfa-metylnoradrenalina. Związek ten, podobnie jak noradrenalina, jest adsorbowany przez sympatyczne neurony pozazwojowe, z których zostaje on uwolniony w zakończeniach synaptycznych tych włókien pod wpływem potencjału czynnościowego. Jednakże alfa-metylnoradrenalina jest o wiele mniej skuteczna w swym działaniu farmakologicznym od noradrenaliny. Toteż dla organizmu, z punktu widzenia czynności, istotna jest możliwość przekształcenia dopaminy w bardzo efektywną substancję przekąźnikową — noradrenalinę. Proces ten odbywa się dzięki obecności enzymu beta-hydroksylazy dopaminy (schemat 10). Należy podkreślić, że podobnie jak już omówione enzymy, również i ten ostatni, jest związany z pewnymi strukturami intracelularnymi. Dalszymi czynnikami warunkującymi działanie beta-hydroksylazy dopaminy są: obecność tlenu molekularnego i kwasu askorbinowego jako koenzymu. Bardzo ciekawy jest fakt, że reakcja enzymatyczna przemiany dopaminy w noradrenalinę jest wrażliwa na obecność CO. Noradrenalina, jedna z podstawowych

substancji przekąźnikowych, uwalniana w neuronach sympatycznych jest jednym z głównych źródeł adrenaliny. Przemiana ta dokonuje się na drodze metylowania noradrenaliny przez transferazę fenolo-etanolamino-N-metylową w obecności niezbędnego nośnika grup  $\text{CH}_3$ , jakim jest



Schemat 10

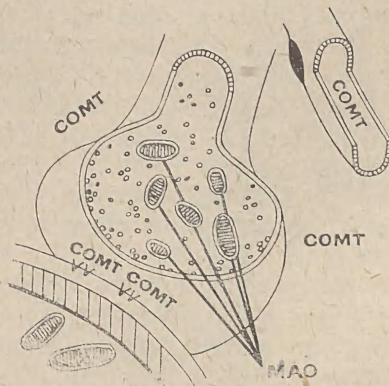
s-adenozylometionina (schemat 10). Prowadząc badania nad tymi ostatnio przedstawionymi etapami metabolicznymi stwierdzono, iż liczne substancje chemiczne mają na nie wpływ blokujący. Dzięki jednej z takich substancji, mianowicie dosulfiramowi, można było blokować przemianę dopaminy w noradrenalinę a tym samym badać, jak reaguje organizm na różne poziomy stężenia katecholamin. Inny z kolei związek imipramina (znana obecnie pod nazwą tofranilu) blokuje ostatni z omawianych etapów przemiany, mianowicie noradrenaliny w adrenalinę. Związek ten znalazł bardzo szerokie zastosowanie w klinikach psychiatrycznych jako lek antydepresyjny. Przedstawiona droga przemian prowadząca do syntezy katecholamin nie jest jedyna, ale na pewno najważniejsza.

Aby wyjaśnić różnice w sposobie działania niektórych katecholamin na narządy wykonawcze, Ahlquist przedstawił teorię, która przyjmuje, iż w błonach komórkowych mięśni gładkich, a także błonach komórkowych ścian naczyń krwionośnych, lub gruczołów występują dwa różne rodzaje receptorów. W oparciu o współczesny stan wiedzy o receptorach przyjmuje się, że są to kompleksy wielocząsteczkowe odznaczające się zdolnością reagowania z molekułami swoistych substancji endogennych, jakimi są katecholaminy lub z substancjami specyficznymi egzogennymi, lekami. Teoria Ahlquista przyjmuje istnienie z jednej strony alfa-receptorów, które mają odgrywać główną rolę w procesach pobudzania danego narządu wykonawczego, z drugiej zaś beta-receptorów mających wpływ antagonistyczny, tj. oddziałujących hamująco na te narządy. Ahlquist przedstawił szereg katecholamin, które mogą wpływać depresyjnie na czynność alfa-receptorów, a tym samym potęgować czynność receptorów beta. Okazało się, że z interesujących nas aktualnie katecholamin noradrenalina wywiera silne działanie pobudzające na receptory alfa, a słabo wpływa na czynność receptorów beta. Natomiast adrenalina pobudza czynność obu receptorów — alfa i beta. Katecholaminy wyka-

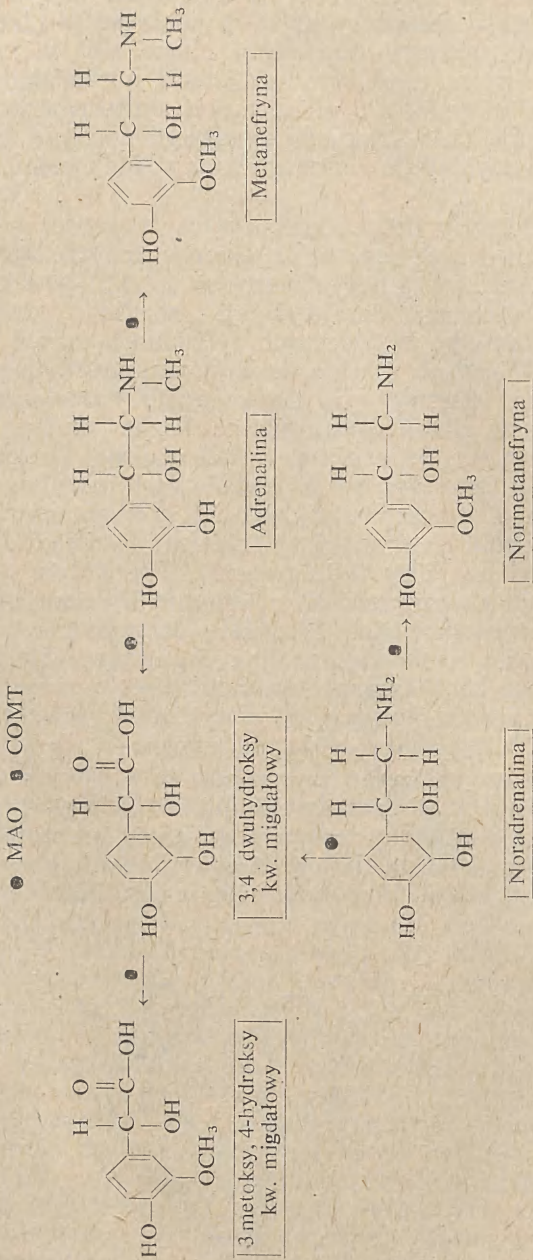
zują w przybliżeniu podobne powinowactwo do obu typów receptorów, lecz dzięki różnicom w działaniu farmakologicznym ich wpływ na czynność receptorów jest różny. Na przykład noradrenalina w normalnych warunkach wchodzi w związek z receptorami ścian naczyń krwionośnych (w których przeważają receptory alfa), wywołując w nich pewien stan napięcia. Gdy więc podamy dopaminę, okaże się, iż nastąpi spadek ciśnienia krwi z uwagi na częściowe zastąpienie noradrenaliny dopaminą. Ta katecholamina jest jednak o wiele mniej skuteczna w swym działaniu od noradrenaliny, co wyraża się spadkiem napięcia tonusu naczyń, w związku z czym występuje obserwowany spadek ciśnienia tętniczego krwi.

To, co powiedzieliśmy dotychczas, dotyczyło procesów syntezy tych tak bardzo ważnych dla ustroju amin aromatycznych. Jak każdy związek wprowadzony do lub syntetyzowany w ustroju podlegają one również odpowiednim procesom dezaktywacji i rozkładu, którym poświęcimy obecnie naszą uwagę. W procesach tych biorą udział bardzo ważne grupy enzymów. Pierwsza z nich to monoaminooksydazy (w skrócie MAO), katalizujące oksydacyjną dezaminację katecholamin. Enzymy tej grupy działają w podobny sposób na liczne aminy biogenne, jak np. dopamina, tyramina, adrenalina, noradrenalina. Drugą grupę enzymatyczną stanowią transferazy katecholowo-0-metylowe (w skrócie COMT), katalizujące procesy metylowania katecholamin. Enzymy te zastępują atom wodoru, znajdujący się w pierścieniu benzolowym w pozycji meta, grupą  $\text{CH}_3$  (schemat 11). Pierwotnie przypuszczano, że dezaminacyjna droga rozpadu katecholamin była najważniejsza, wyniki jednak najnowszych badań zdają się przemawiać na korzyść dezaktywacji i rozpadu zachodzącego przez metylowanie katecholamin. Okazało się bowiem, że aktywność farmako-fizjologiczna związku zmetylowanego jest znacznie mniejsza od aktywności związku wyjściowego (bardzo istotny fakt z punktu widzenia czynności).

Na podstawie licznych badań wykazano, że MAO nie tylko są enzymami odpowiedzialnymi za procesy dezaminacji oksydacyjnej katecholamin, lecz wywierają również wpływ regulujący na stężenie monoamin w neuronie. Enzymy MAO działają śródkomórkowo i są związane z mitochondriami (schemat 12). Godny podkreślenia jest fakt, że enzymy MAO



Schemat 12



Schemat 11



nie wpływają na katecholaminy zawarte w „ziarnistych” pęcherzykach synaptycznych. Pozwoliło to wysunąć hipotezę, iż katecholaminy występujące w obrębie zakończeń nerwowych neuronu znajdują się w dwu różnych rezerwach. Występują one mianowicie na terenie neuronu w postaci: 1) cząsteczek katecholaminy rozproszonych po całym neuronie, dostępnych dla enzymów MAO, a określanej mianem „rezerwy wolnej”, oraz 2) jako cząsteczki katecholaminy skoncentrowane w pęcherzykach synaptycznych (ziarnistych) w postaci związanej z ATP w stosunku 4:1 i niedostępnej dla enzymów MAO, a określanej mianem „rezerwy związanej”. Drugą grupę wspomnianych enzymów katabolicznych katecholamin stanowią enzymy COMT, występujące pozakomórkowo praktycznie wszędzie na terenie całego organizmu, a także i mózgowia (schemat 12). COMT wywiera swoje działanie na katecholaminy znajdujące się w łożysku naczyń krwionośnych lub katecholaminy uwalniane przez zakończenia włókien pozazwojowych do przestrzeni pozakomórkowej, co wskazywałoby na jego prawdopodobne powiązanie z receptorami adrenergicznymi.

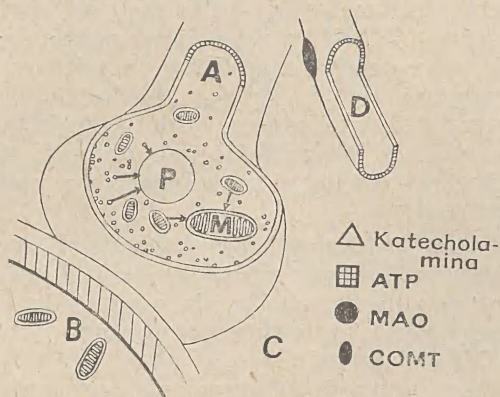
Oba z wymienionych układów enzymatycznych, tj. MAO i COMT, mogą podlegać blokowaniu przez pewne związki chemiczne, które w ten sposób będą oddziaływać na metabolizm katecholamin. Spośród związków blokujących enzymy MAO zasługują na uwagę pochodne hydrazyny, dla enzymów zaś COMT pirogalol.

Przy analizie procesów hamowania czynności enzymatycznej MAO przez substancje blokujące okazało się, że związki te nie są zdolne blokować uwalnianie monoamin z pozazwojowych zakończeń sympatycznych zachodzącego pod wpływem środków pobudzających układ sympatyczny.

Uważa się, że w procesie przyjmowania monoamin przez neurony sympatyczne muszą działać co najmniej dwa mechanizmy. Jeden jest związany z transportem monoamin przez błonę komórkową, a drugi z wprowadzeniem ich do „rezerwy związanej”. Prawdopodobnie, jak przypuszczamy, drugi z tych mechanizmów ulega zablokowaniu przez rezerpinę, dzięki czemu wzrasta ilość monoamin w „rezerwie wolnej”. W wyniku tego działania rezerpiny dochodzi do nasilenia procesów katalizowanych przez enzymy MAO manifestującego się wzmożeniem wydzielania produktów rozpadu katecholamin do przestrzeni pozakomórkowej. Aby ułatwić zrozumienie działania substancji przekaźnikowych monoaminoergicznych oraz ich znaczenia klinicznego, przedstawimy na kilku schematach poszczególne fazy ich syntezy, magazynowania i uwalniania, ze wskazaniem miejsc, na które działają w poszczególnych etapach substancje hamujące te procesy. Na schemacie 13 przedstawiono wszystkie elementy anatomiczne, pomiędzy którymi i w obrębie których dokonują się procesy syntezy i rozpadu katecholamin. Przez A oznaczono zarówno neuron sympatyczny pozazwojowy, jak i jeden z neuronów — ogień — w łańcuchu neuronalnym na terenie CSN. W zakończeniu tym uwalniana jest jedna substancja przekaźnikowa monoaminoergiczna. M — reprezentuje przesadnie powiększony mitochondrion, zaś P — tak samo wyolbrzymiony pęcherzyk synaptyczny. B — to komórka wykonawcza (gruczoł, włókno mięśniowe gładkie lub błona postsynaptyczna kolejnego neuronu). C — oznacza przestrzeń pozakomórkową, zaś D — naczynie krwionośne kapilarne, dostarczające albo

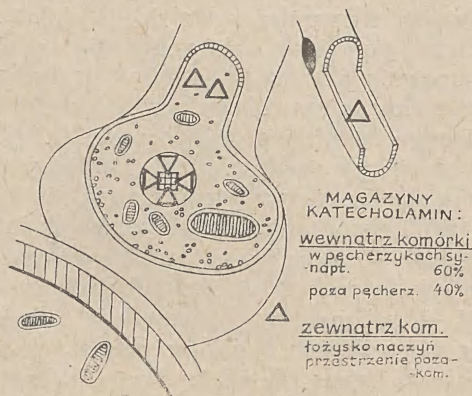
związki wyjściowe dla syntezy substancji przekąźnikowej albo całe jej molekuly.

Katecholaminy mogą być syntetyzowane na terenie neuronu lub są dostarczane przez łożysko naczyniowe w gotowej postaci. Jak już wspominaliśmy uprzednio, w obrębie neuronu — szczególnie w jego zakończeniu — są dwa sposoby magazynowania katecholamin: tzw. „rezerwa wolna” i „rezerwa związana”. Oprócz tego istnieje jeszcze jeden sposób gromadzenia katecholamin w postaci „rezerwy pozakomórkowej”, która



Schemat 13

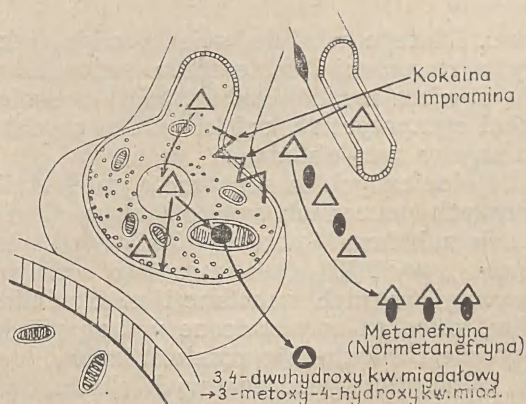
obejmuje przestrzenie pozakomórkowe i łożysko naczyniowe. Katecholamina zdeponowana w pęcherzykach synaptycznych (typu „ziarnistego”) jest fizjologicznie nieczynna, niemniej może ona być z nich w pewnym stopniu uwalniana. Jak z tego widać, pęcherzyki synaptyczne spełniają rolę ochronną w stosunku do substancji przekąźnikowej, chroniąc ją przed działaniem enzymów zawartych w mitochondriach i cytoplazmie (schemat 14). Około 40% noradrenaliny znajdującej się w zakończeniach nerwowych stanowi „rezerwę wolną” tj. występuje w postaci molekuł rozproszonych w neuroplazmie. Natomiast około 60% tej substancji prze-



Schemat 14

każnikowej znajduje się w „rezerwie związanej” w pęcherzykach synaptycznych typu „ziarnistego”. Pomiedzy tymi dwoma formami magazynowania katecholamin w neuronie istnieje pewna równowaga, którą ustalają takie czynniki, jak aktywny transport, bierna dyfuzja, a także procesy syntezy i resyntezy enzymatycznej.

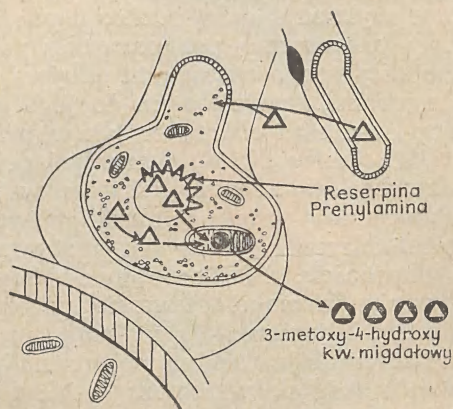
Komórki nerwowe wykazują dużą zdolność pobierania katecholamin z krwiobiegu oraz przestrzeni pozakomórkowych. Zdolność ta jest związana z procesem aktywnego transportu odbywającego się w poprzek błony komórkowej neuronu, skierowanym do jego wnętrza. Przyjmujemy, iż zjawisko to ma ten sam charakter jak w przypadku zachowania czynnej różnicy stężeń jonów Na/K, warunkującej utrzymywanie się potencjału spoczynkowego w neuronie. Zatem w procesie aktywnego transportu katecholamin do wnętrza komórki nerwowej mamy do czynienia również z mechanizmem pompy enzymatycznej, której czynność jest warunkowana obecnością ATP oraz jonów  $Mg^{++}$ . Mechanizm ten może ulegać blokowaniu farmakologicznemu przez takie związki, jak kokaina czy imipramina. Wywierając swój blokujący wpływ na mechanizm pompy związki te nasilają rozkład noradrenaliny pozakomórkowej przez COMT, co manifestuje się wzrostem stężenia metanefryny i normetanefryny w moczu, przy równoczesnym spadku poziomu 4-hydroksy-3-metoksy kwasu migdałowego (schemat 15). W fizjologicznych wa-



Schemat 15

runkach działania transportu aktywnego noradrenalina lub inna monoamina po dostaniu się do wnętrza neuronu jest wprowadzana na jego terenie do „rezerwy wolnej” lub „rezerwy związanej”. W przypadku wprowadzania katecholaminy z „rezerwy wolnej” (wydaje się ona być magazynem, do którego katecholamina jest wprowadzana w pierwszej kolejności) do pęcherzyków synaptycznych (ziarnistych) odgrywa dużą rolę transport aktywny. Transport ten może podlegać blokowaniu przez takie związki, jak np. rezerpina lub prenylamina. Oba te związki bardzo silnie hamują procesy aktywnego wprowadzania katecholaminy do „rezerwy związanej”, a ponadto prenylamina dodatkowo wywołuje całkowite zniknięcie zgromadzonych uprzednio w zakończeniach nerwowych ziarnistych pęcherzyków synaptycznych. Po zastosowaniu jednego z tych związków dochodzi do wzrostu stężenia substancji przekaźnikowej w zakresie „rezerwy wolnej”. Dzięki temu substancja ta podlega dość

intensywnemu rozkładowi przez enzymy MAO (jest bowiem dla nich dostępna) na terenie zawierających te enzymy mitochondriów (schemat 16). Następstwem tego ułatwionego rozkładu substancji przekąźnikowej — noradrenaliny — jest ograniczenie w dość znacznym stopniu jej

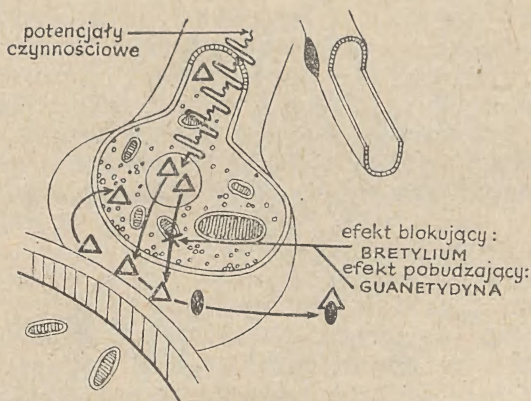


Schemat 16

działania na efektor. Dlatego właśnie związki takie, jak zwłaszcza prenylamina znalazły zastosowanie w leczeniu schorzeń naczyń wieńcowych. Blokują one bowiem mechanizm napadów dusznicy bolesnej, wyzwalany przez układ sympatyczny, dzięki bardzo wydatnemu obniżeniu stężenia noradrenaliny w tym układzie.

W warunkach fizjologicznych ta substancja przekąźnikowa jest uwalniana w pozawojowych neuronach sympatycznych pod wpływem stale docierających do ich zakończeń potencjałów czynnościowych neuronu. Potencjały te mogą „opróżnić” częściowo lub całkowicie pęcherzyki synaptyczne z zawartej w nich substancji przekąźnikowej, zwłaszcza z tych pęcherzyków, które są zgromadzone w bezpośrednim sąsiedztwie błony przedsynaptycznej. Substancja przekąźnikowa zmagazynowana w zakresie „rezerwy wolnej” nie podlega wydzieleniu do przestrzeni synaptycznej przez działający na zakończenie potencjał czynnościowy (schemat 17). Mechanizm uwalniania noradrenaliny przez potencjał czynnościowy wykazuje duże podobieństwo do uwalniania acetylocholin w synapsach cholinergicznym lub zakończeniach nerwowo-mięśniowych (płytko motoryczna). W zakończeniach synaptycznych obserwuje się jednak stałe uwalnianie niewielkich porcji noradrenaliny, pewien bowiem nieduży procent cząsteczek katecholaminy nie jest sprzęgnięty na terenie pęcherzyka synaptycznego z ATP. Fakt uwalniania tych drobnych ilości substancji przekąźnikowej warunkuje obserwowane tzw. mikropotencjały na błonach postsynaptycznych, które, jak się przyjmuje, jest powodem istnienia tzw. szumu synaptycznego. Mechanizm fizjologicznego uwalniania substancji przekąźnikowej przez potencjał czynnościowy możemy „naśladować” w sposób sztuczny przez zastosowanie np. guanetydyny, jak również dowolnie go blokować innymi związkami, np. bretylium. Podobnie do guanetydyny działają wszystkie inne środki sympatykomimetyczne. W mechanizmie uwalniania noradrenaliny z „rezerwy związanej” przez potencjał czynnościowy, guanetydynę lub inne sym-

patomimetyka wydaje się, iż bardzo ważną rolę odgrywa obecność jonów  $\text{Ca}^{+}$  i prawdopodobnie acetylocholiny. Uwolniona z zakończenia synaptycznego noradrenalina wywiera swoiste działanie na błonę post-synaptyczną, gdzie podlega dezaktywacji przez COMT, jak również w



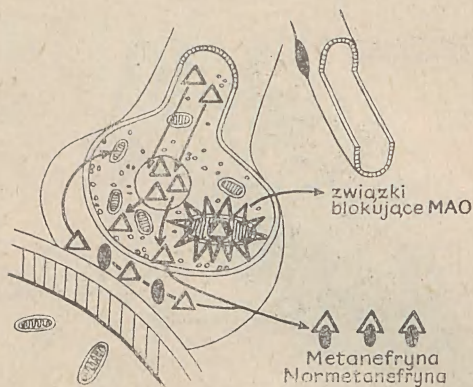
Schemat 17

dość dużym procencie jest pobierana zwrotnie przez neuron. Ponadto zjawisku uwalniania monoaminy z pęcherzyków synaptycznych do przestrzeni synaptycznej pod wpływem potencjałów czynnościowych neuronu towarzyszy następowo nasilenie procesów syntezy miejscowej katecholaminy a także jej aktywne pobieranie przez neuron i uzupełnianie w „rezerwie związanej”.

Jak już wiemy, enzymy MAO zawarte w mitochondriach mogą wywierać wpływ dezaktywujący na substancję przekaźnikową magazynowaną tylko w zakresie „rezerwy wolnej”. Wiemy również, że katecholamina po wnিকnięciu do neuronu ma tylko dwie możliwości: albo zostaje wprowadzona do pęcherzyków synaptycznych (rezerwa związana), albo pozostając w zakresie „rezerwy wolnej” jest dezaktywowana na terenie mitochondriów przez zespół enzymów MAO. W tym ostatnim przypadku zdezaktywowana katecholamina zostaje wydalona przez neuron w postaci 3-metoksy-4-hydroksy kwasu migdałowego (świadczy o tym pojawienie się tego związku w moczu). Obecnie dysponujemy dużą grupą związków takich, jak np. nialamid, izokarboksazyd itd., które, blokując działanie enzymów MAO, powodują wzrost stężenia katecholamin w zakresie obu rezerw wewnątrzkomórkowych (schemat 18). Możemy przeto stwierdzić, że związki te wpływają oszczędzająco na katecholaminy endogenne, dzięki czemu znalazły one szczególnie szerokie zastosowanie w leczeniu przypadków silnych stanów depresyjnych.

Zrozumienie sposobu działania dużej grupy leków, między innymi prenylaminy, na procesy magazynowania i uwalniania katecholamin zawdzięczamy poznaniu wpływów wywieranych na te procesy przez rezerpinę (schemat 19). W fazie początkowej swego działania rezerpina blokuje proces aktywnego transportu katecholamin do „rezerwy związanej”. Dzięki temu wzrastające stężenie katecholaminy w „rezerwie wolnej” będzie z jednej strony nasilać procesy ich dezaktywacji przez MAO, z drugiej zaś, jak już wiemy, katecholamina zawarta w pęcherzy-

kach synaptycznych jest stale uwalniana w niewielkich porcjach do przestrzeni synaptycznej. Przychodzące potencjały czynnościowe będą wywoływały uwalnianie dodatkowych porcji substancji przekąźnikowej z pęcherzyków synaptycznych, tak że po pewnym czasie dojdzie do wy-



Schemat 18

czerpania się zapasów zawartych w „rezerwie związanej”. Następstwem tego jest stan-faza późna działania rezerpiny, w którym kolejny potencjał czynnościowy nie będzie już w stanie wywołać reakcji ze strony efektora noradrenergicznego. Możemy zatem powiedzieć, że rezerpina lub pre-



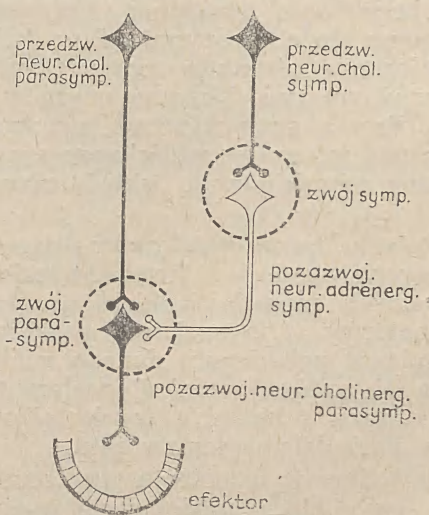
Schemat 19

nylamina są związkami, które opróżniając neuron z katecholamin zawartych w „rezerwie związanej” oraz uniemożliwiając uzupełnienie tej rezerwy działają przeciwnie niż nialamid, a więc nie oszczędzając katecholamin endogennych prowadzą do przerwania przewodnictwa synaptycznego w pozazwojowych włóknach sympatycznych.

Dzięki tym faktom, których uzyskanie było możliwe przy zastosowaniu wspomnianych na początku metod badawczych, a szczególnie histochemicznych metod fluorescencyjnych, została stwierdzona z abso-

lutną pewnością obecność pozazwojowych zakończeń włókien sympatycznych w zwojach obwodowych układu parasympatycznego. Tak więc kadłub komórki zwojowej układu parasympatycznego, pozostając w kontakcie czynnościowym z włóknem pozazwojowym sympatycznym, podlega działaniu substancji przekaźnikowej uwalnianej przez zakończenia sympatyczne, noradrenaliny. Fakt ten ma bardzo doniosłe znaczenie i konsekwencje dla czynności, jak również zdolności integrujących peryferycznego neuronu parasympatycznego (schemat 20). Jak widać, pobudzająca czynność acetylocholino nie jest więc jedynym czynnikiem wpływającym na pracę zwojowej komórki parasympatycznej, lecz praca ta jest dodatkowo modulowana przez działanie w przewodzie hamujące noradrenaliny uwalnianej w synapsach włókien pozazwojowych układu sympatycznego.

Całość zagadnienia, która stanowiła przedmiot naszego zainteresowania, dowodzi, jak w świetle nowych faktów konieczne jest dokonanie rewizji naszych poglądów na zależności czynnościowe zdawałoby się dobrze poznanego układu neuronalnego, jakim jest system autonomiczny. Współczesny bardziej złożony model zależności i związków pomiędzy neuronami układu autonomicznego pozwala nam skonstatować, że



Schemat 20

czynności integracyjne w układzie autonomicznym mogą być realizowane nie centralnie, lecz na obwodzie, przy współdziałaniu elementów sprzężeń zwrotnych wykonujących te czynności regulujące.

#### PODSUMOWANIE

Współczesne metody badawcze, takie jak mikroskopia elektronowa, biochemiczno-fluorescencyjne, neurofizjologiczno-farmakologiczne pozwoliły na głębsze i wszechstronniejsze poznanie zależności czynnościowych w zakresie obwodowego systemu wegetatywnego.

1. Poznanie procesów metabolicznych oraz ich sekwencji zachodzących w organizmie kręgowca pozwoliło ustalić, że substratem wyjściowym dość dużej grupy tzw. amin biogennych są aminokwasy, takie jak tyrozyna i tryptofan.

2. Z grupy amin biogennych wyodrębniono dwie kategorie związków ważnych biologicznie, a mianowicie: katecholaminy i indolaminy.

3. Katecholaminy, którym poświęcono główną uwagę w artykule, są związkami odgrywającymi doniosłą rolę w przekaźnictwie synaptycznym na terenie obwodowego i centralnego systemu nerwowego. Katecholaminami obwodowego systemu wegetatywnego są dopamina, noradrenalina i adrenalina. Te aminy biogenne, podobnie jak acetylocholina, są związkami gromadzonymi przez neuron w pęcherzykach synaptycznych — elektronowo gęstszych o strukturze ziarnistej — w obrębie zakończeń synaptycznych.

4. Bardzo istotnym etapem syntezy katecholamin w neuronie jest etap przemiany tyrozyny w dopę, katalizowanej przez hydroksylazę tyrozyny, warunkującej szybkość powstawania noradrenaliny. Reakcja ta może ulegać blokowaniu przez takie związki, jak np. alfa-metyldopa. Dzięki temu pochodne tego związku oraz jemu pokrewne znalazły zastosowanie w leczeniu jako środki hypotensyjne.

5. Dopamina — bezpośredni prekursor noradrenaliny jest ważnym związkiem wykazującym dużą aktywność farmakologiczną. Przyjmuje się, że jest aminą biogenną ośrodków motorycznych układu pozapiramidowego, a także ważnym związkiem czynnym w obwodowym systemie wegetatywnym. Proces enzymatyczny przekształcania dopaminy w noradrenalinę warunkują, oprócz właściwego enzymu, obecność tlenu molekularnego i kwasu askorbinowego jako koenzymu. Reakcja ta jest wrażliwa na CO.

6. Różnice w działaniu farmakologicznym katecholamin na narządy wykonawcze tłumaczy się zgodnie z teorią Ahlquista istnieniem w zakresie błon komórkowych mięśni gładkich, gruczołów, ścian naczyń, tzn. alfa- i beta-receptorów. Alfa-receptory zgodnie z teorią Ahlquista odgrywają główną rolę w pobudzaniu danego narządu wykonawczego, beta-receptory zaś są ich antagonistami. Receptory te wykazują swoisty sposób reagowania z daną substancją przekaźnikową, wywołując odpowiednią reakcję w narządzie wykonawczym.

7. Katecholaminy podlegają w ustroju procesom dezaktywacji i rozkładu. W procesach tych biorą udział dwie ważne grupy enzymów, a mianowicie: monoaminooksydazy (MAO) i transferazy katecholowo-O-metylowe (COMT). Enzymy MAO zawarte w mitochondriach są odpowiedzialne za śródkomórkową dezaminację oksydacyjną katecholamin. Enzymy te nie działają na katecholaminy zgromadzone w pęcherzykach synaptycznych. Enzymy COMT występujące pozakomórkowo na terenie całego ustroju katalizują procesy metylowania katecholamin uwalnianych przez synapsę (do przestrzeni pozakomórkowej) lub zawartych w łożysku naczyniowym.

8. Katecholaminy występują na terenie neuronu w postaci dwu rezerw: tzw. „rezerwy wolnej”, którą stanowi 40% katecholaminy w postaci molekuł rozproszonych po całym neuronie oraz „rezerwy związanej” złożonej z cząsteczek katecholaminy skoncentrowanej w pęcherzykach synaptycznych, gdzie są one związane z ATP w stosunku 4:1. Ta rezerwa obejmuje około 60% katecholaminy zawartej w neuronie.



9. W procesach pobierania monoamin przez neurony odgrywają rolę co najmniej dwa mechanizmy. Jeden z nich wprowadza monoaminę przez błonę neuronu do jego wnętrza, drugi zaś wiąże się z wprowadzeniem jej do pęcherzyków synaptycznych i sprzęgnięciem z ATP. Mechanizmy pobierania przez neuron i wprowadzania katecholaminy do pęcherzyków synaptycznych określamy mianem transportu aktywnego, który polegać ma na zasadach pompy enzymatycznej, takiej jaką spotykamy w neuronie przy czynnym utrzymywaniu przez niego równowagi Na/K warunkującej występowanie potencjału spoczynkowego. Działanie mechanizmu pompy warunkującej pobieranie i wprowadzanie do pęcherzyków synaptycznych katecholaminy przez neuron może ulegać odwracalnemu blokowaniu przez takie związki, jak rezerpina czy prenylamina.

10. W warunkach fizjologicznych katecholamina zawarta w pęcherzykach synaptycznych zgromadzonych w zakończeniu nerwowym jest uwalniana przez stale docierające do zakończenia potencjały czynnościowe neuronu. Katecholamina zawarta w „rezerwie wolnej” nie podlega wydzieleniu z neuronu pod wpływem jego potencjału czynnościowego. Ponadto w synapsie ma miejsce stałe uwalnianie niewielkich porcji substancji przekaźnikowej, co warunkuje obserwowane mikropotencjały na błonie postsynaptycznej.

11. Procesy dezaktywacji przez enzymy MAO mogą być hamowane przez dużą grupę leków takich, jak np. nialamid, izokarboksazyd. Wywołany dzięki temu wzrost poziomu stężenia katecholaminy w zakończeniu nerwowym w zakresie obu rezerw jest momentem istotnym przy leczeniu stanów depresyjnych (endogennych) w klinikach psychiatrycznych. Jednocześnie wpływając hamująco na procesy pobierania katecholamin przez neuron oraz wprowadzania ich do pęcherzyków synaptycznych takimi środkami, jak rezerpina czy prenylamina możemy przerywać w sposób odwracalny, przenoszenie impulsów nerwowych z włókna pozazwojowego na efektor.

12. W świetle tych faktów okazała się konieczna rewizja naszych poglądów na zależności czynnościowe w zakresie obwodowego systemu autonomicznego. Stwierdzono bowiem bez wątpliwości, że zakończenia włókien pozazwojowych sympatycznych wchodzi w kontakt czynnościowy z kadłubami komórek zwojowych parasympatycznych. Ten bardziej złożony model zależności i związków pomiędzy neuronami pozazwojowymi układu autonomicznego uprawnia nas do stwierdzenia, że czynności integrujące w obrębie tego układu mogą być realizowane na obwodzie, a nie, jak dotąd ujmowaliśmy, jedynie centralnie.

#### LITERATURA

- [1] Brodal A. — *Neurological anatomy*, Wyd. II, Oxford Univ. Press., 1969.
- [2] Campbell H. J. — *Correlative physiology of the nervous system*, Academic Press., London, New York, 1965.
- [3] Eccles J. C. — *Fizjologia synapsy nerwowych*, PZWL, Warszawa, 1963.
- [4] v. Euler U. S. — *Adrenergic neuroeffector transmission*, Wyd. zbior. pod red. Bourne G. H. — *The structure and function of the nervous tissue*, Academic Press., New York, London, 1969.

- [5] Januszewicz W. — *Katecholaminy, rola w chorobach układu krążenia*, PZWL, Warszawa, 1972.
- [6] Ruch T. C., Fulton J. F. — *Medical physiology and biophysics*, Saunders Comp., Philadelphia, London, 1960.
- [7] Schadé J. P. — *Die Funktion des Nervensystem*, Gustav Fischer, Vrl., Stuttgart, 1971.
- [8] Schadé J. P., Ford D. H. — *Basic Neurology*, Elsevier Publ. Comp., Amsterdam, 1971.

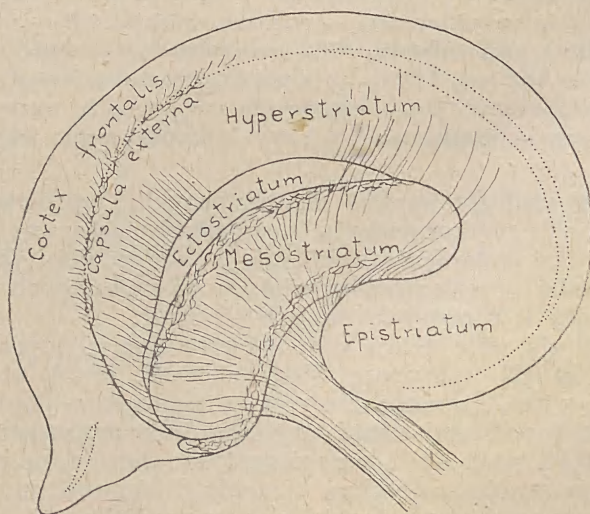
Uwagi: schematy od nr 2 do nr 20 wzorowane na rys. J. P. Schadé.

## BUDOWA I FUNKCJE PRAŻKOWIA PTAKÓW

Zagadnienie roli kresomózgowia ptaków jest interesujące ze względu na odrębność rozwoju ewolucyjnego tej gromady zwierząt.

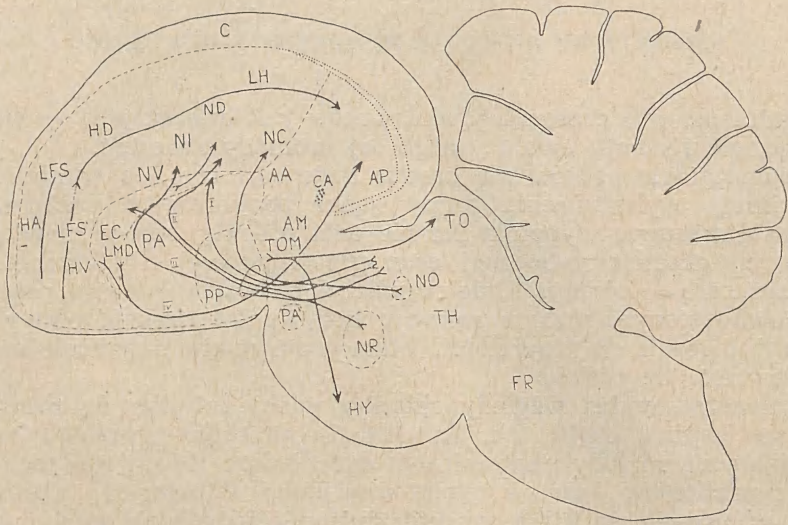
Kresomózgowie ptaków ma bardzo duże rozmiary, co wynika głównie z silnego wykształcenia grupy jąder podkorowych prążkowie — striatum. Prążkowie wypełnia prawie całą półkulę, oprócz niewielkiego obszaru jej grzbietowo-bocznej oraz przyśrodkowej powierzchni zajętego przez korę — cortex. Silnie rozwinięte oraz zróżnicowane prążkowie (przy równoczesnym słabym rozwoju kory) pełni funkcje najwyższego ośrodka integracji dla czynności, które odgrywają najważniejszą rolę w zachowaniu się ptaków.

Wymienione wyżej względy skłoniły wielu autorów do zainteresowania się budową prążkowie. Ze względu na słabo rozwinięte metody badań (głównie metody anatomiczne) ograniczano się do ogólnego opisu struktur prążkowie. Jeden z inicjatorów badań Edinger [4], wprowadził podział prążkowie na kilka strukturalnie różniących się części: hyperstriatum, epistriatum, mesostriatum, ectostriatum (rys. 1). Hyperstriatum zajmuje grzbietową część prążkowie. Hyperstriatum Edingera dzielimy obecnie na hyperstriatum i neostriatum. Nomenklatura Edingera nie jest w pełni stosowana przez autorów współczesnych. Można sądzić, że torebka zewnętrzna (capsula externa) (Edinger) odpowiada blaszce przedniej górnej (lamina frontalis superior) (autorów współczesnych) (rys. 1, 2). Inne zgrupowanie włókien tworzy blaszkę rdzenną grzbie-



Rys. 1. Schemat przekroju strzałkowego przez półkulę ptaka (wg Edingera)

tową (lamina medullaris dorsalis). Błazka ta przykrywa mesostriatum (według Edingera) (obecnie paleostriatum primitivum i paleostriatum augmentatum). W tylnym odcinku półkuli znajduje się epistriatum, nazwane niżej archistriatum, odznaczające się dużą liczbą połączeń. Część z nich tworzy spoidło przednie (commissura anterior). Osobliwą część prążkowiec stanowi ectostriatum, które jest właściwe tylko ptakom.



Rys. 2. Schemat połączeń prążkowiec ptaków. AA — archistriatum anterior, AI — archistriatum intermedium, AM — archistriatum mediale, AP — archistriatum posterior, AP' — area preoptica, C — cortex, CA — commissura anterior, EC — ectostriatum, FR — formatio reticularis, HA — hyperstriatum accessorium, HD — hyperstriatum dorsale, HV — hyperstriatum ventrale, HY — hypothalamus, LFS — lamina frontalis suprema, LFS' — lamina frontalis superior, LMD — lamina medullaris dorsalis, NC — neostriatum caudale, ND — neostriatum dorsale, NI — neostriatum intermedium, NO — nucleus ovoidalis, NR — nucleus rotundus, PA — paleostriatum augmentatum, PP — paleostriatum primitivum, TH — thalamus, TO — tectum opticum, TOM — tractus occipito-mesencephalicus, I — tractus thalamo-frontalis medialis, II — tractus thalamo-frontalis intermedialis, III — tractus thalamo-frontalis lateralis, IV — tractus fronto-archistriaticus

Dzięki udoskonaleniu metod anatomicznych, wprowadzeniu metod degeneracyjnych i wykorzystaniu rozmaitych obserwacji fizjologicznych możliwe jest dokonanie dokładniejszego podziału prążkowiec oraz ustalenie kierunku przewodnictwa włókien występujących w jego obszarze i wychodzących z niego do innych struktur.

Zapoznajmy się więc bliżej z budową i funkcją prążkowiec. Według Ariëns Kappers [2] najstarszą filogenetycznie część stanowi paleostriatum primitivum, graniczące z tylnym końcem z międzymózgowiem oraz leżące do przodu od niego paleostriatum augmentatum (rys. 2). Do ośrodków tych dochodzi i przebiega tranzytem kilka pasm włókien: droga wzgórzowo-czołowa boczna (tractus thalamo-frontalis lateralis), pośrednia (tractus thalamo-frontalis intermedialis) i przyśrodkowa (tractus thalamo-frontalis medialis) (rys. 2, III, II, I). Przednią ścianę

paleostriatum augmentatum zamyka blaszka zbudowana z włókien — lamina medullaris dorsalis — stanowiąca jednocześnie granicę pomiędzy paleostriatum augmentatum i leżącym od niego do przodu i grzbietowo ectostriatum. W blaszce znajdują się zakończenia części drogi wzgórzowo-czołowej pośredniej oraz większości włókien drogi wzgórzowo-czołowej przysrodkowej. Tryhubczak [10] stwierdziła, że u wróbla włókna tej drogi nie wychodzą poza blaszkę rdzenną grzbietową.

Ectostriatum jest bardzo charakterystyczne dzięki występowaniu w nim gęstego spłotu włókien. Uczestniczy ono w funkcjach wzrokowych ptaków [5]. Pod wpływem lezji ectostriatum dają się zauważyć ubytki wzrokowe w zakresie intensywności widzenia i rozróżnienia wzorów tresurowych, jakimi testowano ptaki przed zabiegiem i po zabiegu. Ubytki nie były spowodowane ślepotą, ponieważ ptaki nie napotykały na trudności w trakcie poszukiwania pokarmu. W oparciu o metody elektrofizjologiczne Karten i Revzin [7] wykazali, że projekcja wzrokowa do ectostriatum pochodzi z jądra okrągłego (nucleus rotundus) położonego we wzgórzu — thalamus. Jednocześnie stwierdzono istnienie podobnych ubytków wzrokowych po uszkodzeniu jądra okrągłego, jak i po uszkodzeniu ectostriatum. Niemniej jednak dotychczas używane metody nie pozwoliły na rozróżnienie funkcji wzrokowych ectostriatum i jądra okrągłego.

Ectostriatum połączone jest dwiema wiązkami włókien z leżącym grzbietowo oraz doogonowo od niego neostriatum. W obrębie neostriatum wyróżnia się kilka części: neostriatum caudale, jak nazwa wskazuje, jest to najdalej do tyłu wysunięty odcinek neostriatum, neostriatum intermedium przylegające do grzbietowej powierzchni ectostriatum oraz leżących ponad nim neostriatum dorsale i ventrale. W obrębie neostriatum ventrale znajdują się zakończenia drogi wzgórzowo-czołowej pośredniej i części włókien drogi wzgórzowo-czołowej bocznej (rys. 2). Drogi te dochodzą do blaszki czołowej górnej (lamina frontalis superior), którą tworzy warstwa równolegle ułożonych włókien. Neostriatum dorsale zawiera niewielką liczbę włókien łączących dwie blaszki: lamina frontalis superior i lamina frontalis suprema, usytuowana do przodu od poprzedniej.

Pole L (wg nomenklatury Rosego) w neostriatum caudale zaopatrywane jest przez włókna pochodzące z nucleus ovoidalis znajdującego się we wzgórzu. Przy użyciu metod degeneracyjnych oraz elektrofizjologicznych Karten [6] ustalił, że włókna te stanowią ostatni fragment drogi słuchowej.

Hyperstriatum zajmuje najbardziej przedni odcinek półkuli ptaków. Składa się ono z hyperstriatum accessorium, hyperstriatum dorsale i ventrale. Obszar ten odznacza się bardzo znikomym i delikatnym utkaniem włókien. Cohen i Pitts [3] dokonywali drażnienia prądem stałym obszaru hyperstriatum accessorium. Drażnienie hyperstriatum wywoływało stały ruch głowy. Wyniki badań wskazują na to, że powyższy obszar odpowiedzialny jest za wzrokową kontrolę ruchu.

W oparciu o metody degeneracyjne Adamo [1] stwierdził istnienie połączenia hyperstriatum z lamina frontalis superior, lamina medullaris dorsalis, lamina hyperstriatica oraz z konarami mózgu (pedunculi cerebri), w których skład wchodzi: droga wzgórzowo-czołowa boczna, pośrednia i przysrodkowa.

Archistriatum zajmuje tylną część półkuli ptaka; rozciąga się ono

doogonowo od paleostriatum i neostriatum (rys. 2). Archistriatum ma liczne połączenia włókien. Obszar ten w obu półkulach spaja spoidło przednie (commissura anterior). W grzbietowej części archistriatum bierze początek lamina hyperstriatica, stanowiąca połączenie pomiędzy hyperstriatum i archistriatum. Przebiega ona ku tyłowi łukiem poprzez neostriatum. Lamina hyperstriatica jest zmienna u różnych ptaków. U niektórych gatunków, np. u wróbla, stanowi ona szerokie pasmo włókien, które sięga do bocznej ściany komory bocznej. Przedni jej odcinek może u niektórych ptaków rozdzielać się na dwa ramiona.

Z boczno-brzuszej strony archistriatum podąża do przodu tractus fronto-archistriaticus wzdłuż, powierzchni podstawnej półkuli. Boczna część drogi kieruje się wprost do ectostriatum. Część przyśrodkowa wnika w obręb blaszki rdzennej grzbietowej, skąd przechodzi do ectostriatum. Ostatnie odgałęzienie tractus fronto-archistriaticus biegnie do neostriatum ventrale.

Przy użyciu metod elektrofizjologicznych Phillips [9] wykrył bezpośrednie połączenie archistriatum z neostriatum, paleostriatum i septum. W międzymózgowiu otrzymano szybkie odpowiedzi w podwzgórzcu (hypothalamus) i polu przedwzrokowym (area preoptica). Możliwy jest także wpływ na przysadkę.

Ustalenie homologii pomiędzy poszczególnymi rejonami mózgu ptaków i ssaków od dawna zaprzętało uwagę badaczy, natrafiło jednak na trudności wynikające z odmienności budowy mózgu tych dwu gromad. Ariëns Kappers [2] wysunął sugestię, że archistriatum ptaków odpowiada amygdali ssaków (na skutek silnego połączenia ze spoidłem przednim) i w ten sposób jako część systemu limbicznego, ściśle związana jest z podwzgórzem.

W archistriatum ptaków wyróżnia się cztery części: archistriatum przednie (anterior), pośrednie (intermedium), tylne (posterior) i przyśrodkowe (mediale). Archistriatum posterior i mediale połączone są z podwzgórzem poprzez tractus occipito-mesencephalicus (rys. 2). Niepodwzgórzowa komponenta tractus occipito-mesencephalicus bierze początek w archistriatum anterior i intermedium. Archistriatum wysyła projekcje do wzgórza (thalamus), płatów wzrokowych (tectum opticum), nakrywki (tegmentum), bocznego tworów siateczkowego (formatio reticularis lateralis) oraz do jąder czuciowych pnia mózgowego. Przednia część archistriatum może być włączona w somatyczne mechanizmy efektorowe; pod względem czynnościowym może być porównywana z sensorimotor cortex ssaków. Kresomózgowiowe aferentne projekcje archistriatum, tj. lamina hyperstriatica i tractus fronto-archistriaticus kończą się w somatycznych częściach archistriatum.

Na podstawie ostatnich doniesień Zeiera i Kartena [11] należy uważać, że bardziej doogonowo-przyśrodkowa część archistriatum uznana jest za „limbiczną”, gdy natomiast przednie i tylne archistriatum są „sensorimotoryczne somatyczne”. Zrozumienie widocznych rozbieżności w morfologii odnośnych stref stanie się łatwiejsze, jeżeli weźmiemy pod uwagę rozwój embrionalny wybranych obszarów archistriatum ptaków i kory ssaków. Archistriatum ptaków oraz część kory nowej ssaków powstały z podpłaszczowej wyniosłości grzbietowego brzegu komory bocznej. Neuroblasty podpłaszczowej wyniosłości ssaków mogą migrować do płaszcza (pallium), gdy homologiczne populacje neuroblastów zwierząt niessących pozostają zbliżone in situ i w ten sposób

tworzą strukturę „striatalną” z połączeniami oraz kojarzeniem funkcjonalnym dającym się porównać z korą nową ssaków, mimo różnej lokalizacji w kresomózgowiu.

Próby znalezienia homologicznych struktur w kresomózgowiu ssaków i ptaków nie ograniczono tylko do archistriatum. Studia neurobiologiczne Källena [8] wykazały, że neostriatum, ectostriatum i hyperstriatum ventrale są derywatami tego obszaru cewki nerwowej, który u ssaków bierze udział w formowaniu kory nowej. Można wywnioskować z jego pracy, że neo-, ecto- i hyperstriatum mogą dać się embriologicznie porównać ze szczególną populacją neuronów neokortykalnych, chociaż nie wykazują organizacji warstwowej. Ectostriatum może być specyficzną populacją neuronów w korze nowej ssaków.

Dalsze próby porównania kresomózgowia kręgowców nie będących ssakami z jednej strony oraz ssaków z drugiej mogą się przyczynić do lepszego zrozumienia budowy mózgu ptaków i ssaków. Porównanie należałoby przeprowadzić dwukierunkowo w oparciu o podobieństwo czysto anatomiczne, stosując „kryterium wzajemnego położenia w złożonym układzie” oraz w oparciu o podobieństwo funkcji (najwyższy ośrodek integracyjny). Z dotychczasowych badań embriologicznych można wysnuć wnioski, że części podobne czynnościowo, nie leżące w podobnym układzie u ptaków i ssaków mogą pochodzić z tej samej struktury u wspólnego przodka, a więc są homologiczne.

#### LITERATURA

- [1] Adamo N. J. — *Connection of efferent fibers from hyperstriatal areas in Chicken, Raven and Africal Lovebird*, J. Comp. Neurol., 131, 337—350, 1967.
- [2] Ariëns Kappers C. U., Huber G. C., Crosby E. — *The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates including man*, New York, Macmilan, 1936.
- [3] Cohen D. H., Pitts L. H. — *The hyperstriatal region of the avian forebrain: somatic and autonomic responses to electrical stimulation*, J. Comp. Neurol., 131, 323—333, 1967.
- [4] Edinger L. — *Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane des Menschen und der Tiere*, Leipzig, 1908.
- [5] Hodos W., Karten H. J. — *Visual intensity and pattern discrimination deficits after lesion of ectostriatum in pigeon*, J. Comp. Neurol., 140, 53—68, 1970.
- [6] Karten H. J. — *The ascending auditory pathway in the Pigeon (Columbia livia). II Telencephalic projection of the nucleus ovoidalis thalami*. Brain Research 11, 134—153, 1968.
- [7] Karten H. J., Revzin A. M. — *The afferent connections of the nucleus rotundus in the pigeon*, Brain Research 2, 368—377, 1966.
- [8] Källén B. — *Embryogenesis of brain nuclei in the chick telencephalon*, *Ergebn. Anat. Entw. Gesch.*, 36, 62—82, 1962.
- [9] Phillips R. — *Evoked potential study of connection of avian archistriatum and caudal neostriatum*, J. Comp. Neurol., 127, 89—101, 1966.
- [10] Tryhubczak A. — *The striatum of the pigeon (Columbia domestica) and house-sparrow (Passer domesticus)*, *Acta Biol. Crac., Series: Zool. Vol. XIII.*, 19—27, 1970.
- [11] Zeier H., Karten H. J. — *The archistriatum of the pigeon: organization of afferent and efferent connections*, Brain Research, 31, 313—316, 1971.





## LICZEBNOŚĆ, BIOMASA I PRODUKTYWNOŚĆ DROBNOUSTROJÓW W GLEBIE

Dążenia człowieka do sterowania produktywnością biosfery z zachowaniem jej wartości naturalnej wywołują stały wzrost zainteresowania zagadnieniami ekologicznymi.

Ocena całkowitej produktywności ekosystemów powinna uwzględniać produkcję nie tylko pierwotną, lecz również wtórną. Stąd w badaniach nad rozmiarem występowania, szybkością namnażania i zamierania oraz rozkładu substancji organicznej ważne są wszystkie formy żywej materii, a więc nie tylko wyższe rośliny i zwierzęta, lecz również drobnoustroje.

Badania nad drobnoustrojami mają szczególne znaczenie. Organizmy te są ostatnim ogniwem żywieniowym w łańcuchu troficznym. Są najbardziej reaktywnym składnikiem biocenozy glebowej. Pełnią przede wszystkim funkcję katalizatorów procesów mineralizacji. Biorą również udział w syntezie i transformacji glebowej substancji organicznej.

U drobnoustrojów oznaczenie rzeczywistej liczebności w glebie, ich biomasy oraz współczynników namnażania i aktywności biologicznej w glebie napotyka na większe trudności niż u roślin lub zwierząt. Trudności te wynikają ze swoistych właściwości mikroorganizmów, a także ze złożoności środowiska glebowego.

Obecnie znacznie więcej wiemy o ultrastrukturze komórek drobnoustrojów, a także o chemizmie przebiegających w nich reakcji niż o rzeczywistej liczebności, biomacie i tempie namnażania się w różnych warunkach środowiska.

Prace ekologiczne z zakresu mikrobiologii gleby są przeważnie czysto opisowe. Znaleźć w nich można sprzeczne informacje ze względu na stosowanie różnych, często nieporównywalnych metod.

Ogólną liczebnością drobnoustrojów w glebie przyjęto zwykle nazywać sumę bakterii, promieniowców i grzybów. Przeważnie oznacza się ją jeszcze metodami hodowlanymi, najczęściej metodą płytkową.

Metoda płytkowa polega na posiewie rozcieńczeń glebowych na płytkach agarowych z odpowiednią pożywką. Po pewnym czasie inkubacji liczy się kolonie drobnoustrojów widoczne gołym okiem. Przyjmuje się, że wyrosły one z pojedynczych komórek, zawieszonych w użytym do posiewu rozcieńczeniu gleby.

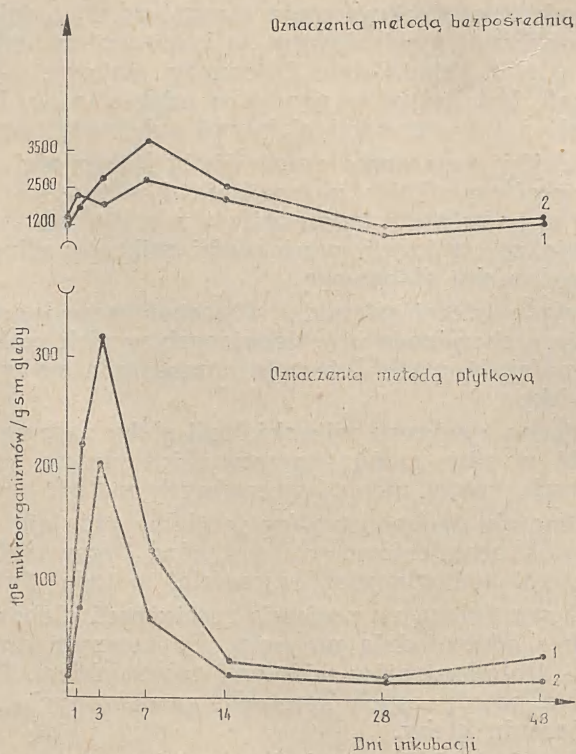
Dokładność metody płytkowej byłaby wielokrotnie większa, gdyby w zawiesinie glebowej drobnoustroje nie tworzyły skupień i można było ustalić skład pożywki odpowiedniej dla wzrostu wszystkich mikroorganizmów.

Tymczasem tylko znikoma część drobnoustrojów w zawieszynie glebowej występuje jako pojedyncze komórki. Większość przylega do cząstek gleby, tworząc mikrokolonie złożone z kilkunastu do kilkuset komórek [14, 20, 33]. Dużą rolę odgrywa zjawisko sorbcji na koloidach glebowych, wynikające głównie z różnicy ładunków elektrycznych elementów komórkowych i glebowych. Ponadto liczne drobnoustroje mogą być scementowane z sobą i cząstkami gleby swoimi wydzielinami śluzowymi. Pewną rolę odgrywają też czepne organelle komórek, jak fimbrie.

Pozytywne wyniki częściowego rozbitcia agregatów złożonych z drobnoustrojów i cząstek gleby dało zastosowanie ultradźwięków [29, 34] lub związków chemicznych powierzchniowo czynnych [35] przy sporządzaniu zawiesin glebowych.

Nie można opracować składu takiej pożywki, na której by rosły wszystkie drobnoustroje glebowe. Selektywność pożywek stosowanych w mikrobiologii wynika bowiem ze zróżnicowania wymagań pokarmowych mikroorganizmów.

Wyniki badań Kaczmarkowej i Kaszubiaka (w druku) wskazują, że metoda płytkowa rejestruje przede wszystkim drobnoustroje reagujące aktywnym wzrostem na dodatek prostych związków organicznych do gleby (rys. 1).



Rys. 1. Zmiany liczności drobnoustrojów przy dodatku do gleby: 1 — liści buraka, 2 — hydrolizatu kazeiny (wg Kaczmarkowej i Kaszubiaka, w druku)

Metoda płytkowa wykrywa od kilkudziesięciu tysięcy do kilkudziesięciu milionów osobników w 1 g gleby [18, 22]. Większe liczebności mikroorganizmów metoda ta ujawnia tylko w strefie korzeniowej roślin wyższych — od kilkudziesięciu milionów do kilku miliardów w 1 g gleby [16, 18].

Wymienione liczebności drobnoustrojów stanowią małą, czasem 1/1000 mikroflory glebowej. Świadczy to o nieprzydatności metody płytkowej dla określenia rzeczywistych rozmiarów populacji. Dane uzyskane tą metodą, szeroko jeszcze stosowaną, wymagają zatem ostrożnej interpretacji.

Znacznie większą wartość mają wyniki uzyskane metodą bezpośredniego liczenia pod mikroskopem. Ta metoda polega na liczeniu drobnoustrojów w preparatach mikroskopowych, przeważnie barwionych, które sporządza się z określonej objętości zawiesiny glebowej. Metodą bezpośrednią wykrywa się w glebie wielokrotnie więcej drobnoustrojów niż metodą płytkową; dlatego też stale wzrasta jej zastosowanie.

Liczenie drobnoustrojów pod mikroskopem nie pozbawione jest licznych wad. Ogranicza je między innymi zdolność rozdzielcza mikroskopu optycznego. Według Nikitina i współpracowników [23] liczne mikroorganizmy można wykryć wyłącznie za pomocą mikroskopu elektronowego. Bae i współpracownicy [5] stwierdzili, że drobnoustroje o rozmiarach zbliżonych do wartości rozdzielczej mikroskopu optycznego stanowiły 72% bakteryjnego zespołu badanej gleby.

Pewną trudność w mikroskopowaniu zawiesiny sprawia odróżnienie: drobnoustrojów od cząstek gleby, bakterii od zarodników promieniowców, nie mówiąc już o rozróżnieniu drobnoustrojów przynależnych do poszczególnych grup systematycznych czy morfologicznych. Metoda bezpośredniego liczenia ma więc między innymi takie wady, jakich nie wykazuje metoda płytkowa.

Istnieją warianty metody bezpośredniego liczenia drobnoustrojów, oparte na wykorzystaniu zjawiska luminiscencji mikroorganizmów pod wpływem różnych fluorochromów. Rozwiązują one częściowo lub całkowicie niektóre trudności obserwacji mikroskopowych. Żaden jednak z tych wariantów nie jest uniwersalny. Na przykład używając oranżu akrydynowego [30] można w pewnym stopniu odróżnić osobniki żywe od osobników martwych i cząstek gleby. Izotiocyanian fluoresceiny natomiast pomaga dobrze rozpoznać drobnoustroje na tle cząstek gleby, ale nie różnicuje ich pod względem żywotności [4, 25].

Niedokładność i pracochłonność metod płytkowej i bezpośredniego liczenia skłoniły w ostatnich latach do poszukiwań chemicznych sposobów określania liczebności drobnoustrojów, na podstawie zawartości w glebie niektórych ich składników.

Warto wspomnieć o próbach oznaczania w glebie ATP [3, 11, 13] występującego tylko w mikroorganizmach żywych, oraz o oznaczaniu kwasu  $\alpha, \epsilon$ -dwuaminopimelinowego [28] — swoistego składnika błony komórkowej większości bakterii i sinic. Stopień przydatności tych metod nie jest jeszcze dostatecznie poznany. Mogą one być traktowane raczej jako propozycje.

Błędy oznaczania biomasy drobnoustrojów w glebie są jeszcze większe niż błędy obliczania ich liczebności.

Biomasa bakterii wylicza się z ich liczebności oraz z przeciętnych wartości określających ich objętość i ciężar właściwy. Wyliczenia te są

więc obciążone wszystkimi nieścisłościami popełnianymi przy określaniu wielkości tych parametrów.

Najbardziej niedokładne są oznaczenia liczebności drobnoustrojów. Względną wartość ma również przeciętny ciężar właściwy. Wyznaczony on został z ciężaru właściwego komórek wybranych szczepów bakteryjnych, które hodowano w czystych kulturach na pożywkach.

Ciężar różnych bakterii może być odmienny, mimo jednakowej ich objętości, zależnie od składu chemicznego komórek modyfikowanego w pewnym stopniu przez środowisko. Na przykład komórki odkładające żelazno lub mangan są cięższe od komórek magazynujących w protoplazmie związki tłuszczowe. Ciężar właściwy przeciętny dla danego zespołu drobnoustrojów glebowych zależy więc od składu tego zespołu.

Biomasę drobnoustrojów w glebie próbował określić Strugger [30] w oparciu o metodę bezpośredniego liczenia. Autor ten wyliczył, że stanowi ona 0,03—0,28% masy gleby. Wyniki uzyskane przez Parinkinę [24], Michajłową i Nikitinę [21] oraz Szapową [31] mieszczą się mniej więcej w tych granicach.

Większość autorów podaje najczęściej wahania w zawartości masy bakteryjnej w glebie w przeliczeniu na hektar warstwy ornej. Według Alexandra [1] wartość ta wynosi 340—3400 kg/ha, wg Russela [26] — 1700—3900 kg/ha. Krasilnikow [19] podaje 670—1350 kg/ha dla gleb nie uprawnych i 4000—7200 kg/ha dla gleby spod lucerny.

U roślin wyższych rozmiary biomasy bliższe są rozmiarom rocznej produkcji niż u drobnoustrojów. Produkcja roczna mikroorganizmów jest znacznie większa od aktualnego rozmiaru biomasy. W ciągu jednego roku biomasa tych organizmów odnawia się wielokrotnie. Wskazują na to badania nad dynamiką wahań w liczebności (biomasy) drobnoustrojów w glebie.

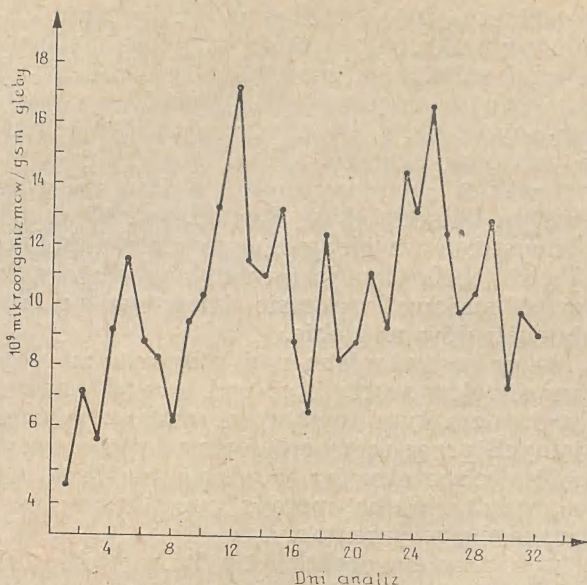
Już Thornton i Gray [32] stwierdzili, że wahania liczebności drobnoustrojów w glebie mają rytm dobowy lub nawet krótszy. Podobnie Cutler, Crump i Sandom [8] zaobserwowali, że w czasie dwóch kolejnych dni liczebności mikroorganizmów w glebie zmienia się dwa razy, a nawet częściej.

Chudiakow [7] przyjmuje istnienie w glebie dwóch form tej zmienności: sezonowej — zależnej od rocznych wahań temperatury i wilgotności, oraz wynikającej z przyczyn tkwiących w samej glebie. Ten drugi typ zmienności ma charakter pulsacji powtarzających się w bardzo krótkich odstępach czasu (rys. 2). W każdym okresie wahań zmieniają się kolejno kierunki przesunięcia równowagi między namnażaniem a zamieraniem drobnoustrojów. Liczebność mikroorganizmów w glebie na przemian wzrasta i maleje.

Badania własne [17] pozwalają przypuszczać, że wahania o dużej częstotliwości występują nie tylko u mikroorganizmów o strukturze komórkowej; obserwuje się je także w dynamice namnażania bakteriofagów, chociaż mogą mieć inne podłoże (rys. 3).

Wahania pulsacyjne różnią się wielkością. Według Aristowskiej [2] amplituda wahań dobowych jest czasem większa od amplitudy wahań sezonowych. Różna też jest częstotliwość wahań, a także proporcja w czasie narastania i zmniejszania się liczebności mikroflory.

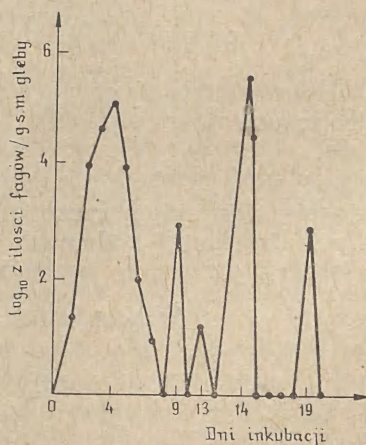
Rytmiczność wahań w liczebności drobnoustrojów w glebie próbował wyjaśnić Cutler [9]. Przyjmował, że zjawisko to ma swoje podłoże w układzie wzajemnych stosunków między bakteriami i pierwotniakami.



Rys. 2. Dobowe wahania liczebności drobnoustrojów w glebie pod monokulturą ryżu (wg Szapowej, 1972)

Według Cutlera intensywne namnażanie się bakterii w glebie powoduje po pewnym czasie zwiększenie się liczebności ameb odżywiających się tymi organizmami. Namnożenie tych pierwotniaków ogranicza w końcu liczebność bakterii. Zmniejsza się tym samym zasób pokarmu dla ameb, co redukuje ich populację. W tych warunkach bakterie mogą się znowu intensywnie namnażać.

Hipoteza Cutlera nie znalazła potwierdzenia jako jedyne wyjaśnienie dobowych wahań w liczebności drobnoustrojów.



Rys. 3. Zmiany liczebności fagów azotobaktera w glebie inkubowanej z sacharozą (wg Kaszubiaka, 1971)

Inne uzasadnienie znajduje Chudiakow [6]. Przyjmuje, że przy aktywnym namnażaniu się mikroorganizmów w glebie wytwarza się pod ich wpływem toksyczna substancja nazwana „periodinem”. Nagromadzona w glebie zabija wiele drobnoustrojów. „Periodin” z biegiem czasu zostaje zainaktywowany tlenem atmosferycznym. Umożliwia to ponowne namnażanie się mikroorganizmów.

Według Aristowskiej [2] rytmiczności wahań nie można tłumaczyć wyłącznie działaniem i inaktywacją „periodinu”. W preparatach mikroskopowych drobnoustrojów z gleby zawsze mało napotyka się komórek w stanie lizy. Jeżeli teoria Chudiakowa byłaby słuszna, komórki te powinny występować masowo w czasie intensywnego zmniejszania się liczebności drobnoustrojów w glebie.

Wydaje się, że w rozważaniach nad przyczynami dobowych wahań liczebności drobnoustrojów warto brać pod uwagę jeszcze inne czynniki. Być może, iż wahaniom tym towarzyszą zmiany zawartości w glebie łatwo przyswajalnych przez mikroorganizmy form pokarmu.

Produktywność drobnoustrojów w glebie nie jest poznana. Mikrobiologia nie rozporządza żadną metodą pozwalającą na określenie jej w sposób wyłącznie eksperymentalny.

Ze względu na dynamizm drobnoustrojów w glebie obliczenie w danym momencie ich biomasy nie koreluje z rozmiarami jej rocznej produkcji. Wiadomości o szybkości namnażania i zamierania mikroorganizmów w glebie są ograniczone. Dla poznania tych parametrów nie są przydatne wyniki licznych badań przy użyciu metod hodowlanych na podłożach laboratoryjnych, ze względu na odrębność warunków od naturalnego środowiska glebowego.

W ostatnich latach grupa radzieckich uczonych, na podstawie obserwacji dobowych wahań liczebności drobnoustrojów, podjęła próby określenia czasu generacji, to jest podwojenia liczebności tych organizmów, jako wskaźnika szybkości ich namnażania [21, 24, 31]. Pozwoliło to na obliczanie produktywności mikroorganizmów w glebie w określonym czasie.

We wspomnianych badaniach produktywność drobnoustrojów w jednym okresie wahań ich liczebności przyjęto wyliczać ze wzoru:

$$p = b2^n$$

gdzie:

$p$  — produkcja drobnoustrojów za okres wahań,

$b$  — liczebność drobnoustrojów na początku intensywnego ich namnażania się,

$n$  — ilość generacji w tym okresie.

Ilość generacji wyraża się stosunkiem czasu intensywnego namnażania się drobnoustrojów, wyrażonego w godzinach do czasu jednej generacji ( $g$ ). Czas jednej generacji oznaczano następująco:

$$g = \frac{t \lg 2}{\lg B - \lg b}$$

gdzie:

$t$  — czas aktywnego namnażania się drobnoustrojów,

$B$  — ilość drobnoustrojów po czasie  $t$ ,

$b$  — ilość drobnoustrojów na początku intensywnego ich namnażania się.

Aby oznaczyć produktywność drobnoustrojów w jakimkolwiek okresie — miesiąc, sezon lub rok wystarczy zsumować produktywności we wszystkich okresach wahań, jakie nastąpiły w tym czasie.

Wyniki obliczone w ten sposób dają tylko wartości przybliżone. Sami autorzy tych obliczeń przyznają słusznie, że są one niedokładne, oparte na nieściśłych metodach. Niemniej wnoszą pewien postęp do zagadnienia produktywności.

Obliczenia nie uwzględniają strat w liczebności drobnoustrojów, jakie zachodzą równocześnie z ich namnażaniem.

W okresie namnażania część drobnoustrojów jest pożerana przez drobne zwierzęta, zabijana przez związki toksyczne lub obumiera naturalnie — tak samo jak w okresie zmniejszania się liczebności, lecz w innych proporcjach, czego na razie nie umiemy poznać.

Aristowska [2] zakłada z dużym uproszczeniem, że rozmiary zamierania drobnoustrojów w glebie odpowiadają mniej więcej ich przyrostom. Gdyby tak nie było, ilość żywych drobnoustrojów z upływem czasu wzrastałaby lub malała, czego się w rzeczywistości nie obserwuje.

Obliczenia czasu generacji na podstawie pomiarów dobowych wykazały, że w ciągu miesiąca organizmy te w glebie przeciętnie dzielą się dwukrotnie, a nawet częściej. Oznaczałoby to powstawanie kilkunastu generacji drobnoustrojów w sezonie wegetacyjnym roślin.

Niezależnie od niedokładności pomiarów, wyniki wskazują na ogromne rozmiary rocznej produkcji masy bakteryjnej. Krasilnikow [19], przyjmując dla drobnoustrojów podobny czas generacji, obliczył, że w glebie może wytworzyć się rocznie do 150 ton masy bakteryjnej na 1 ha, która ulega szybkiej transformacji.

Drobnoustroje do wytworzenia swej plazmy potrzebują znacznie więcej substancji organicznej, niż same ważą. Wydawać by się mogło, że wyniki oznaczeń produktywności drobnoustrojów są znacznie zawyżone, ponieważ zapotrzebowanie pokarmowe tak dużej masy organizmów może przewyższyć rozmiary dopływu substancji organicznej do gleby w postaci resztek roślin wyższych i zwierząt.

Wzbogacenie gleby w pokarm dla drobnoustrojów nie ogranicza się do nagromadzenia się tych resztek. Istnieją jeszcze inne źródła substancji organicznej dla drobnoustrojów w glebie.

Warto wspomnieć o rozmiarach wydzielenia substancji organicznej do gleby przez korzenie żywych roślin.

Już Czesnakow i Bazyrin [10] stwierdzili, że masa wydzielin korzeniowych może przekraczać masę korzeni. Sucha masa samej substancji śluzowej, która wchodzi w skład tych wydzielin i jest źródłem węgla dla drobnoustrojów, może być duża, rzędu kilku do kilkunastu ton na hektar [27].

Inne źródło pokarmów dla heterotroficznych drobnoustrojów — to ciała glonów. Według Hollerbacha i Sztiny [12] biomasa glonów odznacza się dużą dynamiką i może być w sezonie wielokrotnie odnawiana.

Pewną też rolę odgrywa autotroficzne i heterotroficzne wiązanie CO<sub>2</sub> przez bakterie. Jego rozmiary w środowisku glebowym nie są jeszcze poznane.

Dane dotyczące dodatkowych źródeł pokarmów dla drobnoustrojów w glebie są fragmentaryczne i wymagają szerszych badań. Naświetlają jednak krytycznie możliwość wnioskowania o produktywności drobnoustrojów.

ustrojów wyłącznie na podstawie przekształcania się w ich biomasę resztek roślinnych i zwierzęcych dostających się do gleby.

Powyższe rozważania wskazują, że nasza wiedza o liczebności, biomacie i produktywności drobnoustrojów w glebie jest bardzo mała i pełna nieścisłości. Przyczyną tego są przede wszystkim trudności metodyczne.

Uściślenie obecnych metod oraz opracowanie metod nowych, bardziej dokładnych i odpowiednich dla analiz masowych wydaje się być dla mikrobiologii gleby zagadnieniem pierwszoplanowym.

#### LITERATURA

- [1] Alexander M. — *Introduction to soil microbiology*, John Wiley N. Y., 1961.
- [2] Aristowska T. W. — *Tieoreticzeskije aspekty probljemy czislennosti biomassy i produktiwnosti poczwiennych mikroorganizmow. Waprosy czislennosti, biomassy i produktiwnosti poczwiennych mikroorganizmow*, Nauka, Leningrad, 1972.
- [3] Ausmus B. S. — *The use of ATP assay in terrestrial decomposition studies. Modern methods in the Study of Microbial Ecology*, Uppsala, 54: 8, 1972.
- [4] Babiuk L. A., Paul E. A. — *The use of flurescein isothiocyanate in the determination of the bacterial biomass of grassland soil*, *Canad. J. of Microbiol.* 16, 57, 1970.
- [5] Bae H. C., Cota — Robles E. H., Casida L. E. Jr. — *Microflora of soil as viewed by transmission electron microscopy*, *Applied Microbiol.*, 23, 637, 1972.
- [6] Chudiakow J. P. — *Periodicznost mikrobiologiczeskich procesow w poczwie*, Tr. Inst. Mikrobiol. AN SSSR, 1958 — cyt. za Aristowską, pozycja [2].
- [7] Chudiakow J. P. — *Pperiodicznost mikrobiologiczeskich processow w poczwie i jej przycziny*, *Waprosy czislennosti, biomassy i produktiwnosti poczwiennych mikroorganizmow*, Nauka, Leningrad, 1972, 20.
- [8] Cutler D. W., Crump L. M., Sandon H. A. — *Quantitative investigation of the bacteria and protozoan population of the soil with an account of the protozoan fauna*, *Philos. Trans. Roy. Soc. London, B*, 211, 1922.
- [9] Cutler D. W. — *The action of Protozoa and bacteria when inoculated into sterile soil*, *Ann. Appl. Biol.*, 10, 1, 1923.
- [10] Czesnakow W. A., Bazyryna E. K. — *Uczastije korniei wysszych rastienij w pitanii poczwiennych mikroorganizmow*, Tr. Petergofsk. biol. inst. No II, Tr. Leningr. obszcz. jestiestwoispyt., 1, 63, 1934.
- [11] Doxtader K. Y. — *Grassland Biome*, U.S. IBP, 1969.
- [12] Hollerbach M. M., Sztina E. A. — *Poczwiennyje wodorosli*, Nauka, Leningrad, 1969.
- [13] Holm-Hansen O. — *The use of ATP determinations in ecological studies. Modern Methods in the study Microbial Ecology*, Uppsala, 54: 7, 1972.
- [14] Jones P. C. T., Mollison J. E. — *A technique for the quantitative estimation of soil microorganisms*, *J. Gen. Microbiol.*, 2, 54, 1948.
- [15] Kaczmarkowa W., Kaszubiak H. — *Porównanie zmian liczebności drobnoustrojów w glebie metodami płytkową i bezpośredniego liczenia*, *Pol. J. of Soil Sci.*, w druku.
- [16] Kaszubiak H. — *Effect of herbicides on microorganisms in the rhizosphere of serradella*, *Mededelingen Faculteit Landbouw. Wetenschappen Gent*. 543, 1970.



- [17] Kaszubiak H. — *The appearance of free phages of azotobacter in the soil*, Pol. J. of Soil Sci., 4, 137—1971.
- [18] Krasilnikow N. A. — *Mikroorganizmy poczwy i wyszszije rastienija*, Izd. AN SSSR, Moskwa, 1958.
- [19] Krasilnikow N. A. — *Mikrobiologija*, 13, 144, 1944, cyt. za Aristowską, pozycja [2].
- [20] Lees H., Quastel J. H. — *Biochemistry of nitrification in soil*, 2. *The site of soil nitrification*, Biochem. J., 40, 815, 1946.
- [21] Michajłowa E. N., Nikitina Z. I. — *Czislennost i biomassa mikroorganizmow poczwy Onon — Argumskawo stepnawo landszafta i wlijanije faktorow sriedy na nich. Waprosy czislennosti, biomassy i produktiwnosti poczwiennych mikroorganizmow*, Nauka, Leningrad, 120, 1972.
- [22] Miszustin E. N. — *Mikroorganizmy i piodorodie poczwy*, Izd. AN SSSR, Moskwa, 1956.
- [23] Nikitin D. I., Wasiliewa L. W., Łochmaczewa R. A. — *Nowyje i redkije formy poczwiennych mikroorganizmow*, Nauka, Moskwa, 1966.
- [24] Parinkina O. M. — *K waprosu o produktiwnosti mikrobnych soob-szczestw w nikatorych poczwach zapadnawo Tajmyra. Waprosy czislennosti, biomassy i produktiwnosti poczwiennych mikroorganizmow*, Nauka, Leningrad, 95, 1972.
- [25] Pital A., Janowitz S. L., Hudak C. E., Lewis E. E. — *Direct fluorescent labelling of microorganisms as a possible life-detecting technique*, Appl. Microbiol., 14, 119, 1966.
- [26] Russel E. J. — *Soil conditions a. plant growth*, 8-th ed. Longmans Green a. Co. London, 1950.
- [27] Samczewicz S. A. — *Geleobraznyje uslowia i rost rastienii i ich wlijanie na mikroorganizmy. Fizjologo-biochimizcheskie osnovy wzaimnawo wlijanja rastienii w fitocenozie*, Nauka, Moskwa, 1966.
- [28] Steubing L. — *Analysis of temperate forest ecosystems*, 131, 1970.
- [29] Stevenson I. L. — *The effect of sonic vibration on the bacterial plate count of soil*, Plant a. Soil, 10, 1, 1958.
- [30] Strugger S. — *Fluorescence microscope examination of bacteria in soil*, Canad. J. Res. Sect. C. 26, 188, 1948.
- [31] Szapowa L. N. — *Jezedniewnaja dinamika czislennosti mikroorganizmow w niekatorych poczwach primorja. Waprosy czislennosti, biomassy i produktiwnosti poczwiennych mikroorganizmow*, Nauka, Leningrad, 126, 1972.
- [32] Thornton H. G., Gray P. H. — *The fluctuation of bacterial numbers and nitrate content of field soils*, Proc. Roy Soc. 106, 3, 1930.
- [33] Tyagny-Ryadno M. G. — *Mikroflora of soil aggregates and plant nutrition*, Izw. Akad. Nauk. Ser. Biol. 2, 242, 1962.
- [34] Zwiagincew D. G. — *Podgotowka poczwy s pomoszczju ultrazwuka k kolicziestwjennomu uczetu mikroorganizmow*, Wiestnik Moskaskawo Uniwersiteta, Ser. Bioł. i Poczwy., 3, 127, 1968.
- [35] Zwiagincew D. G. — *Metody podgotowki poczwy w kolicziestwiennomu uczetu mikroorganizmow*, Wiestnik Moskaskawo Uniwersiteta, Ser. Bioł. nauki, 3, 1969.



KRZYSZTOF WOLK

## MUZEUM CYKLÓW BIOLOGICZNYCH W TORUNIU?

W Toruniu — powiatowym mieście posiadającym uniwersytet, który kształci przyrodników i ma znamienne osiągnięcia naukowe w dziedzinie badań przyrodniczych, od szeregu lat dyskutuje się sprawę utworzenia muzeum przyrodniczego. Są nawet zmagazynowane zbiory ułatwiające start muzeum. Celowość realizacji projektu wydaje się oczywista. Możemy przewidywać, że wypadkową oszczędności środków, opinii wielu osób i nacisku paru instytucji będzie powstanie muzeum przeciętnego, schludnego i małego, podobnego do innych.

Rozważmy<sup>1</sup> jednak możliwość stworzenia muzeum większego, oryginalnego, muzeum o tematyce interdyscyplinarnej. Oczywiście jeszcze przez wiele lat będziemy daleko w tyle za wieloma krajami pod względem możliwości finansowych i technicznych. Ale jakością tkanki mózgowej chyba nie ustępujemy bliźnim z innych punktów naszej planety. Wielkość i wysoki poziom tego muzeum można uzyskać przez jakość treści ekspozycji.

Niewątpliwie jedną z zasadniczych cech życia w najszerszym pojęciu jest cykliczność i rytmiczność. Właśnie w Toruniu można by stworzyć „muzeum cyklów biologicznych”. Takie muzeum powinno prezentować zbadane i aktualnie badane cykle i rytmy w świecie organizmów żywych, w ich zespołach i populacjach, w ich rozwoju filogenetycznym, ontogenetycznym, w ich tkankach i komórkach. Tak więc w ekspozycji znajdą swe odbicie osiągnięcia i problemy wielu gałęzi nauk przyrodniczych, od astronomii i klimatologii po fizjologię i biochemię. Znajdą w niej wyraz problemy biologii i ekologii w najszerszym pojęciu.

Bez specjalnych studiów i sięgania do publikacji można jedynie przedstawić zarys ekspozycji bardzo pobieżny, przydatny jednak jako podpora propozycji. Oczywiście muzeum cyklów biologicznych w mieście Mikołaja Kopernika powinno zacząć ciąg ekspozycji od przedstawienia układu planetarnego i podstawowych efektów wywołanych

---

<sup>1</sup> Uczestnicząc w posiedzeniach Zespołu Doradczego do Spraw Muzeów Przyrodniczych (podległych Ministerstwu Kultury i Sztuki) kilkakrotnie spotkałem się ze zdaniem: „Od przyrodników pracujących naukowo oczekujemy pracy teoretycznej w dziedzinie muzealnictwa”. Wielu uczestników uważa to zdanie za frazes używany do studzenia dyskusji krytykujących obecny zły stan muzealnictwa przyrodniczego w Polsce, dyskusji naświetlających znikomość możliwości praktycznej pracy. Bez potrzebnych materiałów, środków i zatrudnienia nie byle jakich ludzi trudno się spodziewać powstawania ważnych prac teoretycznych. Sądzę, że tymczasem nie bez pożytku może być teoretyzowanie, np. takie jak w niniejszej publikacji.

w biosferze przez cykl zmian dopływu energii słonecznej w rytmie wieloletnim, rocznym i dobowym; następnie przedstawić zależne od tego: strefy klimatyczne i efekty ich zmian, adaptacje organizmów do życia w tych strefach i funkcjonowanie ekosystemów; sezonowe geotaksje, przemieszczanie się planktonu, życie w strefie brzegowej oceanów a grawitacja; cykliczność rozrodu, fizjologicznych czynności gruczołów itp.; zjawiska fenologiczne w świecie roślin i zwierząt; rytm „lat nasiennych” gatunków drzew; cykliczność dynamiki liczebności populacji (np. rytm wyżów demograficznych w społeczeństwach ludzkich, masowe pojawy gryzoni, rytm wahań układu drapieżca — ofiara).

Liczbę przykładów można by zwiększać dowolnie, znanych rytmów i cyklów jest wiele. Intensywne badania są prowadzone we wszystkich dziedzinach w wielu krajach. Są nawet czasopisma specjalistyczne poświęcone tym zagadnieniom. W obrębie tematu tak specjalistycznego, a jednocześnie szerokiego, można naświetlić bardziej szczegółowo dowolną grupę organizmów czy środowisk lub jakiś problem łączący się z danym zagadnieniem. Już z leżących na strychu Zakładu Zoologii trofeów egzotycznej zwierzyny można wybrać ekspozyty do tematu „cykl migracji ssaków na sawannach Afryki”.

Myśl o temacie ekspozycji nasuwa nam wizję niezliczonych tablic z przebiegiem rozmaitych krzywych szczegółowo objaśnionych. Ekspozycja jednak nie tak powinna wyglądać — nie ma to być magazyn czy kolekcja wykresów. Temat jest nie tylko frapujący, ale i trudny w eksponowaniu, mówiąc ściśle, trudny w dobrym eksponowaniu. Prawidłowości życia organizmów powinny być celem ekspozycji, a krzywe tylko pomocniczą ilustracją. Do realizacji tematu trudnego i wielkiego potrzebny będzie niemały zespół specjalistów i międzynarodowy klub sympatyków.

Wydaje się, że projekt ma szansę, aby być zaakceptowany przez ludzi z wyobraźnią. Byłaby natomiast wielka szkoda, gdyby jego realizację udaremnili ludzie konserwatywni, bez wyobraźni, mający tendencję nie tyle do działania w kierunku minimum, co do hamowania inicjatyw zdążających ku maksimum. Można przewidzieć, że jednym z argumentów opozycji będzie prawdopodobnie pogląd o mniejszej przydatności proponowanej ekspozycji w realizacji programów nauczania. Bądźmy przekonani, że w młodych umysłach więcej ładu i refleksji spowoduje obejrzenie jednego ekspozytatu ilustrującego pewne szersze zagadnienie dobrze opracowane niż obejrzenie całego rzędu ekspozytatów, zwykle dublujących ilustracje książkowe.

Zważywszy, że międzynarodowa cyrkulacja turystów stale wzrasta i staje się coraz łatwiejsza, można się spodziewać (ekonomista może to udowodnić) szybkiej amortyzacji nakładów i rentowności inwestycji w późniejszym okresie. Wielka atrakcja w małym mieście małego kraju to jest rozwiązanie rozsądne i zyskowne w epoce masowości motoryzacji. Biorąc pod uwagę względy ekonomiczne należałoby zadbać o formę „opakowania”, czyli o budynek. Gmach ten, oprócz funkcjonalności związanej z jego przeznaczeniem, mógłby mieć cechy reprezentujące współczesną architekturę. Powinien być jedną z głównych atrakcji Torunia.

## ZANIECZYSZCZANIE ŚRODOWISKA PRZEZ METALE TOKSYCZNE \*

Omawiana książka ma za zadanie zwrócić uwagę na zagrożenie, jakie niesie z sobą wzrastające zanieczyszczenie środowiska przez związki metali. W celu uczulenia społeczeństwa na groźące z tej strony niebezpieczeństwo autor posłużył się żywą, niekiedy nawet udratyzowaną formą opisu. Jest to więc swoisty rodzaj reportażu naukowego, przy tym jednak podana jest podstawowa literatura, z której czerpano dane. Dzięki temu książka spełniać może użyteczną rolę w pracowniach naukowych rozpatrujących zagadnienia ochrony środowiska.

Zanieczyszczanie środowiska powodowane przez metale toksyczne, choć w zasadzie występujące w ilościach śladowych, jest bardziej groźne niż skażenia powodowane przez pestycydy czy tlenek węgla. Opinia powyższa staje się coraz bardziej powszechna, szczególnie w krajach, w których rozwój przemysłu pociąga za sobą gwałtownie rosnące zakłócenia w naturalnych proporcjach pierwiastków występujących w glebie i w wodzie. Wszystkie żyjące organizmy zawierają w swych tkankach pierwiastki śladowe, a niektóre z tych pierwiastków są niezbędne do życia. Prawdą też jest, że człowiek od czasu, gdy nauczył się używać metali, naraził się na rosnące ich działanie. Dopiero jednak ostatnie stulecie poprzez gigantyczne uprzemysłowienie stworzyło konieczność spalania olbrzymich ilości węgla i ropy naftowej, co jest głównym źródłem uwalniania metali zanieczyszczających zarówno powietrze, jak glebę i wodę.

Autor skupił uwagę przede wszystkim na wykazaniu, jak groźne są związki rtęci, ołowiu i kadmu, choć omawia działanie także innych metali.

W Japonii na przykład w ciągu 8 lat kilkadziesiąt osób uległo śmiertelnemu zatruciu spożywając ryby łowione w morzu, do którego przedostały się związki rtęci. Jest przy tym uderzające, że szczególnie podatne na zatrucia były dzieci, obserwowano bowiem przypadki śmierci lub ciężkiego kalectwa u niemowląt urodzonych przez matki, nie wykazujące żadnych objawów chorobowych. Dalsze badania nad związkami rtęci, których pionierem była Szwecja, doprowadziły w wielu krajach do zakazu ich używania. Stwierdzono na przykład, że zaprawianie ziarna siewnego rtęcią powoduje rosnące skażenie wód jezior, a trucizna ulega koncentracji w tkankach ryb.

Ołów wydaje się być znacznie mniej groźny w działaniu niż rtęć, choć ostatnio podejrzewa się, że powoduje wzrost ilości chorób umysłowych. Przy tym jednak używany jest w nieporównywalnie większych ilościach niż rtęć, a szczególnie groźny jest jako dodatek przeciwstukowy do benzyny. Ocenia się, że tą drogą rozpylany jest obecnie w ilości około miliona ton rocznie. Jak groźny jest w tej formie przekonano się, kiedy zbadano przyczynę padnięcia kilkunastu koni trzymanyh na pastwisku w pobliżu huty ołowiu. Choć huta czynna była około 70 lat i gleba pastwiska zawierała dużą ilość związków ołowiu, nigdy wcześniej nie obserwowano zatruć u zwierząt. Szkodliwy okazał się ołów dopiero wtedy, gdy obok otwarto ruchliwą drogę. Stwierdzono przy tym, że samochody wyrzucają ołów w takiej postaci, że nawet silne deszcze nie spłukują go z powierzchni roślin. Ołów akumuluje się także w tkance kostnej człowieka i zanotowano gwałtowny wzrost jego ilości u mieszkańców tych krajów, gdzie ilość samochodów

\* Tucker A.: *The toxic metals*, Earth Island Ltd., 232 str., 1972.

jest największa. Wiemy także już dziś, że u gryzoni łowionych w pobliżu autostrad zawartość ołowiu w tkankach jest kilkakrotnie większa niż u osobników łowionych w miejscach nie tak silnie skażonych.

Jednym z pierwiastków, który okazał się niesłychanie groźny dla zdrowia, jest kadm. Akumuluje się on w ściankach naczyń krwionośnych, nerkach i wątrobie, a jego ilości, jakie już stwierdzono w organizmie dorosłych mieszkańców USA, wywołują wysokie ciśnienie krwi u szczurów. Ilość zgonów wywołanych przez choroby układu krążenia jest ściśle skorelowana z zawartością tego pierwiastka w powietrzu i w pożywieniu. Zdaniem wielu specjalistów właśnie kadm jest główną przyczyną powodującą tak znaczny wzrost liczby chorych cierpiących na zbyt wysokie ciśnienie krwi.

Należy wymienić jeszcze takie pierwiastki, jak nikiel oraz selen, co do których wyraża się przypuszczenie, że mogą być przyczyną raka płuc. Ciekawe przy tym jest, że arsen, wbrew powszechnej opinii, jest w małym stężeniu nieszkodliwy, a w warunkach eksperymentalnych powodował nawet polepszenie krzywej przeżywania u szczurów.

Prawie nic nie wiadomo o synergicznym działaniu omawianych metali. Podobnie zresztą słabo znane są mechanizmy ich usuwania z organizmu. Niemniej pewne jest, że niektóre z tych metali są groźne dla żywych organizmów.

Wydaje się, że omawiana książka potrafi przekonać każdego, jaka ważna staje się sprawa ochrony środowiska przed zanieczyszczeniami przez metale trujące. Oparcie się na danych naukowych zaprezentowanych w formie przemawiającej do wyobraźni czytelnika jest dobrą drogą do popularyzacji tych zagadnień.

*Marek Gębczyński*

POWIĄZANIA CHEMIZMU WÓD ZANIECZYSZCZONYCH  
Z WYSTĘPOWANIEM FIZJOLOGICZNYCH GRUP MIKROORGANIZMÓW  
NA PRZYKŁADZIE BADAŃ WISŁY W REJONIE KRAKOWA \*

WSTĘP

Wykonano 29 badań Wisły na 69 km w odstępach dwutygodniowych.

Wyniki chemiczne i biologiczne zamieszczono na tablicy 1. Niniejsza praca stanowi próbę powiązania charakterystycznych wskaźników chemicznych z biologicznym indeksem wyrażającym zdolność samooczyszczania rzeki. Określa on wzajemny stosunek ilościowy destruentów, producentów i konsumentów  $\frac{2P}{D+K}$  oraz stopień ożywienia (cyfry rzymskie tabl. 1) wody (wg Gabriela 1954). Na tablicy 1 w kolumnie pt. „klasa wody” zamieszczono liczby rzymskie wyrażające zdolność samooczyszczania w odpowiednich stopniach, które równocześnie są zgodne w znacznym zakresie ze strefami saprobowości. Tabelka zamieszczona niżej zawiera zakresy indeksu biologicznego wyrażone liczbami w odpowiednich strefach. Dane te są wzięte z praktyki badawczej autora niniejszej pracy. Podano również klasy wody (cyfry rzymskie w nawiasach).

Strefy zanieczyszczenia	Biologiczny indeks
Polisaprobowa (IV klasa)	0 — 0,30
Polisaprobowa — $\alpha$ -mezosaprobowa (IV—III)	0,31 — 0,80
$\alpha$ — mezosaprobowa (III)	0,81 — 1,30
$\alpha$ — $\beta$ -mezosaprobowa (III—II)	1,31 — 2,30
$\beta$ — mezosaprobowa (II)	2,31 — 4,50
$\beta$ — oligosaprobowa (II—I)	4,51 — 5,20
oligosaprobowa (I)	5,21 i wyżej.

Następna tabelka zawiera ilości mikroorganizmów w 1 ml wody w odpowiednich stopniach ożywienia (cyfry rzymskie)

I	0 — 10	mikroorganizmów w 1 ml wody
II	11 — 100	
III	101 — 1000	
IV	1001 — 10 000	
V	10 001 i więcej.	

OMÓWIENIE WYNIKÓW

O ile metoda wyżej opisana daje w badaniach wód powierzchniowych praktyczne wyniki, to gdy wody te zawierają znaczne ilości związków toksycznych hamujących rozwój organizmów, wzajemny stosunek ilościowy trzech fizjologicznych grup ulega zakłóceniu i występują czasem trudności; takie zjawisko obserwuje się m.in. w Wiśle. Ilości mikroorganizmów w 1 ml wody są zbyt małe, jak na tę rzekę. Liczby określające ogólną ilość mikroorganizmów w 1 ml wody podane na tablicy 1 są na ogół stosunkowo niskie i mieszczą się bardzo często

\* Analizy chemiczne otrzymano z Zakładu Ochrony Wód Instytutu Gospodarki Wodnej w Krakowie.

## Wyniki chemiczne i biologiczne z badań Wisły na km 69

Data poboru próbek	Temperatura wody	O <sub>2</sub> mg/l	BZT <sub>5</sub> O <sub>2</sub> mg/l	KMnO <sub>4</sub> O <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	Sucha pozostałość częściczona mg/l	Zawiesiny ogólne mg/l	Fenole mg/l	Bio-logiczny Indeks	Destru-encja	Produkcja	Konsumencja	Ogólna ilość mikroorganizmów	Klasa wody
26.4.71	14,0	6,0	5,8	16,6	2,32	769,0	17,6	0,008	2.10—III	80	210	120	410	II—III
27.4.	11,5	6,9	5,0	17,0	2,41	819,0	43,6	0,012	1.84—III	30	120	100	250	II—III
29.4.	11,0	7,7	6,5	16,6	2,25	625,5	159,2	0,015	1.78—III	60	170	130	360	II—III
17.5.	23,0	3,1	2,8	17,3	2,40	781,0	30,8	0,008	1.27—III	20	210	310	540	III
24.5.	18,4	5,2	5,0	19,2	1,55	599,0	268,8	0,006	0.71—III	30	140	360	530	III—IV
3.6.	21,0	5,0	4,8	15,0	1,94	648,5	36,4	ślady	1.14—III	100	200	250	550	III
11.6.	19,5	5,4	5,2	9,9	1,24	409,5	33,6	ślady	0.55—III	100	120	330	550	III—IV
21.6.	19,0	5,3	4,8	14,4	1,16	518,0	39,2	n.w.	1.60—III	60	160	140	360	II—III
3.8.	27,0	1,3	19,2	16,0	2,17	835,0	20,0	0,005	0.072—IV	30	280	750	1060	IV
17.8.	25,0	2,2	23,0	19,8	2,80	1062,0	31,2	0,009	1.96—IV	170	560	400	1130	II—III
25.8.	21,5	1,8	9,2	20,8	3,00	1220,0	14,6	0,018	1.75—IV	10	290	760	1060	III—IV
8.9.	20,5	3,0	9,8	22,4	2,79	967,0	8,0	0,010	0.39—IV	1090	270	270	1630	III—IV
23.9.	17,0	3,6	7,7	18,9	3,42	934,0	50,8	0,009	0.88—III	30	110	220	360	III
8.10.	13,5	5,6	11,0	16,0	2,95	617,5	36,8	ślady	0.55—III	40	110	360	510	III—IV
22.10.	12,0	6,6	9,8	18,4	4,27	713,0	26,4	0,006	1.27—III	160	140	60	360	III
10.11.	12,0	6,2	7,5	21,2	7,18	976,1	28,0	ślady	0.60—III	110	60	90	260	III—IV
24.11.	4,0	9,3	8,1	20,4	6,98	724,0	37,6	0,009	1.26—III	70	120	120	310	III
8.12.	6,0	8,9	8,9	—	—	—	—	0,006	0.64—III	200	100	110	410	III—IV
21.12.	5,0	12,0	9,6	19,2	2,79	516,0	56,8	0,009	0.33—III	60	30	120	210	III—IV
4.1.72	4,0	10,5	9,8	17,2	3,30	613,5	51,2	0,006	0.55—III	110	50	70	230	III—IV
18.1.	3,0	9,4	9,4	16,8	3,30	827,0	44,8	0,024	0.06—III	280	18	28	326	IV
1.2.	4,0	10,2	10,2	22,8	4,27	958,5	34,4	0,045	0.18—III	140	20	80	240	IV
14.2.	4,0	9,5	11,5	18,4	3,49	494,0	52,8	0,018	1.20—III	70	60	30	160	III
29.2.	6,0	9,0	8,1	11,5	2,09	628,0	38,8	0,034	0.64—III	80	70	136	286	III—IV
14.3.	6,0	8,3	8,8	18,1	2,32	753,0	42,8	0,032	0.62—III	100	50	60	210	III—IV
28.3.	12,0	4,2	12,5	19,6	5,1	1088,0	73,2	0,021	2.36—III	50	130	60	240	II
11.4.	15,0	2,6	16,1	13,2	—	1190,0	39,2	0,018	1.00—III	70	140	210	420	III
25.4.	10,0	9,2	16,8	25,2	1,86	466,5	247,6	0,015	1.15—III	80	110	110	300	III
9.5.	16,0	5,9	6,5	11,2	2,01	473,5	36,8	0,028	0.42—IV	620	230	470	1320	III—IV



w granicach około 200 do 500 sztuk, pomimo dużego zanieczyszczenia Wisły związkami organicznymi stanowiącymi pożywkę dla bakterii.

Zawartości fenoli zamieszczone na tablicy 1 dotyczą tylko fenoli lotnych z parą wodną, natomiast fenole wielowodorotlenowe najbardziej toksyczne, które stanowią większość tych związków w Wiśle nie były oznaczane. Oprócz tego w Wiśle znajduje się szereg innych toksycznych substancji, jak np. metale ciężkie i oleje mineralne, — te ostatnie widoczne często na powierzchni wody. Ponadto pył węglowy pokrywający dno i brzegi Wisły działa również szkodliwie na biocenozę rzeczną. Wszystkie te czynniki zubożają tę biocenozę, co znajduje swoje odbicie w analizie biologicznej. W wypadku badań w niniejszej pracy przedstawionych trudno jest związać wyniki chemiczne z indeksem biologicznym. Można by to przypisać zachwianiu równowagi biologicznej, pewna jednak korelacja ze wskaźnikami zanieczyszczeń organicznych, jak BZT i  $\text{KMnO}_4$ , zaznaczyła się w opisywanych badaniach. Jeśli przyjmiemy, że BZT<sub>5</sub> w strefie  $\alpha$ -mezosaprobowej, dość charakterystycznej dla Wisły, wynosi najczęściej 5—15 mg/l  $\text{O}_2$ , to widać z tablicy, że indeks biologiczny wykazywał zanieczyszczenie nie mniejsze od tego zakresu. Zanotowano jedynie 4 wypadki niezgodności biologicznej indeksu z BZT<sub>5</sub> w dniach 26.4, 29.4, 17.8.1971 r. i 28.3.1972 r., ze strefą  $\beta$ -mezo na pograniczu  $\alpha$ -mezosaprobowej. Pozostałe wyniki, z wyjątkiem z dn. 17.5.1971 r., nie wykazują zanieczyszczenia mniejszego niż 5 mg/l  $\text{O}_2$  zarówno BZT jak Bi. W tym sensie istniałaby pewna zgodność ze strefami saprobowości. Zdolność samooczyszczenia wyrażona indeksem biologicznym jest mała lub bardzo mała. Wskaźnik utlenialności  $\text{KMnO}_4$ , jak widać na tablicy 1, jest na ogół wysoki, jeśli się weźmie pod uwagę, że najczęstsza wartość utlenialności według Stangenberg [1], dla rzek Polski czystych lub nieznacznie zanieczyszczonych mieści się w granicach 5—10 mg/l  $\text{O}_2$ . Zawartości azotu amonowego są bardzo duże, co zgadza się na ogół z indeksem biologicznym wykazującym najczęściej w Wiśle strefę zanieczyszczenia  $\alpha$ -mezosaprobową aż do granicy polisaprobowej. Brak natomiast zgodności z zawartością tlenu rozpuszczonego w Wiśle, ale, jak należy sądzić, wywołują to inne czynniki, jak intensywne reaeracja i niezbyt szybkie zużycie tlenu.

Dla szczegółowego zbadania zależności biologicznego indeksu od czynników chemicznych Wisły należałoby wykonać dużą liczbę analiz oraz zastosować tytułem próby ujęcie statystyczne.

Lesław Turoboyski

#### LITERATURA

- [1] Stangenberg M. — *Ogólny pogląd na skład chemiczny wód rzecznych Polski*, *Pols. Arch. Hydrob.*, t. IV, 1958.
- [2] Turoboyski L. — *Listy organizmów wskaźnikowych najczęściej spotykanych w wodach powierzchniowych Polski*, *Materiały Badawcze*, t. V, z. 2. IGW, Warszawa, 1970.

#### ZAGROŻENIE EPIDEMIOLOGICZNE PLAŻ NADMORSKICH W WYNIKU SPŁYWU ŚCIEKÓW MIEJSKICH Z WODAMI RZEK. CZY SYTUACJA JEST POWAŻNA?

Szybki rozwój cywilizacji, wzrost higieny i urządzeń sanitarnych miast bez zabezpieczenia odpowiednich zabiegów oczyszczających ścieki powoduje szybkie zanieczyszczanie wód przybrzeżnych i budzi obawy o stan sanitarno-epidemiologicz-

ny plaż i kąpielisk morskich. Zagadnienia te rozpatrują w artykule na łamach „Nature” (239, 1972) A. A. Regner i R. W. A. Park. Autorzy ci ustosunkowują się do pracy Smytha (Nature, 288, 1970), który zwraca uwagę na silny wzrost występowania bakterii jelitowych z grupy „coli”, odpornych na antybiotyki, w wielu rzekach wpadających do mórz. Dla przykładu warto podać za Smythem kilka liczb charakteryzujących zanieczyszczenie formami „coli” odpornymi na antybiotyki rzek Wielkiej Brytanii. Dane Smytha dotyczące bakteryjnych form „coli” w procentach są następujące:

1. Formy odporne na streptomycynę:
  - Tamiza za Birmingham — 1,6%
  - Tamiza w Westminster — 1—3% (w zależności od sezonu)
  - Avon przed Bristolem — 2,66%
  - Don za Thornem — 25%.
2. Formy odporne na neomycynę:
  - Tamiza za Birmingham — 0,4%
  - Tamiza w Westminster — 0,1%.
3. Formy odporne na tetracyclinę:
  - Tamiza za Birmingham — 4%
  - Tamiza w Westminster — 1,5%
  - Don za Thornem — 12,5%.
4. Formy odporne na ampicilinę:
  - Tamiza za Birmingham — 4%
  - Tamiza w Westminster — 25—30%
  - Don za Thornem — 50%
  - Avon przed Bristolem — 50%
  - Cam w Cambridge — 40%.

Bakterie te, jak twierdzi Smyth, pochodzą niewątpliwie z odchodów ludzkich zawartych w ściekach miejskich.

Autorzy artykułu omawiają trzy aspekty zagadnienia: 1) czy obecność opornych na antybiotyki form „coli” w wodach przybrzeżnych mórz jest dowodem, że pochodzą one ze ścieków miejskich? 2) czy ta sytuacja jest groźna z punktu widzenia sanitarno-epidemiologicznego? 3) co stanowi właściwe rozwiązanie problemu zanieczyszczania wód przybrzeżnych?

Wiadomo, iż odporne na antybiotyki formy bakteryjne „coli” z *Escherichia coli* włącznie są obecne także w odchodach zwierząt, jednakże ze względu na niższą patogeniczność stanowią mniejsze niebezpieczeństwo w odróżnieniu od form pochodzących z jelit człowieka, zdolne w małych nawet ilościach wywołać chorobę. Jak wykazały badania, zwierzęta są nosicielami bakterii opornych na antybiotyki ze względu na powszechne ich stosowanie w terapii. 16—95% *E. coli* wyizolowanych ze zwierząt na różnych fermach odznaczało się dużą opornością na działanie tych środków. A zatem można przypuszczać, iż formy „coli” odporne na antybiotyki znajduwane w przybrzeżnych wodach mórz mogą pochodzić zarówno ze ścieków miejskich, jak i wiejskich, z obór, chlewni itp.

Nie ma przyjętych generalnie standardów bakteriologicznych dla wód przybrzeżnych Wielkiej Brytanii ze względu na poważne trudności w ich sformułowaniu. Zbyt wiele czynników, jak burzliwość morza, ilość światła, może wpływać na rozwój bakterii. Wyniki zatem byłyby nieścisłe. Autorzy artykułu stwierdzają w konkluzji, że możliwość nabycia choroby jelitowej wskutek kąpieli w zanieczyszczonej ściekami wodzie morskiej jest bardzo mała, epidemiologicznie niedostrzegalna.

Dla uchronienia jednak wód i plaż zalecają następujące postępowanie ze ściekami: rozdrabnianie i rozbijanie dużych cząstek, co ułatwia utlenianie, naświetla-

nie lub napromieniowywanie. Poważniejsze zabiegi, pociągające za sobą duże koszty, są w porównaniu z zagrożeniem zdrowia ludności wpływającymi z rzek odchodami ludzi i zwierząt zbyt mało opłacalne.

Alicja Guttowa

#### ZAGADNIENIE POWSTAWANIA OPORNOCI KRZYŻOWEJ NA ANALOG HORMONU JUWENILNEGO (JHA) U SZCZEPÓW PESTYCYDOOPORNÝCH MUCHY DOMOWEJ

Adaptacja owadów do powszechnie obecnie używanych środków niszczących jest zjawiskiem powszechnie znanym. W związku z tym prowadzone są nieustannie badania nad wyprodukowaniem środków alternatywnych — analogów substancji metabolicznych, które, wprowadzone do organizmów owadów w pewnych krytycznych stadiach ich cyklu życiowego spowodowałyby poważne zakłócenia metaboliczne prowadzące do śmierci a przeciwko którym owad nie byłby w stanie wytworzyć oporności. Takim właśnie środkiem wydaje się być analog hormonu juwenilnego (JHA) owadów. Odkrycie, iż wprowadzony do organizmu owada powoduje zaburzenia metabolizmu i jego śmierć, obudziło nadzieję na pojawienie się niejako „nowej generacji” pestycydów pochodzenia fizjologicznego. W „Nature” vol. 239 (1972) zamieszczono artykuł pt. „Dowód na istnienie oporności krzyżowej na analog hormonu młodzieńczego u niektórych much domowych odpor-nych na insektycydy” (D. C. Cerf, G. P. Georghiou). Autorzy podają w nim wyniki badań nad zagadnieniem możliwości rozwoju oporności u owadów na analog hormonu młodzieńczego (JHA) stwierdzając obecność różnych poziomów oporności krzyżowej na powyższy związek u kilku szczepów muchy domowej uodpornia-nych eksperymentalnie na insektycydy. Należy dodać, że powyższe szczepy były poddawane działaniu poszczególnych insektycydów przez 10 lat i każdy osiągnął maksymalną oporność na określony związek.

Analog hormonu juwenilnego ZR-0515 (izopropyl 11-methoxy-3,7, 11-trimethyl-dodeca-2,4-dienoat) wykazywał wyraźne działanie toksyczne na muchę domową, nawet w bardzo niskich koncentracjach, niższych niż dimethoatu lub naledu, stosowanych powszechnie w zwalczaniu much.

Muchy były hodowane w medium standardowym CSMA w temperaturze 27°C i 70% RH. Analog hormonu (JHA) podawano im w roztworze acetonowym w koncentracji 0,025 µg/poczwarkę. Doświadczenia prowadzono na osobnikach w stadium poczwarki (2 godzinnej). Jest to okres największej wrażliwości na środki toksyczne. Kontrolę stanowiła hodowla poczwarek traktowanych samym acetonem w ilości 0,5 µl/osobnika.

Analiza średniego procentu śmiertelności szczepów wrażliwych wykazała, iż ZR-0515 w koncentracji 0,025 µg/poczwarkę działa śmiertelnie na populację w 100%.

Szczepy uodporniane na pestycydy wykazywały zróżnicowaną oporność na ten związek: szczep uodporniony na DDT/lindan ginął w 100%, szczepy odporne na działanie grupy insektycydów fosforoorganicznych/fenton, chlorthion, parathion wykazywały umiarkowaną oporność na JHA (78,0—63,0% śmiertelności), szczepy zaś odporne na działanie dimethoatu (OMS-15), — metylokarbaminianu (OMS-12) wykazywały najwyższą oporność krzyżową (30,0—14,1% śmiertelności).

Każdy badany szczep odznaczał się także różnym poziomem krzyżowej oporności na inny insektycyd.

Autorzy podkreślają, że natura mechanizmu powstawania oporności na JHA u insektydoopornych szczepów jest nieznaną. Istnieją pewne sugestie, że być

może działa tu nie jeden, lecz kilka mechanizmów. Ze względu na brak biochemicznych badań w tym zakresie rozważania autorów mają jedynie charakter spekulatywny. Wysuwa się przypuszczenie, iż u owadów uodpornianych na insektycydy pojawiają się inhibitory JH, które działają także na JHA. Być może, iż związek ten jest atakowany przez enzymy powodujące jego rozpad. U dwóch szczepów o najwyższej oporności (dimethoat-R i OMS-15-R) niewątpliwie następuje rozpad wiązania C—N insektycydu i być może wiązania estrowego JHA przy udziale amidazy. Aktywność fosfatazy, bardzo powszechna u szczepów organofosforoopornych prawdopodobnie nie odgrywa większej roli w powstawaniu oporności na JHA, za czym przemawia różnorodność poziomów oporności krzyżowej u tych szczepów. Warto zauważyć ciekawe zjawisko, że podczas gdy oporność krzyżowa na JHA była bardzo charakterystyczna dla szczepów owadów uodpornianych laboratoryjnie na insektycydy fosforoorganiczne i karbamaty, badane szczepy pochodzące z warunków naturalnych i wykazujące dużą oporność na te pestycydy wykazywały tylko minimalną oporność krzyżową na JHA. Wyjaśnienie tego zjawiska wydaje się bardzo skomplikowane.

*Alicja Guttowa*

#### BIODEGRADACJA ZWIĄZKÓW TOKSYCZNYCH GROMADZĄCYCH SIĘ W ŚRODOWISKU NATURALNYM W WYNIKU SZYBKIEGO ROZWOJU CYWILIZACJI

Odpadki z tworzyw sztucznych, herbicydy i insektycydy, często bardzo toksyczne, stają się prawdziwą plagą akumulując się w środowisku naturalnym. Powstaje zatem pytanie, w jakim stopniu bakterie zdolne są niszczyć te związki lub przekształcać w produkty nieszkodliwe. Na łamach czasopisma *La Recherche* (29, 1972) ukazał się artykuł Daniela Bouanchauda pt. „*Les microbes contra les produits toxiques*”, w którym autor omawia powyższe zagadnienie.

W związku z postępującym zanieczyszczeniem biosfery uczeni pracują obecnie intensywnie nad sposobami przekształcania substancji toksycznych na pochodne nieszkodliwe. Wiązą oni duże nadzieje z działaniem bakterii, które dzięki olbrzymiej różnorodności wyposażenia enzymatycznego mogą stanowić broń w walce z zanieczyszczeniami. Pierwszym etapem tych badań jest wyizolowanie bakterii aktywnych lub ich aktywnych mutantów, drugim zaś zastępowanie zbyt toksycznych środków stosowanych obecnie innymi, bardziej zdolnymi do rozkładu na drodze biologicznej. Rozkład substancji toksycznych przez bakterie nie zawsze jest jednak pożyteczny. Należy się liczyć z tym, iż w niektórych przypadkach może on jeszcze pogłębić zakłócenie równowagi w środowisku. Na przykład pewne bakterie rozwijające się w środowisku bogatym w związki fosforoorganiczne mogą spowodować lokalny spadek tlenu, szkodliwy dla innych gatunków (skorupiaki, mięczaki) służących za pożywienie ryb. O ile rola bakterii w procesach rozkładu produktów naftowych jest poznawana coraz lepiej, o tyle rozkład substancji całkowicie sztucznych, wytworzonych przez człowieka, jak pestycydy czy masy plastyczne, jest bardziej złożony i nie znany. Powstaje problem istnienia mikroorganizmów zdolnych do rozkładania cząsteczek tych związków, z którymi nigdy nie spotykały się w procesie ewolucji jako z substratami naturalnymi.

Herbicydy stanowią dziś ogromną grupę związków stosowanych w rolnictwie. Oblicza się, iż w Wielkiej Brytanii stosuje się około 400 preparatów, w USA zaś dwa razy więcej. Ten ostatni kraj zużywa około 5 000 000 ton herbicydów rocznie. Trwałość tych związków w glebie jest bardzo zróżnicowana. Karencja 2,4 D wy-

nosi kilka tygodni, benzoatesu i triasinosu zaś około roku lub więcej. Aby nastąpiła biodegradacja, konieczny jest zespół warunków bardzo trudny do odtworzenia w laboratorium, a mianowicie w glebie musi być obecne w tym samym czasie kilka gatunków bakterii biorących udział w biodegradacji, muszą się one znaleźć w optymalnych warunkach dla swego rozwoju, a warunki fizykochemiczne gleby muszą sprzyjać uaktywnieniu się odpowiednich enzymów dokonujących rozkładu.

Środki niszczące stosowane obecnie w agrotechnice można podzielić z punktu widzenia łatwości rozkładu na dwie grupy. Dla wielu z nich znane są już gatunki mikroorganizmów aktywnych oraz drogi rozpadu. Istnieje prawidłowość, że cząsteczki o podobnej strukturze są rozkładane najczęściej według podobnych mechanizmów i przez te same gatunki bakterii. Dla przykładu autor podaje następujące dane:

Czynnik toksyczny	Produkty rozpadu	Mikroorganizmy
Fenoksyoctany (2,4 D)	katechole chlorany	<i>Flavobacterium</i> <i>Corynebacterium</i> <i>Pseudomonas</i>
Fenylowęglany (IPC)	aniliny chlorany	<i>Corynebacterium</i> <i>Aspergillus</i>
Fenylomocznik (Monuron)	aniliny chlorany	<i>Pseudomonas</i> <i>Xantomonas</i>
Acyilanilidy (Propanil)	aniliny chlorany	<i>Fusarium</i>

Rozkład pestycydów nie różni się w zasadzie od rozkładu herbicydów. W ich przypadku kwasy tłuszczowe są utleniane, pochodne zaś benzenu są przekształcane w katechol. Biodegradacja tworzyw sztucznych jest sprawą najtrudniejszą. Produkty te są polimerami wielkocząsteczkowymi niewrażliwymi na enzymy bakterii, aczkolwiek, niektóre bakterie zdolne są powodować utratę głównych ich cech, takich jak przezroczystość czy nieprzepuszczalność. Pierwsze obserwacje biodegradacji tworzyw sztucznych pochodzą z krajów podzwrotnikowych. Wydaje się prawdopodobne, że ciepło i światło (głównie promienie UV) są czynnikiem sprzyjającym działaniu bakterii. Promieniowanie ultrafioletowe, jak stwierdzono, wywołują fotolizę z uwolnieniem rodników i zapoczątkowaniem procesów utleniania. Na tak rozłożone przez czynniki klimatyczne masy plastyczne działają bakterie.

Liczba prac poświęconych roli bakterii w oczyszczaniu środowiska jest ciągle zbyt mała wobec ogromnej wagi problemu.

Alicja Guttowa

## ZWIĄZKI CHLOROORGANICZNE W ŚRODOWISKU

Insektycydy chloroorganiczne, jak DDT czy dieldrin, stosowane szeroko od przeszło 20 lat w rolnictwie, leśnictwie i przemyśle oraz środek chemicznie pokrewny polichlorowany dwufenyl (PCB<sub>2</sub>) trwają w środowisku daleko dłużej niż większość innych pestycydów. Związki te mają zdolność rozpuszczania się w tłuszczach, co sprawia, że mogą być w nich gromadzone i przenoszone z organizmu na organizm. Ze względu na ich znaczenie biologiczne są one groźne dla wielu zwierząt. W dziale „News and Views” czasopisma „Nature” (vol. 240, 8, 1972) zamieszczony jest ciekawy artykuł, w którym autor omawia trzy zagadnienia związane z działaniem i występowaniem tych związków w przyrodzie.

Pierwszym zagadnieniem jest właściwa ich identyfikacja, która często budzi wątpliwości. Trudności w identyfikacji pestycydów chloroorganicznych i PCB<sub>2</sub> wy-

stępują zwykle przy określaniu małych stężeń w warunkach polowych. Ostatnie badania wykazały jednak, że organochlorowce i PCB<sub>s</sub> są bardzo szeroko rozprze-strzenione w wodach, glebie i organizmach w wielu częściach świata.

Drugim nasuwającym się pytaniem jest — czy te substancje są biologicznie aktywne w niskich koncentracjach znajdujących w warunkach polowych? Ich ilości w organizmach zwierząt są często tak małe, że można przypuszczać, iż nie mogą wywoływać ostrych reakcji. Znaczenie dawek subletalnych w oddziaływaniu na organizmy pozostaje obecnie sprawą niezwykle ważną ze względu na możliwość powstawania głębszych zmian fizjologicznych nie prowadzących bezpośrednio do śmierci, ale obniżających sprawność i upośledzających organizm. Prowadzone w ostatnich latach badania eksperymentalne wykazały, że trwałe organochlorowce mają szeroki zasięg wpływu w dawkach niższych. Wpływ ten zaznacza się w obniżeniu aktywności enzymów, w zwolnieniu tempa procesów metabolicznych, w obniżaniu reprodukcji itp., przy tym poszczególne gatunki wykazują wyraźne zróżnicowanie reakcji na te same czynniki chemiczne. W badaniach laboratoryjnych działanie dawek subletalnych jest wymierzalne. Pozostaje sprawą nie wyjaśnioną, czy działanie tych dawek w warunkach polowych jest podobne, czy też w naturalnym środowisku o bardziej złożonej strukturze reakcja organizmów na czynnik toksyczny jest odmienna. Sytuacja terenowa jest bowiem zawsze bardziej złożona; wpływa to na wiele czynników współdziałających. A zatem wpływ dawki subletalnej może być krytyczny w jednym środowisku, w drugim zaś nie. Każde miejsce badań powinno być rozpatrywane osobno.

Trzecie zagadnienie dotyczy działania organochlorowców na populacje organizmów tzw. „niedocelowych”. Badania ptaków w Wielkiej Brytanii wykazały, iż u czapli, orłów i jastrzębi występuje ostre zatrucie oraz pocienienie lub rozpad skorupki jajowych pod wpływem działania organochlorowców. U gatunków tych reakcja była dostrzegalna tylko w przypadkach działania dawek o wysokiej koncentracji, natomiast populacja orła złocistego reagowała wyraźnie na dawki subletalne. U gatunku tego spadek reprodukcji w zachodniej Szkocji był wyraźnie związany z użyciem dieldrinu do niszczenia zewnętrznych pasożytów owiec. W cztery lata po wycofaniu tego środka grubość skorupki jaj i reprodukcja orła wróciły do normalnego poziomu. Zjawisko to było niezaprzeczalnym dowodem, iż insektycydy chloroorganiczne są poważnym czynnikiem degradacyjnym.

W roku 1964 wszczęto w Wielkiej Brytanii akcję administracyjną dotyczącą kontroli używania pestycydów. Podjęto decyzję o redukcji używania insektycydów trwałych, jak związki chloroorganiczne. Restrykcje te opierały się na danych naukowych o poziomie ich występowania w środowisku i szkodliwym ich działaniu także na organizmy tzw. „niedocelowe”. Stopień, do jakiego różne kraje mogą ograniczać użycie trwałych insektycydów chloroorganicznych, zależy od warunków lokalnych; w krajach tropikalnych np. będą one jeszcze używane przez pewien czas, w strefie umiarkowanej natomiast ich częściowe lub całkowite wycofanie staje się już bądź nakazem, bądź środkiem ostrożności, aby uchronić środowisko naturalne.

*Alicja Guttowa*

#### FUTUROLOGICZNE ROZWAŻANIA NAD ZAGADNIENIAMI HOMEOSTAZY W ŚWIECIE

W związku z gwałtownym rozwojem nauki i techniki w naszej epoce ludzkości grozi poważne niebezpieczeństwo w postaci zakłóceń w dynamicznej równowadze świata i w konsekwencji kryzys ekologiczny gatunku ludzkiego. W związku z tym tak poważnym zagadnieniem zabiera głos na łamach czasopisma „Impact: Science

et Societe" (22/4, 1972) F. M. Burnet, laureat nagrody Nobla w 1960 r. w dziedzinie medycyny za odkrycie nabytych tolerancji immunologicznych, profesor mikrobiologii na Uniwersytecie w Melbourne. Autor przytacza kilka zjawisk, które mogą w ciągu 50 lat pogrzyżyć świat w chaosie. Są to między innymi: eksplozja demograficzna, wyczerpanie naturalnych źródeł naszej planety oraz zanieczyszczenie i wyniszczenie środowiska.

Aby przywrócić równowagę w przyrodzie i zahamować dalszy postęp niszczenia świata w wyniku rozwoju cywilizacji, konieczna jest mobilizacja wszystkich środków, jakimi dysponuje nauka i technika. Hasłem staje się stworzenie „ekosystemu ludzkiego dynamicznie zrównoważonego i zdolnego do nieograniczonego przeżycia”. Aby zrealizować w ekosystemie człowieka warunki homeostazy, należy zdaniem autora wszystkie elementy potrzebne do życia zamknąć w samoodtwarzającym się cyklu, oszczędniej gospodarować zasobami naturalnymi oraz wykorzystywać zasoby mórz.

Do początków XX wieku działanie człowieka nie zakłócało naturalnego cyklu przemian węgla, tlenu, wodoru i azotu oraz innych elementów koniecznych do życia. Obecnie cywilizacja przemysłowa zdolna jest w szybkim tempie wyczerpać zasoby energii zmagazynowane w węglu, ropie naftowej czy gazie ziemnym. Autor wypowiada interesujący pogląd na zagadnienie przyszłościowych źródeł energii, które widzi w wykorzystaniu energii słonecznej. Zdaniem jego produkcja energii atomowej, w której widziano przyszłość ludzkości, budzić może poważne obawy. Przy jej otrzymywaniu powstają bowiem pewne ilości groźnych odpadów. Jako biolog autor uważa zastosowanie energii jądrowej tak dla celów militarnych, jak i przemysłowych za wręcz katastrofalne, biorąc pod uwagę, iż promieniowanie jonizujące jest zgubne dla wszelkich form życia. Wszelkiego rodzaju „igranie z atomem” jest jego zdaniem zdradą środowiska, dzięki któremu żyjemy. Energia słoneczna natomiast nie wyczerpuje zasobów ziemskich i nie zanieczyszcza otoczenia, należy zatem skierować wysiłki uczonych na drogę poszukiwań sposobów jej wykorzystania. W rozwoju nauki autor upatruje jedyną możliwość przywrócenia i utrzymania równowagi na świecie. Rozpatrując motywację badań naukowych zwraca uwagę na ich ewolucję w okresie kilkudziesięciu lat. Podkreśla, iż na początku tego okresu głównym motywem poszukiwań naukowych było pragnienie poznania i zrozumienia zjawisk. Dziś cele badań naukowych stały się bardziej użyteczne. Autor wyróżnia trzy zasadnicze cele badań doby obecnej: a) udoskonalanie procesów technologicznych w szerokim rozumieniu tego słowa. Składa się na to i zapewnienie ludzkości dobrych warunków bytu, i przedłużenie życia człowieka, i odkrycie ulepszonych metod antykoncepcji; b) kontrolowanie stanu fizycznego środowiska biologicznego koncentrujące się na aspektach zależności ewolucji od ingerencji człowieka; c) rozwój sfery estetycznej życia ludzkiego.

Autor ma nadzieję, że w miarę słabnięcia nacisku demograficznego cele użyteczne nauki zmieniają się i pójdą w kierunku zaspokajania wiedzy i doznań estetycznych człowieka. Jeżeli natomiast realizowany będzie długo cel udoskonalania technologii produkcji przemysłowej z jednoczesnym wzrostem populacji, należy się liczyć z szybkim postępem samozagłady. Postępujące zanieczyszczenie atmosfery i wód jest groźne i należy sprowadzić je do poziomu najniższego, na jaki pozwalają środki finansowe i polityczne społeczeństw. Walka z zanieczyszczeniami wód i powietrza musi być połączona ze stałą kontrolą. Celem biologów przyszłości będzie zdaniem autora zorganizowanie ciągłego nadzoru ekologicznego nad biosferą. Ustosunkowując się do zagadnień regulowania populacji ludzkiej autor wysuwa dość drastyczne sugestie usuwania z niej jednostek niezdolnych do normalnego życia, obciążonych nieuleczalnymi chorobami metabolicznymi (fenyloketonuria) bądź jednostek teratologicznych. Jest on także zwolennikiem rozumnej

antykoncepcji i ograniczania liczby dzieci w rodzinie do dwojga. W końcowym etapie ewolucji poglądów na cele i zadania nauki widzi nawrót do badań odbiegających od celów utylitarnych ku służącym zaspokojeniu ciekawości ludzkiej.

*Alicja Guttowa*

#### STAN FIZJOLOGICZNY KOMÓREK A STARZENIE SIĘ\*

Autorzy wprowadzają definicję trzech stanów fizjologicznych, w których mogą znajdować się komórki potencjalnie zdolne do namnażania się. Pierwszy dotyczy komórek (cycling cells), zdolnych do wchodzenia w cykl generacji komórki  $G_1$  S  $G_2$  M (gdzie  $G_1$  i  $G_2$  oznaczają przerwy, S jest okresem syntezy DNA, a M jest okresem mitozy). Drugi i trzeci stan fizjologiczny dotyczy komórek (noncycling cells), niezdolnych do przechodzenia przez wszystkie etapy wymienionego cyklu, zablokowanych w okresie  $G_1$  lub  $G_2$ . Są one jednak zdolne do wchodzenia w cykl generacji komórki po specyficznej stymulacji. Wszystkie trzy populacje komórek mogą znajdować się w tej samej tkance, ale ich wzajemne proporcje różnią się, w zależności od wpływu środowiska, warunków fizjologicznych i wieku.

Niektóre zjawiska związane ze starzeniem się komórek i tkanek polegają na przechodzeniu komórek zdolnych w niezdolne do wchodzenia w cykl generacji komórki przez zablokowanie w okresie  $G_1$  lub  $G_2$ . Zastosowanie tego modelu jest możliwe tylko w odniesieniu do tkanek, zdolnych do proliferacji. Proces starzenia się jest określony jako nie dająca się uniknąć konwersja komórek zdolnych w niezdolne. Starzenie się komórek może następować zarówno w okresie niedojrzałości organizmu (podczas embriogenezy lub przed osiągnięciem maksimum rozwoju), jak i w okresie dojrzałości (odnosi się to do procesów zachodzących w starszym wieku).

Przejście w stan zablokowany może zostać odwrócone. Stopień odwracalności zależy od dojrzałości komórki i rodzaju tkanki. Po pewnym czasie może dojść do powtórnego zablokowania.

Rozważania autorów związane są z faktami ujawnionymi wcześniej przez różnych badaczy. Nie można hodować normalnych komórek zwierzęcych *in vitro* przez nieograniczony przeciąg czasu. Wydaje się, że komórki mają limitowany okres życia. Jest on zależny od zdolności komórek do proliferacji, a ta z kolei wykazuje związek z wiekiem dawcy. W przypadku komórek ludzkich ten okres życia składa się z mniej więcej 50 okresów podwajania się ilości komórek, otrzymanych z możliwie najmłodszych (zarodkowych) tkanek. Komórki osobników dorosłych lub starych mają krótszy okres życia. Obserwacje te odnoszą się tylko do normalnych komórek diploidalnych, które nie uległy transformacji (nowotworowej). Tak więc znaczenie obserwowania komórek w hodowli polega na podobieństwie zachodzących w nich procesów do normalnego starzenia się komórek *in vivo*. W miarę starzenia się hodowli komórki zdolne do wchodzenia w cykl generacji stają się niezdolne i wzrasta przez to ilość komórek nie dzielących się. Autorzy powołują się na wiele obserwacji, potwierdzających ich tezy.

Jeśli zablokowanie komórek jest wynikiem hamowania kontaktowego, można je cofnąć przez rozgęszczenie. Na przykład Castor rozgęścił komórki przez zdrapanie części jednowarstwowej hodowli komórek mysich. 16% komórek sąsiadujących zaczęło się dzielić w ciągu kilku godzin. Krótki okres czasu wskazuje, że były zablokowane w okresie  $G_2$ . Inne sąsiadujące komórki zaczęły się dzielić po około 20 godzinach, co wskazuje, że były zablokowane w okresie  $G_1$ .

\* S. Gelfant, J. G. Smith Jr.: *Aging: Noncycling Cells an Explanation*, Science, 178. 4059, 357—361, 1972.



Zastosowanie hydrokortyzonu lub kortyzonu przedłuża okres życia ludzkich komórek embrionalnych w hodowli. Hydrokortyzon zwiększa ilość komórek syntetyzujących DNA. Ponieważ jest on środkiem immunosupresyjnym, nasuwa się myśl, że procesy starzenia się mogą być w pewien sposób powiązane ze zjawiskami immunologicznymi.

Amelia Zakrzewska

#### LIMFOCYTY, HORMONY I STARZENIE SIĘ\*

Niejednokrotnie już sugerowano (Burnet, Walford, Burch), że patogeneza zmian zachodzących w procesie starzenia się ssaków, wykazuje związek ze stanem czynnościowym układu immunologicznego.

Autorzy rozważają możliwość dużego wpływu grasicy (jako „zegara biologicznego”) i procesów wewnątrzwydzielniczych na objawy starzenia się układu limfatycznego. Podkreślają też znaczenie limfocytów (na których tworzenie się mają pewien wpływ hormony) w możliwości zapobiegania starzeniu się i przedwczesnej śmierci.

Jako zwierzęta doświadczalne wybrano myszy Snell-Bagg, wykazujące karłowatość przysadkową, zależną od recesywnego genu i ujawniającą się fenotypowo tylko u osobników homozygotycznych. Myszy karłowate wykazują w zwykłych warunkach zmniejszoną długość życia (żyją przeciętnie 4,5 miesiąca, gdy myszy normalne 20 miesięcy), zredukowaną wielkość ciała i inne objawy, zależne od deficytu wewnątrzwydzielniczego. Układ limfatyczny nie rozwija się normalnie. Obserwuje się znaczny niedorozwój grasicy, hypotrofię śledziony i węzłów chłonnych, zmniejszenie się ilości limfocytów w krążeniu i znaczne obniżenie odporności komórkowej.

Przy badaniu procesu starzenia się myszy brano pod uwagę: 1) długość życia, 2) siwienie i utratę włosów, 3) atrofię skóry (zmniejszenie się grubości i utratę elastyczności) oraz tkanki podskórnej, 4) obustronną zaćmę, 5) pobieranie  $^3\text{H}$ -tymidyny przez różne organy, 6) zdolność wzrostu fragmentów śledziony i nerek w hodowli komórkowej i procentową ilość mitoz.

Proces starzenia się jest u myszy karłowatych znacznie przyspieszony, co można stwierdzić biorąc pod uwagę wszystkie powyższe parametry.

Jak wynika z badań przedstawionych przez autorów, podawanie myszom karłowatym hormonu wzrostowego i tyroksyny indukuje dojrzewanie układu limfatycznego, prawdopodobnie przez normalizację struktury i funkcji grasicy. Normalizację odporności komórkowej można też osiągnąć przez wstrzyknięcie dojrzałych limfocytów z gruczołów chłonnych myszy normalnych.

Obydwa te rodzaje postępowania doprowadzały do przedłużenia życia myszy karłowatych (powyżej 12 miesięcy) oraz braku objawów starości w wieku 7 miesięcy. Jeśli natomiast terapię hormonalną poprzedziła tymektomia, nie można było osiągnąć pomyślnych wyników.

Najbardziej prawdopodobną interpretacją powyższych doświadczeń wydaje się autorom pogląd, że limfocyty mogą rozpoznawać (podobnie jak rozpoznają materiały obce) zmiany w mikrośrodkowisku, reprezentowane przez zmodyfikowane komórki gospodarza lub ich produkty. Wskutek działania limfocytów następuje usunięcie zmienionych komórek i powrót do normy.

Amelia Zakrzewska

\* N. Fabris, W. Pierpaoli, E. Sorkin: *Lymphocytes, Hormones and Ageing*, Nature, 240, 5383, 557—559, 1972.

JELITO KARACZANA *PERIPLANETA AMERICANA*  
JAKO CZYNNIK ZMNIĘSZAJĄCY AKTYWNOŚĆ FEROMONÓW

Feromony owadów wzbudzają zainteresowanie ze względu na możliwość stosowania ich, zamiast środków owadobójczych, jako wabików do pułapek służących do niszczenia tzw. szkodników. Feromony wytwarzane przez samicę karaczana *Periplaneta americana* wywołują u samca wzrost aktywności seksualnej, proporcjonalną do stężenia tych feromonów. Badania przeprowadzone ostatnio w tym kierunku przez Barbarę Reisbeck<sup>1</sup> przyniosły interesujące wyniki dotyczące aktywności preparatów feromonowych.

Feromony płciowe u *Periplaneta americana* wytwarzane są przez dojrzałe dziewicze samice w okresie od 7 do 11 dnia po ostatnim linieniu i produkcja ich odbywa się pod kontrolą corpora allata. Działanie feromonu ustaje po kopulacji lub może osłabnąć na skutek uśpienia lub zamrożenia owada. Obecność czynnego feromonu stwierdzono także w odchodach owadów i w wyciągach acetonowych lub metanolowych jelita środkowego i wola. One też dały podstawę do odpowiednich badań aktywności feromonu samic nie rozmnażających się. Dwie krople odpowiedniego preparatu zawierającego feromon umieszczano pod naczyniami zawierającymi każde 10 samców na okres 1 minuty. Reakcje samców podzielono na 4 grupy, zależnie od intensywności odpowiedzi na wprowadzony bodziec. Grupę pierwszą charakteryzowało tylko poruszanie czułków, grupę czwartą wznoszenie w górę odwłoka i trzepotanie skrzydłami. Każdą próbę powtarzano 7 lub więcej razy, najpierw z samcami, i wyniki sumowano. Analiza wariancji wykazała, że wyniki uzyskane dla karaczanów kontrolnych i dla preparatów uzyskanych z jelita przedniego są wyraźnie różne od wyników otrzymanych z preparatów z jelita środkowego i tylnego. Preparaty z ostatnich dwóch odcinków jelita samic powodowały spadek aktywności feromonu.

Preparaty sporządzone z jelita samca przyniosły ten sam efekt dopiero po 2-godzinnym działaniu, przy tym jelito środkowe powodowało wyraźny wzrost inaktywacji dopiero po 24 godzinie. Gdy wzięto feromony z samic w okresie rozrodczym, uzyskano wynik podobny. Badania przeprowadzone z jelitem samic wykazały, że ich jelito środkowe również produkuje czynnik potencjalnie inaktywujący działanie feromonów. W ogólnym wyniku można było wykazać, że czynnik anulujący działanie feromonów znajduje się głównie w jelicie środkowym i tylnym oraz że natężenie inaktywizacji z czasem wzrasta. Inaktywizacja jego wzrasta także pod wpływem wystawienia go na temperaturę 80°C na okres 15 minut. Nasuwało to przypuszczenie, że ma się tu do czynienia z jakimś enzymem występującym w tych częściach jelit. Dla przekonania się o tym użyła autorka jako rozpuszczalnika tego enzymu związku chemicznego piperonyl-butoksydu, który, wpływając na układ mikrosomalny oksydazy jelita owada, mógł zapobiec inaktywacji feromonu. Okazało się, że istotnie nastąpił wówczas wzrost aktywności feromonu po 3 dniach. Zastosowano także test z preparatami przewietrzanymi i ogrzewanymi i wówczas nastąpiła różnica między preparatami kontrolnymi i sporządzonymi z jelita środkowego. Piperonyl-butoksyd nie tylko zapobiegł niszczeniu feromonu, ale także przyczyniał się do produkowania przez jelito środkowe nie-trwałej formy feromonu płciowego.

Większość feromonów owadów jest, jak się zdaje, produkowana w gruczołach o wywodach zewnętrznych i niektóre przechodzą na zewnątrz do odchodów. W jelicie z gruczołów takich powstają feromony-atraktanty seksualne u *Peripla-*

<sup>1</sup> Barbara Reisbeck: Pheromone Inactivation by the Gut of *Periplaneta americana*. Nature 240, Nov. 10. 1972: 107—108.

*neta americana*, a także u *Blattella germanica* i feromony kierujące rozwojem seksualnym termitów *Kaloterms flavicollis*. Istnieje także inny pogląd na tę sprawę, a mianowicie, że feromony wytwarzane w jelicie są wynikiem normalnego procesu trawienia i zyskały swe obecne znaczenie na drodze stopniowej ewolucji.

Roman J. Wojtusiak

#### PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA METOD HYBRYDYZACJI KOMÓREK W PRODUKCJI ROŚLINNEJ I BADANIU DZIEDZICZNOŚCI

Zagadnienie dziedziczenia cech i mechanizmu przekazywania ich potomstwu ma nie tylko znaczenie naukowe, lecz również gospodarcze. W pracach hodowlanych z zakresu hodowli roślin, a nawet zwierząt, prowadzonych do niedawna w oparciu o genetykę klasyczną, obecnie coraz częściej zaczyna się korzystać z osiągnięć biochemii molekularnej. Metody otrzymywania protoplastów i fuzji komórek zdają się zapowiadać duże i wszechstronne możliwości zastosowania. Wyrazem tego było sympozjum zorganizowane we Francji.

W dniach 11—15 września 1972 r. odbyło się w Wersalu pod protektorem Centre National de la Recherche Scientifique i Institut National de la Recherche Agronomique pierwsze sympozjum na temat „Protoplasty i fuzje roślinnych komórek somatycznych”. Sympozjum było bardzo pożyteczne, gdyż zgromadziło pracowników z dziedziny botaniki i zoologii, zainteresowanych fuzją komórek, i umożliwiło wymianę poglądów na tematy nie poruszane w środowiskach wyłącznie botanicznych lub zoologicznych. W sympozjum wzięło udział ponad 100 pracowników z różnych dziedzin.

Głównym zagadnieniem, które wyłoniło się w toku obrad, jest możliwość wykorzystania protoplastów do zwiększania zmienności genetycznej roślin oraz konieczność wykorzystania do tych celów również ważnych gospodarczo roślin uprawnych.

Z zagadnieniami związanymi z wyodrębnianiem protoplastów drogą enzymatycznego rozkładu roślinnej błony komórkowej oraz hodowli komórek i tkanek roślinnych można się było zapoznać na tle najnowszych prac nad budową pierwotnej błony komórkowej dra P. Alersheima (University of Colorado) oraz prac nad strukturą siatki białkowoglikanowej dra D. T. A. Lamporta (Michigan State University). Dr K. Selby (Lord Rank Research, High Wycombe) zapoznał uczestników ze sposobem wyboru najodpowiedniejszej celulazy i innych enzymów dla rozkładu błon komórkowych. Zagadnienie hodowli komórek pozbawionych błon omawiało dwóch badaczy. Z wypowiedzi tych wynikało, że występuje duża zmienność w zdolności regeneracji błony komórkowej i procesu podziału. Na ogół wyodrębnione z komórek protoplasty uzyskane z liścia z większą łatwością odtwarzają błony komórkowe niż otrzymane z callus (tkanka przyranna) lub z hodowli komórek. Zagadnienia te omawiali J. H. M. Wilson (University of Nottingham) i dr Rolland (Biologie Cellulaire, Paris) podając szczegółowo zmiany w substrukturze.

Uważa się na ogół, że występują wciąż jeszcze trudności w wyodrębnieniu protoplastów z pewnych tkanek i w hodowli protoplastów, zwłaszcza pochodzących od zbóż. Większość uczestników była przekonana, że główne zainteresowanie skupia się obecnie na zagadnieniu wykorzystania tych komórek, pozbawionych błon, do celów, które są nieosiągalne z komórkami obłonionymi w hodowli tkankowej lub w zawiesinie komórek.

Dr I. Tabeke (Institut for Plant Virus Research, Chiba, Japan) i dr O. L. Comberg (NRC, Saskatoon) uważają, że w wielu laboratoriach istnieje możliwość

regeneracji z pojedynczej komórki protoplastu całej rośliny (tytoń i marchew). W związku z tym uwaga jest skierowana na układy z pojedynczych komórek w związku z fuzją, hybrydacją somatyczną, wniknięciem kwasów nukleinowych i wirusów oraz jakiegokolwiek śladu transformacji w roślinach wyższych. W związku z tym poglądy prof. B. Esphrussi (CNRS, Gif-sur-Yvette) i prof. G. Pontecorvo (Imperial Cancer Research Fund, London) okazały się cenne, gdyż, zakładając, że istnieje ogólna metoda selekcji hybrydów, przedstawiają one podstawowy sposób podejścia do głównych problemów biologii komórek zwierzęcych i ludzkich, nawet jeśli dotyczyłoby fuzja komórek zwierzęcych i powstanie komórek zhybrydowanych jest wyjątkowo rzadkim przypadkiem.

Prof. E. C. Cocking (University of Nottingham) podkreślał, że takim samym podstawowym zagadnieniem jest właściwa selekcja przy korzystaniu z protoplastów, bez względu na to, czy modyfikację komórki chcemy osiągnąć przez fuzję, czy przez wchłonięcie.

Omówiono warunki fuzji protoplastów z liści tytoniu, petunii i callus (crown gall) (dr J. B. Power, University of Nottingham). Dr P. K. Evans (University of Nottingham) omówił zagadnienie protoplastów zbóż, dr Withers przedstawiła (University of Nottingham) z przeprowadzonej fuzji pierwsze zdjęcia z mikroskopu elektronowego. Praca dra K. L. Giles (DSIR, Palmerston, New Zealand) dotycząca komplementacji uzyskanej w wyniku fuzji została przeprowadzona na mutantach chloroplastów kukurydzy. Dr P. S. Carlson (Brookhaven National Laboratory) przedstawił, jak przy wykorzystaniu procesu fuzji można, stosując specjalną „żywnieniową” selekcję, wybrać komórki somatyczne hybrydów, występujących w ilości kilku na milion i zregenerować z tych zhybrydowanych komórek całą roślinę.

Z prac dra Ohyama (NRC, Saskatoon) wynika, że metoda protoplastów ma znaczną przewagę nad innymi metodami w badaniach wchłaniania DNA, gdyż brak błony wymaga słabszej depolimeryzacji wchłanianego DNA. Z obrad wynika, że z izolowanych protoplastów nie otrzymano jeszcze transformacji, natomiast opisane przez dra M. R. Davey i prof. C. Cocking (University of Nottingham) wchłonięcie całych bakterii wzbudziło zainteresowanie ze względu na zachowanie się bakterii w pojedynczym protoplaście zdolnym do podziału, do tworzenia callus i wreszcie regeneracji całej rośliny.

Równie ciekawym zagadnieniem, choć nie poruszonym na sympozjum, dotyczącym dziedziczenia jest genetyczna i biochemiczna autonomia organelli komórek roślinnych. Dogodnym obiektem w tego rodzaju badaniach mogą być jednofunkcyjne białka, takie jak np. białko frakcji I występujące w chloroplastach. Białka te prawdopodobnie składają się z kilku podjednostek; niektóre z nich są zakodowane w DNA jądrowym, prawdopodobnie syntetyzowane w cytoplazmie, podczas gdy inne są zakodowane w DNA chloroplastów i tamże syntetyzowane.

Najbardziej obiecujące wydaje się przeprowadzenie badań nad syntezą i sposobem dziedziczenia takiego białka, jak białko frakcji I, które może stanowić około 50% ogólnej ilości białek liści i wykazuje aktywność rybulozo 1-5-dwufosforanokarboksylazy, ma ciężar cząsteczkowy około 525 000 oraz jest zbudowane z dużych i małych podjednostek.

Ostatnio Pak-Hoo Chan i Wildman (Biochim. Biophys. Acta, t. 277, s. 677, 1972) uzyskali poważne dowody potwierdzające, że duże podjednostki są zakodowane w DNA chloroplastów. Ich praca jest oparta na różnicy w budowie jednego polipeptydu otrzymanego z dużych podjednostek tytoniu pochodzącego z półkuli Zachodniej i Australii. Stosując wzajemne krzyżówki wykazali oni, że polipeptyd swoisty dla odmiany australijskiej może być przekazany potomstwu tylko przez osobniki rodzicielskie ze strony matki. Ponieważ przyjmuje się, że cechy dzie-

dziczone ze strony matki są zakodowane również w genach pozajądrowych autorzy założyli, że duże podjednostki są zakodowane w DNA chloroplastów. Podobne rozumowanie zastosowała ta sama grupa pracowników przy ustalaniu miejsca zakodowania małej podjednostki (Kawashima i Wildman, *Biochim. Biophys. Acta*, t. 262, s. 42, 1972). Stwierdzili oni różnice w budowie polipeptydów otrzymanych przez trawienie trypsyną małych podjednostek frakcji I tytoniu z półkuli zachodniej oraz stwierdzili, że informacje o tych różnicach mogły być przekazane tylko przez pyłek. Wynika z tego, że jądro DNA przekazuje informację genetyczną dotyczącą małych podjednostek.

Wcześniejsze prace, stosujące znakowanie różniczkowe obu podjednostek *in vivo* (Kawashima, *Biochim. Biophys. Research Commun.*, t. 38, s. 70, 1970) oraz wrażliwość dużych podjednostek na działanie chloramphenicolu, a małych na działanie cykloheksimidu (Criddle, Dau, Kleinkopf i Huffaker, *Biochim. Biophys. Res. Commun.*, t. 41, s. 62, 1970), nasuwały przypuszczenie, że duże podjednostki są syntetyzowane na rybosomach cytoplazmy. Potwierdzili to Blair i Ellis (*Biochim. J.* t. 127, s. 42, 1972) donosząc o wbudowaniu  $^{14}\text{C}$ -leucyny do jednego tylko produktu, który wędrował w żelu SOS-akrylamidowym z taką samą prędkością jak duże podjednostki frakcji I.

Badania nad tym białkiem mogą dostarczyć jeszcze wielu informacji dotyczących mechanizmu regulującego syntezę obu podjednostek oraz na temat hipotezy endosymbiozy rozwoju organelli.

*Konstancja Jakutowicz*

## BIOFIZYKA A MECHANIZM EFEKTU RADIACJI

Biologia i fizyka stają się stopniowo naukami kolektywnymi i tracą odrębność ujmowania badanych problemów. Biofizyka jest dziedziną pochodzącą od fizyki i biologii; rozwija się niezależną drogą, tak jak biochemia niewiele lat temu. W ciekawej pracy C. M. Awakjana<sup>1</sup> można znaleźć dyskusję na temat roli i zakresu biofizyki, w tym biofizyki radiacyjnej, która według autora powinna być uznana za osobny rozdział biofizyki. Autor przytacza kilka definicji biofizyki i charakteryzuje jej związek z innymi dziedzinami nauki (fizyką, chemią, chemią fizyczną, biochemią). Do tej pory utrzymuje się jeszcze nieprawidłowa tendencja do przypisywania biofizyce wszystkich prac, w których stosuje się metody fizyczne, np. pomiary biopotencjałów (pomiary bioprądów mózgu, oka, serca itp.) lub pomiary optyczne, przeprowadzane przez fizjologów i morfologów. W tych przypadkach metody fizyczne stosuje się w celu wyraźniejszego zarejestrowania zewnętrznych przejawów prawidłowości fizjologicznych i morfologicznych. Określając przedmiot i zakres biofizyki autor opiera się na dwóch definicjach:

1) biofizyka polega na matematycznej, fizycznej i teoretycznej analizie elementarnych biologicznych struktur i procesów (Timofeef-Ressovsky, Zimmer, 1947),

2) głównym zadaniem biofizyki jest badanie molekularnych procesów fizykochemicznych (Tarusow, 1962).

Stąd wynikają zadania biofizyki ogólnej, a w tym i biofizyki radiacyjnej. Szybki rozwój nauki wymaga ciągłej oceny aktualności współczesnych i przyszłych jej problemów.

Przy badaniu wpływu promieniowania jonizującego na substancje biologiczne osobnym zagadnieniem jest poznanie tych reakcji molekularnych, które z kolei

<sup>1</sup> C. M. Awakjan — *Biofizika i osnovy dejstwija radiacji*, *Biofizika*, XVII, 6, 1093—1097, 1972.

warunkują fizykochemiczne reakcje w organellach komórki. Zmiany molekularne, spowodowane działaniem radiacji na komórkę, są już znane. Jedną z ważniejszych przyczyn tych zmian jest powstawanie wolnych rodników, które powodują procesy patologiczne. W wielu ośrodkach badawczych na świecie stosuje się metodę paramagnetycznego rezonansu jądrowego (Zimmer, Erenberg, 1957; Blumenfeld, Kałmanson, 1958; Kaliuszin, 1961) do badania aktywnych rodników w różnych procesach. Dane otrzymane za pomocą EPR okazały się bardzo cenne dla biofizyki radiacyjnej. Na przykład metodami biochemicznymi stwierdzono, że przy określonych uszkodzeniach DNA zachodzi rozerwanie wiązań wodorowych. Pomiary energii aktywacji pozwalają sądzić, że reakcje te mają charakter wolno-rodnikowy. Ullrich M. i Hagen V. (1968) badali metodą EPR DNA faga i doszli do wniosku, że atom wodoru powstający w rezultacie naświetlania jest odpowiedzialny za powstawanie innych wolnych rodników, które mogą powodować biologiczne uszkodzenie DNA. Wykazali, że atom wodoru otrzymany poza fagiem i DNA może wywołać takie same efekty biologiczne, jak radiacja jonizująca.

Zmiany molekularne, które powstają w organizmie pod wpływem radiacji, są związane także z tworzeniem nadtlenków i ich działaniem na organizm. Pod wpływem radiacji następuje uszkodzenie jąder komórkowych. Zachodzą także zmiany w lipidach. Te poważne zmiany struktur komórkowych prowadzą do zaburzeń w pracy układu nerwowego i — co jest z tym związane — do zachwiania regulacji pracy tkanek i organów. Zbadano zdolności różnych substancji biologicznych do utleniania i stwierdzono, że najszybciej ulegają utlenianiu pod wpływem radiacji lipidy (Tarusow, 1962). Biorąc pod uwagę ważną rolę lipidów w strukturze i funkcji błon komórkowych, jednym z ważniejszych zadań biofizyki radiacyjnej jest zbadanie stanu kompleksów lipidowych podczas porażenia radiacyjnego.

Oprócz metody EPR stosowana jest ostatnio często nowa metoda, która pozwala w temperaturze pokojowej i w fazie ciekłej rejestrować radiochemiluminescencję, tj. emisję fal elektromagnetycznych całego organizmu i lipidów podczas działania promieniowania na układ biologiczny znajdujący się w stadium utleniania stacjonarnego. Za podstawę badania biologicznego promieniowania ostatnio przyjmuje się mechanizm chemiluminescencji węglowodorów (Wasiliew, 1970). Wykazano zależność intensywności chemiluminescencji od temperatury i koncentracji substratów reakcji, przy czym emisja powstaje podczas elementarnego aktu rekombinacji wolnych rodników z udziałem energii wyzwalanej w tym procesie. Przyjęcie założenia o rodnikowej naturze wzbudzenia pozwala na stosowanie chemiluminescencji jako metody ilościowego badania radiacji. Okazało się, że metodą chemiluminescencyjną można dokładnie i szybko zmierzyć energię aktywacji radiacji, absolutne i względne stałe szybkości poszczególnych etapów reakcji, koncentracje niektórych substratów, można otrzymać ilościowe dane o procesach elementarnych. Różne czynniki fizyczne i chemiczne nasilają intensywność emisji i ich działanie jest analogiczne do podwyższania temperatury. Za pomocą promieniowania jonizującego (Popow, 1964; Höfert, 1964; Awakjan, 1967) w różnym środowisku i przy różnych temperaturach otrzymano interesującą informację. Radiochemiluminescencja jest procesem bardziej złożonym niż chemiluminescencja. Nie polega na prostym nałożeniu się chemiluminescencji i promieniowania organicznych (białka, kwasy nukleinowe, lipidy) i nieorganicznych substancji pod wpływem naświetlania promieniami jonizującymi. Należy oddzielić pierwotne i wtórne procesy wzbudzenia, związane z fosforescencją i utlenianiem. Powstające wolne rodniki aktywnie rekombinują między sobą, atakują neutralne molekuly, współoddziaływują z tlenem.

Autorowi wydaje się, że badania radiacyjno-biofizyczne metodą chemiluminescencji powinny rozwijać się drogą syntetyczną, wiążąc badanie intensywności

emisji z czasem życia. Takie ujęcie daje możliwość otrzymania obiektywnych informacji o reakcjach molekularnych i kinetyce konkurujących reakcji w żywym organizmie.

Elżbieta Malżań

## NIEKTÓRE PROBLEMY WSPÓŁCZESNEJ BIOFIZYKI W ŚWIETLE POMIARÓW TERMICZNYCH

We współczesnej biofizyce molekularnej bardzo ważne wydają się być problemy, które można szybko rozwiązać przy pomocy metod pomiarów termicznych. Do takich problemów należy np. proces hydratacji biomakromolekuł. Woda odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu większości struktur biologicznych. Mechanizmy współdziałania wody z komórkami, strukturami wewnątrzkomórkowymi, błonami komórkowymi itp. można poznać tylko wtedy, kiedy zostanie dobrze poznany charakter współdziałania wody i biomakromolekuł. Właściwości wody w układach biologicznych są zmienne, co wydaje się być związane ze zdolnością białek i kwasów nukleinowych do aktywnej hydratacji. Hydratacja zmienia się podczas zmian konformacji makromolekuł, towarzyszących procesowi funkcjonowania makromolekuł białek i kwasów nukleinowych.

Metody pomiarów termicznych dają wiele informacji, jeśli stosuje się je do badania procesów wewnątrz-molekularnych przekształceń fazowych w roztworach biopolimerów. Wiadomo, że wiele biomakromolekuł w organizmach żywych funkcjonuje w układach uporządkowanych struktur ponadmolekularnych, takich jak nukleo-proteidy, włókna mięśniowe, błony komórkowe itp. Badanie takich struktur jest jeszcze jednym ważnym zadaniem współczesnej biofizyki.

Ostatnio ukazała się praca E. L. Andronikaszwili<sup>1</sup>, w której autor podał rezultaty badań prowadzonych przez niego w Instytucie Fizyki AN Gruzińskiej SSR oraz w innych ośrodkach badawczych ZSRR, w których szybko rozwijają się nowoczesne metody kalorymetrii. Specjalną uwagę poświęcił zagadnieniu hydratacji białek i kwasów nukleinowych, ich zmianom konformacyjnym, modelom diagramów tych zmian dla roztworów białek i struktur ponadmolekularnych (włókna kolagenowe) oraz roli jonów metali ciężkich w zmianach konformacyjnych biomakromolekuł. Na podstawie dużej ilości doświadczeń autor przedstawił perspektywy rozwoju metod pomiarów termicznych stosowanych przy badaniu wielu problemów biofizyki molekularnej, włączając w to problem nowotworów.

### 1. HYDRATACJA BIOMAKROMOLEKUŁ

Autor zwraca uwagę na zagadnienie, jaką informację można otrzymać badając właściwości cieplne układów biomakromolekuła-woda metodą kalorymetryczną. Istota tej metody polega na tym, że roztwór białka lub kwasu nukleinowego oziębia się do bardzo niskiej temperatury ( $\sim -80 - -100^{\circ}\text{C}$ ) i następnie wolno ogrzewa, rejestrując zależność pojemności cieplnej  $[C]$  badanego układu do temperatury  $(T)$  w przedziale  $-80 - +10^{\circ}\text{C}$ . Z otrzymanej zależności  $[C] = f(T)$  określa się sumaryczny efekt cieplny. Efekt ten, spowodowany obecnością wody hydratacyjnej, która nie krystalizuje w żadnej temperaturze, okazuje się zawsze mniejszy niż ciepło topnienia  $(\Delta N)$  równej ilości czystej wody.

Takie badania były prowadzone już w 1964–1965 r. Jednymi z pierwszych obiektów badań były wodne roztwory DNA (Priwałow, Mriewliszwili, 1966, 1969). Przy dużych koncentracjach DNA, cała istniejąca w układzie woda zostaje zu-

<sup>1</sup> E. L. Andronikaszwili — *Niektóre problemy współczesnej biofizyki w świetle ciepłowych zmierzeń*, Biofizika, XVII, 6, 1068–1082, 1972.

żyta na utworzenie otoczek hydratacyjnych i nie bierze udziału w procesie krystalizacji i topnienia. Podano liczbę hydratacyjną DNA  $h = 0,60 \text{ g H}_2\text{O/g DNA}$  (grubość słoja hydratacyjnego  $\sim 4 \text{ \AA}$ ). Bakradze i współpr. (1971) badali hydratację preparatów t-RNA; proces topnienia wody przy wysokich koncentracjach t-RNA również rozpoczął się od bardzo niskich temperatur. Molekuły t-RNA ulegały hydratacji szybciej niż DNA ( $h = 0,68 \text{ g H}_2\text{O/g t-RNA}$ ). Fakt ten przypisano silnej absorpcji molekuł wody przez niesparowane zasady tworzące pętle w strukturze t-RNA.

W taki sam sposób została określona przez tych autorów hydratacja białek globularnych (albumina jaja, surowica krwi, hemoglobina). Ostatnio Mriewliszwili i Dżaparidze (1973) badali hydratację enzymatycznego białka lizozymu ( $h = 0,40 \text{ g H}_2\text{O/g lizozymu}$ , grubość słoja hydratacyjnego  $\sim 3 \text{ \AA}$ ) — jest to pierwszy krok do poznania hydratacji kompleksów enzymu z substratem.

Dotychczas nie jest wyjaśnione zagadnienie zmian hydratacji biomakromolekuł w procesie ich przejść konformacyjnych. W pracach wymienionych już autorów wykazano, że hydratacja makromolekuł zdenaturowanych, szczególnie DNA, jest większa niż natywnych. Lubas i Wilczok (1970) stwierdzili przy pomocy metod spin-echo, że w procesie denaturacji molekuły DNA jak gdyby „oswabadzają się” z płaszcza hydratacyjnego i w rezultacie hydratacja produktu zdenaturowanego jest o 42% mniejsza niż molekuł natywnych. Te wyniki wymagają dodatkowych badań przy pomocy mikrokalorimetrii.

Andronikaszwili i Mriewliszwili (1968) stwierdzili, że w tkankach nowotworowych zmienia się ilość wody w porównaniu z tkankami normalnymi. Ostatnio wykazali, że hydratacja komórek nowotworowych różni się od hydratacji homologicznych komórek normalnych. Kanadyjscy uczeni Webbs i Bather (1968) badali hydratację DNA z tkanek rakowych; wyniki tych badań wskazują na możliwość istnienia różnic między właściwościami hydratacyjnymi rakowych i normalnych molekuł białek i kwasów nukleinowych. Te rezultaty wymagają badań hydratacji na poziomie makromolekuł.

## 2. WEWNĄTRZMOLEKULARNE TOPNIENIE BIOPOLIMERÓW

Szerokie zastosowanie do tego rodzaju badań znajduje ostatnio metoda dynamicznej mikrokalorimetrii różnicowej. Priwałow i Monaselidze (1965) zmierzili ciepło renaturacji podwójnej spirali DNA faga T2 i grasicy cielecej przy pomocy po raz pierwszy zastosowanego modelu dynamicznego mikrokalorimetru różnicowego. Ciepło topnienia molekuł DNA w roztworze fizjologicznym wynosi  $\sim 10 \text{ kcal/mol} \cdot \text{par nukleotydowych}$ . Pierwsze eksperymenty wykazały duże różnice w szerokości zakresu temperatury topnienia ( $\Delta T$ ) DNA faga T2 i grasicy przy jednakowej entalpii przejść formy natywnej w zdenaturowaną. Neuman i Ackermann (1969) zbadali proces topnienia polinukleotydu poli — (A+U) przy różnej sile jonowej roztworu, zmieniającej temperaturę topnienia polinukleotydu. Ekstrapolacja otrzymanych entalpii przejść w temp.  $95^\circ\text{C}$ , przy której oba łańcuchy znajdują się w stanie kłębków, daje entalpię topnienia równą  $9,3 \pm 0,5 \text{ kcal/mol (A+U)}$ . Przejście tego polinukleotydu z formy natywnej w zdenaturowaną przy dużych siłach jonowych roztworu zachodzi w dwóch etapach. Klump i Ackermann (1971) ogłosili rezultaty badań kalorymetrycznych przejść konformacyjnych w różnych roztworach DNA. Stwierdzili, że w określonych pH i sile jonowej roztworu  $\Delta N$  i  $T_m$  (temp. topnienia) zależy od podstawowego zestawu kwasów nukleinowych — zwiększa się wraz z zawartością par G-C. W roku 1971 rozpoczęto badanie procesu wewnątrz-molekularnego topnienia t-RNA. Bakradze i współpr. (1973) badali przejścia konformacyjne wodnych roztworów t-RNA i preparatów t-RNA wzbogaconych walina. Ze względu na złożony charakter tych



procesów zastosowano analizę spektralną i otrzymano 5 pików w różnych zakresach temperatur. Jeden z nich, stwierdzony w obu rodzajach preparatów, autorzy przypisują naruszeniu struktury trzeciorzędowej t-RNA. Autor podkreśla ważność zagadnienia poznania efektów cieplnych towarzyszących przejściom konformacyjnym kompleksów t-RNA z enzymami i aminokwasami.

Ważne jest zbadanie procesu wewnątrzcząsteczkowego topnienia białek. Stwierdzono, że metoda pomiarów termicznych jest dostatecznie dokładna, aby otrzymać dane o zmianach konformacyjnych w molekułę białka w fizjologicznym zakresie temperatur. W roku 1965 wymienieni już autorzy rozpoczęli badania białka kolagenu. Proces topnienia makromolekuł prokolagenu wykazuje znaczny efekt cieplny ( $\Delta N = 18,0 \pm 0,8$  cal/g białka). Przy dodaniu do roztworu jonów NaCl proces absorpcji ciepła zachodzi w dwóch stadiach, przy czym zmiany spiralizacji i lepkości zachodzą tylko w drugim stadium denaturacji. Całkowite ciepło topnienia nie zmienia się. Stwierdzono, że obecność mostków międzylańcuchowych ułatwia proces renaturacji molekuł prokolagenu.

Andronikaszwili i współpr. (1968) wykazali, że prokolagen z tkanek rakowych (Sarkoma M-1) odznacza się brakiem mostków i bardzo niską, w porównaniu z normalnym białkiem, termostabilnością (badania przeprowadzono metodami pomiarów mikrokalorymetrycznych i analizy sedymentacyjnej).

### 3. BADANIE UPORZĄDKOWANYCH STRUKTUR NADMOLEKULARNYCH W ROZTWORACH BIOPOLIMERÓW

W roku 1969 Monaslidze i Bakradze przeprowadzili mikrokalorymetryczne badania procesów topnienia roztworów prokolagenu w szerokim zakresie koncentracji białka. W zakresie 0,02—5,5% koncentracji białka  $T_m = 39^\circ\text{C}$ ,  $\Delta T = 4^\circ$ ,  $\Delta N = 18$  cal/g i są stałe. Zwiększenie koncentracji białka od 5,5% do 77% powoduje zwiększenie  $T_m$  i  $\Delta T$ . Dalsze zwiększanie koncentracji prowadzi do zwiększenia  $T_m$  i przyśpieszenia procesu topnienia. Przy wysokich koncentracjach (powyżej 77%)  $\Delta N$  nie przewyższało 15 cal/g białka. Ostatnio przeprowadzono serię eksperymentów na roztworach DNA grasicy przy różnych koncentracjach kwasu nukleinowego — ze zwiększeniem koncentracji DNA obserwowano zwiększenie  $T_m$  z jednoczesnym ograniczeniem  $\Delta T$ . Zmniejszenie  $\Delta N$  rozpoczęło się już przy koncentracjach DNA równych 60%. Dalsze zwiększenie koncentracji (zmniejszenie ilości wody hydratacyjnej) prowadzi do szybkiego zmniejszania entalpii przejść. Ten fakt wskazuje na ważną rolę wody w stabilizacji podwójnej spirali DNA.

### 4. BUDOWA DIAGRAMÓW DLA ROZTWORÓW BIOPOLIMERÓW

Myśl zbudowania diagramów, które mogłyby opisać właściwości biomakromolekuł podczas ich przechodzenia ze stanu natywnego do zdenaturowanego, wynikła podczas badania prokolagenu. Opierano się na 2 przesłankach: 1) procesy topnienia przeprowadzono w jednakowych warunkach, 2) zaobserwowano odwracalność procesu topnienia dla roztworów skoncentrowanych i znaczną odwracalność przy niskich koncentracjach. Jako zmienne wybrano: temperaturę, koncentrację i procent rozerwanych wiązań, określony przy pomocy metod kalorymetrycznych. Diagram wskazuje, że stan natywny różni się od zdenaturowanego regionem, w którym zachodzi przejście konformacyjne białka w całym zakresie koncentracji. Znając koncentrację i  $T_m$  można określić ilość rozerwanych wiązań. Dalsze badania procesów cieplnych podczas denaturacji i renaturacji natywnych włókien kolagenowych (Andronikaszwili i współpr. 1972) pozwoliły na stwierdzenie, że znaczna absorpcja ciepła, odpowiadająca topnieniu włókien, występuje tylko w zakresie temperatur 42—48°C. Ciepło topnienia włókien ( $18 \pm 0,8$  cal/g białka) oka-

zało się równe ciepłu topnienia makromolekuł prokolagenu w roztworach rozcieńczonych. A więc międzymolekularne oddziaływania wnoszą mały wkład energetyczny w podtrzymanie struktury włókien natywnych w roztworze. Z analizy krzywej gęstości optycznej roztworu można sądzić, że topnienie włókien natywnych jest związane z rozrywaniem wewnątrz-molekularnych wiązań wodorowych w molekułę prokolagenu i towarzyszy przejściom tych makromolekuł ze stanu spiralnego w kłębkę.

Dla pełnego poznania wpływu pH roztworu na proces renaturacji i denaturacji włókien prokolagenu zbudowano diagram ze zmiennymi: pH i T. Stwierdzono 5 regionów występowania różnych form prokolagenu.

Porównanie danych kalorymetrycznych dotyczących natywnych włókien kolagenowych z danymi uzyskanymi przy pomocy mikroskopu elektronowego pozwoliło na potwierdzenie teorii, że w roztworze w zakresie temperatur topnienia istnieje mieszanina odcinków topniejących z odcinkami spiralnymi w tej samej molekułę.

Diagram sporządzony dla molekuł prokolagenu z tkanek nowotworowych jakościowo nie różni się od molekuł normalnego prokolagenu, inne są natomiast zakresy temperatur dla poszczególnych regionów, co świadczy o mniejszej termostabilności molekuł prokolagenu z tkanek nowotworowych. W najbliższym czasie należałoby przeprowadzić analizę porównawczą termostabilności innych białek i kwasów nukleinowych tkanek normalnych i nowotworowych.

#### 5. WŁAŚCIWOŚCI CIEPLNE BIOMAKROMOLEKUL A JONY METALI CIĘŻKICH

Shin i Eichorn (1968) badali metodą spektrofotometryczną proces topnienia DNA w roztworach zawierających jony metali ciężkich w różnych koncentracjach i wykazali istotny wpływ niektórych metali na procesy denaturacji i renaturacji DNA. Podczas określonych koncentracji jonów  $Zn^{++}$  proces denaturacji DNA jest w pełni odwracalny. Andronikaszwili i współpr. (1970) stwierdzili, że rakowe i normalne DNA różni się w zawartości jonów cynku, żelaza, antymonu, srebra i skandiu, RNA — cynku i antymonu, kolagen — cynku i żelaza. Należy szukać związku między właściwościami cieplnymi białek i kwasów nukleinowych a zawartością jonów metali ciężkich, tym bardziej, że wykazano już ważną rolę jonów metali w aktywności polimeryzacyjnej RNA (Slater i współpr. 1971) i w procesie wzrostu nowotworów w eksperymentach *in vivo* (McQuitty i współpr. 1970). Ponieważ metale odgrywają ważną rolę w strukturze i aktywności enzymów, ważne jest wyjaśnienie wpływu metali na hydratację i właściwości cieplne enzymów i kompleksów enzym — substrat.

#### 6. OBECNE I PRZYSZŁE TECHNIKI POMIARÓW KALORYMETRYCZNYCH

Autor zwrócił uwagę na perspektywy stosowania pomiarów kalorymetrycznych. Opisał rozwój tej techniki w ZSRR od 1958 r. Wymienił ośrodki naukowe zajmujące się tego typu badaniami. Podkreślił konieczność stosowania nowoczesnej techniki obliczeniowej. Podał liczną literaturę (41 pozycji) dotyczącą omawianych zagadnień.

*Elżbieta Malzahn*

#### CHEMILUMINESCENCJA ZWIĄZANA Z UTLENIANIEM LIPIDÓW W BŁONACH BIOLOGICZNYCH

Badanie reakcji wolnorodnikowych w błonach biologicznych jest problemem ważnym, ponieważ wiele procesów patologicznych w komórce powoduje między innymi uszkodzenie błon przez produkty tych reakcji. W ostatnich latach głów-

nymi obiektami do tego rodzaju badań były zawiesiny mitochondriów i mikrosomów. Rzadziej badano błony komórkowe, mimo że na poziomie komórkowym w błonach przejawia się w pełni funkcjonowanie układów regulujących i obronnych. Dogodnym obiektem są błony komórek krwi. Krew spełnia wszystkie warunki konieczne do rozwoju reakcji utleniania łańcuchowego (zawiera substraty, tlen i katalizatory — hemoglobinę i jony  $Fe^{++}$ ), a poza tym błony erytrocytów, szczególnie ludzkich, mogą być uzyskiwane w dużych ilościach. Do badania reakcji wolnorodnikowych w błonach komórkowych ostatnio szeroko stosuje się pomiary chemiluminescencyjne. W pracy Korczaginej i Władimirowa<sup>1</sup> podjęto próbę zbadania tą metodą procesów wolnorodnikowych utleniania lipidów w zawiesinie stromy erytrocytów krwi ludzkiej w obecności katalizatora utleniania łańcuchowego lipidów — jonów żelaza dwuwartościowego. Do badań używano krew wszystkich grup. Cienie erytrocytów otrzymywano zgodnie z metodyką opisaną przez Dodge J. J. i innych (Arch. Biochem. and Biophys., 100, 119, 1963), z małymi modyfikacjami. Badany materiał standaryzowano wg białka oznaczanego za pomocą reakcji biuretowej (9—12 mg białka w 1 ml zawiesiny rozcieńczonej w buforze fosforanowym 1:10). Naświetlanie zawiesiny cieni erytrocytów promieniami ultrafioletowymi (UV) przeprowadzano przy pomocy lampy SDW-120A. Chemiluminescencję rejestrowano podczas mieszania zawiesiny w kuwecie termostatycznej ( $t = 39^{\circ}C$ ) przy pomocy fotopowielaczy FEU-42 i FEU-37. Do badania antyutleniaczy używano 1% roztwór  $\alpha$ -tokoferolu (TF) w metanolu.

Po dodaniu soli żelaza dwuwartościowego ( $FeSO_4$ ) do świeżo otrzymanej stromy erytrocytów człowieka nie zważono żadnego promieniowania oraz w żadnym doświadczeniu (stosowano różne temperatury, pH, koncentracje  $Fe^{++}$ , zamrażanie w buforze fosforanowym) nie stwierdzono promieniowania zawiesiny cieni erytrocytów w czasie 2 godzin. Pod tym względem błony erytrocytów różnią się znacznie od innych zbadanych do tej pory układów zawierających lipidy: mitochondriów, mikrosomów, zawiesiny fosfolipidów, homogenatów wątroby, serca i mózgu, w których po dodaniu soli  $Fe^{++}$  rozwijały się łańcuchowe reakcje utleniania lipidów, wyrażające się promieniowaniem. Taka oporność erytrocytów wobec utleniania jest biologicznie konieczna: w plazmie krwi znajdują się nadtlenki lipidów transportujące żelazo dwuwartościowe, a w samym erytrocycie — tlen i hemoglobina, tzn., że błona erytrocytów jest otoczona inicjatorami, katalizatorami i substratami reakcji nadtlenkowego utleniania lipidów. Bezpośrednią przyczyną braku utleniania (chemiluminescencji) w erytrocytach po dodaniu jonów  $F^{++}$  mogą być albo antyutleniacze, albo właściwości struktury błony erytrocytów. A więc zniszczenie antyutleniaczy lub naruszenie struktury błon powinno wywołać chemiluminescencję. Doświadczenia przeprowadzono według następującej kolejności: 1) pierwsze naświetlanie stromy erytrocytów przez 1 minutę (zniszczenie naturalnych antyutleniaczy), 2) dodanie tokoferolu w określonej koncentracji, 3) drugie naświetlanie UV w różnym czasie (zniszczenie dodanego poprzednio sztucznego antyutleniacza).

Wyniki doświadczeń przedstawiono na schematach. Podano typową kinetykę procesu chemiluminescencji stromy erytrocytów ludzkich w obecności jonów  $F^{++}$  i po naświetleniu różnymi dawkami promieniowania UV. Ze wzrostem dawki naświetlania skokowo skracą się okres ukryty promieniowania, zwiększa się szybkość nasilenia promieniowania i zmienia się jego intensywność (podobnie jak w mitochondriach). Tokoferol dodany do zawiesiny cieni erytrocytów naświetla-

<sup>1</sup> M. W. Korczagina, Ju. A. Władimirow — *Chemiluminescencija, sopriaziennaja s obrazowanijem lipidnych pieriekisiej w biologiczieskich membranach. X. Pieriekisnoje okislenieje lipidow w membranach eritrocitow*, Biofizika, XVIII, 6, 1037—1042, 1972.

nych przez 1 minutę hamuje rozwój promieniowania i jego działanie na błony erytrocytów jest przeciwstawne do działania naświetlania UV. Hamujące działanie tokoferolu znosi się po powtórnym naświetleniu ultrafioletem.

W większości przypadków drugie naświetlanie było mniej efektywne w porównaniu z pierwszym. To wskazuje, że funkcję antyutleniaczy w stromie spełniają związki łatwiej ulegające zniszczeniu pod wpływem naświetlania ultrafioletem niż tokoferol, albo że pierwsze naświetlanie UV powoduje nie tylko zniszczenie antyutleniaczy, ale także uszkodzenie struktury błon, co ułatwia nadtlenkowe utlenianie lipidów po dodaniu soli  $Fe^{++}$ .

Określenie ilościowego udziału antyutleniaczy i właściwości struktury w związku oporności błon erytrocytów wobec utleniania wymaga dodatkowych badań.

*Elżbieta Malzahn*

#### O MOŻLIWOŚCI AKTYWACJI KONFORMACYJNEJ KOMPLEKSU ENZYMU — SUBSTRAT ALDOLAZY PRZEZ PROMIENIOWANIE UV\*

Wiadomo, że podczas tworzenia się kompleksu enzym — substrat (X) zmienia się konformacja białka, co jest jedną z cech charakterystycznych katalizy enzymatycznej. Za pomocą licznych metod zarejestrowano zmiany konformacyjnych parametrów fizycznych białek w kompleksie z substratem (Stutervant, 1962; Bursztejn, Susłowa, 1964; Velik, 1958; Shigeki i współpr., 1969). Zauważono także podwyższoną stabilność enzymów w układzie kompleksu X z takimi czynnikami denaturującymi, jak wysokie temperatury, enzymy hydrolityczne, radiacja jonizująca. W dwóch pracach zanotowano zwiększenie odporności enzymów w kompleksie X na naświetlanie UV, ale wyniki te do tej pory są dyskusyjne (Efskind, 1969; Tomita, 1967). Wiadomo, że głównym akceptorem biologicznie aktywnego promieniowania UV jest tryptofan. Wykazano, że czułość enzymu na promieniowanie UV zależy od jego stanu konformacyjnego, regulowanego temperaturą, jedno- i dwuwalentnymi jonami, rozpuszczalnikami organicznymi, a także substratem.

Doświadczenia z naświetlaniem kompleksów X promieniami UV są ciekawe z dwóch punktów widzenia: 1) jako indyktor przekształceń konformacyjnych i ich znaczenia przy określaniu fotoczułości białka, 2) jako możliwe podejście eksperymentalne w celu potwierdzenia spotykanej w literaturze hipotezy o wykorzystaniu w późniejszych etapach katalizy energii oscylacji makromolekuły, wydzielanej podczas egzoergicznej reakcji enzymatycznej. Jak wiadomo, znaczna część energii wzbudzenia (rzędu 100 kcal) chromoforów naświetlanych UV przechodzi w ciepło — energię oscylacji. Wiadomo, że energia ta jest większa od typowej energii aktywacji ( $\sim 10$  kcal).

W omawianej pracy autorzy badali wpływ naświetlania UV na aktywność enzymatyczną allosterycznego, subjednostkowego enzymu aldolazy czystej i w kompleksie z substratem. Badano preparat aldolazy krystalicznej z mięśnia królika. Aktywność aldolazy określano wg metody Swensona i Boyera (1957), koniugację aldolazy z fluoresceinoizotiocyanatem (FITC) przeprowadzano wg metody Ogiewieckiej-Piszczurinej i współpr. (1963). Koncentrację białka i barwnika w kompleksie określano metodą spektrofotometryczną. Pomiary luminescencji przeprowadzano na zestawie aparatury zebranej na bazie dwóch kwarcowych monochro-

\* I. D. Wołotowski, L. G. Boskriesienska, S. B. Koniew — *O możliwości konformacyjnej aktywacji ferment — substratnego kompleksa aldolazy ultrafioletowym światłem*, Biofizika, XVII, 6, 971—977, 1972.

matorów. Szybkość fotodestrukcji tryptofanilów określono wg zmniejszania się intensywności ich fluorescencji. Pomiary fotochemiluminescencji przeprowadzano na zestawie aparatury opisanym przez Nisenbauma i współpr. (1968).

Czysty enzym ulegał inaktywacji pod wpływem naświetlania UV. Zdziwiający efekt dało naświetlanie kompleksu X: enzym nie tylko nie ulegał inaktywacji, ale jego aktywność wzrastała. Dopiero po zwiększeniu dawki UV (10–20 minut) zaczynała być widoczna słaba inaktywacja. Aktywacja enzymu w kompleksie X pod wpływem naświetlania jest wyraźniej widoczna przy niskich koncentracjach substratu (0,002 M) i niskich temperaturach (10°C) niż przy wysokich koncentracjach (0,01 M) i wysokich temperaturach (38°C). W celu zmniejszenia koncentracji elektronowych stanów wzbudzonych tryptofanilów koniugowano aldolazę z FITC. Taka sama migracja energii, jaką stwierdzono dla innych enzymów, zmniejsza inaktywację enzymu około 3 razy. Wprowadzenie barwnika nie odbija się na wielkości efektu fotostymulacji. Dodanie cysteiny — tradycyjnego inhibitora stanów wolnorodnikowych — powoduje inaktywację aldolazy, ale przeciwnie działa na kompleks X, zwiększając w nim fotoczułość enzymu, w rezultacie czego zamiast aktywacji obserwuje się wyraźną inaktywację, ale w mniejszym stopniu niż dla czystego enzymu. Szybkości fotolizy tryptofanilów w aldolazie i jej kompleksie X praktycznie nie różnią się między sobą, ale są znacznie niższe niż szybkość fotoinaktywacji aldolazy. Procesowi tworzenia się kompleksu X towarzyszy tłumienie tryptofanowej fluorescencji aldolazy (o 15%), przesunięcie długości fali (o 1,5 m $\mu$ ) i poszerzenie pasma fluorescencji. Cysteina tłumii fluorescencję czystej aldolazy (o 20%) i, nie wpływając na położenie maksimum spektrum fluorescencji enzymu, powoduje krótkofalowe przesunięcie spektrum kompleksu X (o 2,5 m $\mu$ ). Autorom nie udało się zaobserwować zwiększenia aktywności enzymatycznej roztworu fruktozo-1,6-dwufosfatu (FDF) po naświetlaniu różnymi dawkami UV.

Zaobserwowany efekt aktywacji enzymu w układzie kompleksu enzym — substrat teoretycznie można objaśnić 3 przyczynami: 1) konformacyjną aktywacją makromolekuł produktami fotochemicznymi np. wolnymi rodnikami, 2) wykorzystaniem energii oscylacji, która powstała po termicznej dezaktywacji stanów wzbudzonych tryptofanilów, 3) aktywacją enzymu przez indukowane, fototermiczne przejście allosteryczne subjednostek z nisko- do wysokoaktywnego stanu konformacyjnego.

Wydawałoby się, że na korzyść mechanizmu wolnorodnikowego świadczy fakt cofnięcia się fotoaktywacji w obecności cysteiny, która także aktywnie tłumii chemiluminescencję białek, odzwierciedlającą zachodzące w nich reakcje wolnorodnikowe indukowane promieniowaniem. Przeciwno aktywacji fotochemicznej świadczą następujące fakty: 1) skrajnie niski, sądząc wg fotochemiluminescencji, poziom reakcji wolnorodnikowych w aldolazie, w porównaniu z innymi białkami lub glicylo-tryptofanem; 2) brak wpływu substratu (FDF) na przebieg reakcji wolnorodnikowych w układzie modelowym (roztwór glicylo-tryptofanu); 3) zmienione fotochemicznie białko nie ochrania swojej podwyższonej aktywności po zaprzestaniu naświetlania; 4) brak różnic w przebiegu UV-fotolizy tryptofanilów w białku i kompleksie X; 5) duża szybkość fotoinaktywacji czystej aldolazy w porównaniu z szybkością fotolizy tryptofanilów. Doświadczenia z cysteiną mogą mieć również inne wyjaśnienie. Cysteina występuje częściej nie jako inhibitor wolnych rodników, ale jako czynnik zakłócający konformację, o czym świadczy krótkofalowe przesunięcie spektrum fluorescencji kompleksu X w obecności cysteiny.

A więc może aktywacja jest związana nie z fotochemiczną, lecz termiczną drogą dezaktywacji stanów wzbudzonych tryptofanilów. Wtedy migracja energii wzbudzenia na barwnik powinna nie dopuścić do aktywacji, a tego nie stwier-

dzono: Pozostaje przypuszczenie, że energia cieplna przyczynia się do kooperatywnego przejścia mało aktywnej formy subjednostek aldolazy w wysoko aktywną (allosteryczne przejście  $T \rightleftharpoons R$  wg terminologii Monoda i współpr., 1965). Wyjaśnienia to obserwowaną zależność fotostymulacji od koncentracji i temperatury. Uzupełniającego objaśnienia wymaga utrzymanie fotostymulacji po „spłynięciu” energii z tryptofanu białka na barwnik. Ciepłe przejście energii następuje na skutek naruszenia struktury powłoki solwatywnej, odgrywającej ważną rolę w bilansie sił utrzymujących konformację makromolekuły. Naruszenie powłoki solwatywnej, np. niskopolarnymi rozpuszczalnikami, powinno także aktywować enzym allosteryczny, co zaobserwował Elödi (1961). Cofnięcie się efektu aktywacji w obecności cysteiny można wyjaśnić przekształceniem konformacyjnym białka, po którym traci ono czułość na stan powłoki solwatywnej.

Autorzy sugerują następujący łańcuch zdarzeń powodujących efekt fotoaktywacji aldolazy: absorpcja kwantu światła przez tryptofalidy kompleksu enzym — substrat  $\rightarrow$  przejście energii wzbudzenia w ciepło  $\rightarrow$  naruszenie struktury wody w powłoce solwatywnej  $\rightarrow$  ułatwienie allosterycznego przejścia konformacyjnego w subjednostkach  $\rightarrow$  wzrastanie aktywności enzymatycznej.

*Elżbieta Malzahn*

# ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

---

## SPRAWOZDANIE Z PRZEBIEGU KONFERENCJI NEUROSEKRECYJNEJ W POZNANIU — 2.II.1973 R.

W dniu 2 lutego 1973 r. odbyła się w Poznaniu konferencja naukowa nt. „Aktywność neurosekrecyjna w warunkach prawidłowych i eksperymentalnych”. Organizatorami wspomnianej konferencji byli Komitet Zoologiczny Wydziału II PAN oraz Zakład Histologii i Embriologii Instytutu Biostruktury Akademii Medycznej w Poznaniu. Organizatorzy konferencji zwrócili się do czołowych znawców zagadnienia neurosekrecji w kraju z propozycją przedstawienia swych nowych osiągnięć badawczych w tym zakresie. Na konferencję zgłoszono 12 referatów, które dotyczyły procesów neurosekrecyjnych u skorupiaków, ryb, ptaków i ssaków. Konferencja powyższa stanowiła kontynuację spotkań poświęconych tej problematyce badawczej, które miały już uprzednio miejsce w Krakowie i Łodzi. Tematyka konferencji dotyczyła w głównej mierze roli podwzgórza jako układu sterującego i integrującego czynności neurohormonalne ustroju. Badania ostatnich lat wykazały bowiem niezbicie, że podwzgórze za pośrednictwem wydzielanych w jego obrębie czynników uwalniających i hamujących wpływa sterująco na przysadkę mózgową. Szereg referatów przedstawionych w trakcie obrad dotyczyło właśnie tego interesującego i jednocześnie niedostatecznie jeszcze poznanego zagadnienia.

Otwarcia konferencji dokonał przewodniczący Komitetu Organizacyjnego prof. dr habil. K. Miętowski, który w krótkim wystąpieniu powitał uczestników oraz w kilku zdaniach uzasadnił celowość tego naukowego spotkania. W imieniu władz Uczelni przybyłych na sympozjum powitał Dziekan Wydziału Lekarskiego AM w Poznaniu — prof. dr M. Wójtowicz, który życzył uczestnikom owocnych obrad.

Przystępując do szczegółowszego przedstawienia wyników konferencji pragnę wymienić tytuły opracowań i nazwiska referentów, którzy podjęli się wygłoszenia interesujących oraz cennych referatów: prof. dr F. Pautsch (Gdańsk) — Nowe badania nad neurosekrecją u skorupiaków; prof. dr Z. Ewy (Kraków) — Sekrecja hormonów części nerwowej przysadki ptaków w różnych stanach fizjologicznych; doc. dr A. Jasiński (Kraków) — Ultrastruktura systemu podwzgórzowo-przysadkowego; doc. dr W. Traczyk (Łódź) — Udział mediatorów peptyderygicznych w czynności ośrodkowego układu nerwowego i przysadki; doc. dr M. Pawlikowski, dr M. Karasek, dr M. Kępczyńska (Łódź) — Ultrastruktura synapsy neurosekrecyjnej w zależności od stanu czynnościowego — badania metodą jodkowo-cynkową Champy-Mailleta; prof. dr K. Miętowski, doc. dr M. Kozik, dr J. B. Warchoł (Poznań) — Histochemia neurosekrecji w próbie wodnej wywoływania napadów padaczkowych; prof. dr E. Domański (Jabłonna k. Warszawy) — Produkcja i uwalnianie neurohormonów podwzgórzowych u ssaków; doc. dr A. Ślebodziński (Kraków) — Podwzgórzowa regulacja sekrecji tyreotropiny; prof. dr K. Miętowski, dr hab. A. Łukaszuk, dr B. Miśkowiak (Poznań) — Reaktywność niektórych jąder podwzgórza na czynniki hormonalne; doc. dr A. Jasiński, mgr B. Płytyś (Kraków) — Jądro nadwzrokowe karpia i lina w cyklu rocznym; mgr M. Kępczyńska (Łódź) — Zmienność sezonowa neurosekrecji w podwzgórzu szczura.

Wiodące referaty wygłosili: prof. dr F. Pautsch, prof. dr Z. Ewy, prof. dr E. Domański, doc. dr A. Jasiński oraz doc. dr W. Traczyk.

Prof. dr F. Pautsch przedstawił wyniki dotychczasowych badań nad procesami

neurosekrecyjnymi u skorupiaków. Na podstawie własnych rozległych badań oraz w oparciu o dane z piśmiennictwa wykazał, że o ile w początkowych etapach badań nad neurosekrecją uzyskiwane wyniki u skorupiaków znacznie wyprzedzały rezultaty podobnych badań u kręgowców, to obecnie sytuacja uległa zmianie — procesy te są znane lepiej u kręgowców łącznie z ssakami, niż u skorupiaków. Referent przedstawił ponadto wyniki swych badań mikroskopowo-elektronowych nad ultrastrukturą szczególnie gruczołu zatokowego u kraba *Rhithropanopeus*.

W kolejnym referacie doc. dr A. Jasiński skoncentrował się głównie na ultrastrukturze systemu podwzgórzowo-przysadkowego u ryb kostnoszkieletowych. Referent położył główny nacisk na budowę ultrastrukturalną przysadki nabłonkowej i nerwowej oraz na unerwienie peptyderygiczne i aminergiczne części gruczołowej przysadki (autor wyodrębnił w przednim płacie przysadki sześć typów komórek). Następnie referent omówił mechanizm usuwania wydzieliny z komórek części gruczołowej przysadki oraz jej płąta nerwowego. Wyniki przedstawionych badań zostały zilustrowane wzorowo wykonanymi elektronogramami oraz przejrzystymi schematami.

Prof. dr Z. Ewy w swym interesującym opracowaniu przedstawił strukturę układu podwzgórzowo-przysadkowego u ptaków zwracając przy tym szczególną uwagę na łączność jąder podwzgórza z częścią nerwową przysadki. Ponadto referent uwypuklił zagadnienie budowy chemicznej występujących u ptaków neurohormonów — oksytocyny, wazotocyny i mezotocyny. Badania doświadczalne przeprowadzono na kurach i kogutach, u których na drodze eksperymentalnej (podawanie 10% NaCl oraz drażnienie mechanoreceptorów jajowodu) powodowano wzmożone uwalnianie wspomnianych hormonów. Autor w końcowej części pracy dyskutował nad rolą w uwalnianiu wazotocyny takich mediatorów jak: noradrenalina i acetylocholina. Na podstawie uzyskanych wyników prof. dr Z. Ewy sądzi, że uwalnianie neurohormonów z części nerwowej przysadki dokonuje się przy współudziale układu cholinergicznego.

W następnym na wskroś oryginalnym referacie doc. dr W. Traczyk przedstawił interesujące wyniki badań neurofizjologicznych wskazujących na udział mediatorów peptyderygicznych w czynności ośrodkowego układu nerwowego i przysadki. Te interesujące wyniki autor uzyskał drogą mikroperfuzji tkanki nerwowej (szeregu okolic podwzgórza i wzgórza) sugerując, że wazopresyna stwierdzana również poza rejonem jądra nadwzrokowego może odgrywać ewentualnie rolę przekąźnika peptyderygicznego. Autor w oparciu o badania własne oraz o dane z piśmiennictwa omówił również występowanie i rolę tzw. substancji P. Doc. dr W. Traczyk w ostatecznej konkluzji postuluje, że substancja P może współdziałać w warunkach stressowych w zwiększonym odplywie podwzgórzowych hormonów uwalniających od przysadki mózgowej za pośrednictwem krążenia zwrotnego. Dotychczas jednak nie wykazano ostatecznie jaką rolę pełni ta substancja w ośrodkowym układzie nerwowym.

Prof. dr E. Domański w swym referacie skoncentrował się w głównej mierze na zagadnieniu produkcji i uwalnianiu neurohormonów podwzgórzowych u ssaków. Poznanie składu aminokwasowego kilku czynników uwalniających (TRF, LH—RF, TSH—RF, MIF) pozwoliło skierować neuroendokrynologię na właściwe i współczesne tory. Następnie referent krótko scharakteryzował rolę podwzgórza oraz układu limbicznego w procesach produkcji i przekazywania hormonów podwzgórzowych do przysadki. Spośród czynników uwalniających podwzgórza prof. dr E. Domański poświęcił szczególną uwagę czynnikom uwalniającym ACTH tj. CRF oraz LH—RF i FSH—RF. Autor podkreślił, że mimo iż CRF należy do czynników uwalniających najwcześniej wykrytych, to jego skład chemiczny nie został jeszcze należycie poznany. Referent wskazał również na interesujące zja-



wisko, że wpływ na uwalnianie ACTH z przysadki oprócz CRF wywierają jeszcze beta-CRF, alfa<sub>1</sub>-CRF, alfa<sub>2</sub>-CRF i wazopresyna. Wreszcie referent przedstawił aktualne poglądy odnośnie do przekazywania hormonów podwzgórzowych do przedniego płata przysadki u ssaków z uwzględnieniem roli w tych procesach takich substancji jak acetylocholina, serotonina, noradrenalina i kwas gamma-aminomasłowy.

W przebiegu konferencji ogłoszono nadto sześć komunikatów, które dotyczyły różnych zagadnień z zakresu neuroendokrynologii doświadczalnej i zachodzących w niej zmian sezonowych. Doc. dr M. Pawlikowski przedstawił wyniki badań zakończeń neurosekrecyjnych w tylnym płacie przysadki mózgowej u szczurów kontrolnych, zwierząt odwodnionych oraz poddanych narkozie etanolowej. Badania przeprowadzono przy pomocy metody jodkowo-cynkowej Ghampy-Mailleta, która selektywnie wykazuje pęcherzyki synaptyczne, nie wykazuje natomiast ziaren neurosekrecyjnych. Autor sądzi, że pęcherzyki synaptyczne uczestniczą w uwalnianiu wazopresyny oraz, że wspomniana metoda daje dokładniejszą ocenę stanu synapsy neurosekrecyjnej (neuro-hemalnej) niż klasyczne metody stosowane w mikroskopii elektronowej.

Doc. dr M. Kozik przedstawił wyniki badań histochemicznych jądra nadwzrokowego i przykomorowego w próbie wodnej wywoływania napadów padaczkowych. Uzyskane wyniki poparte zostały badaniami ilościowymi zachowania się grup SH i SS przy użyciu mikroanalizatora laserowego (oryginalna metoda opracowana przez autorów). Ta skojarzona metoda pozwala w pewnym stopniu pośrednio ocenić stan ilościowy uwalnianej neurowydzieliny przez jądra wielkomórkowe przedniego podwzgórza w eksperymentalnym nawodnieniu organizmu.

Doc. dr A. Ślebodziński w swym opracowaniu zwrócił szczególną uwagę na zagadnienie sprzężeń zwrotnych w układzie podwzgórze-przysadka-tarczyca. Rola podwzgórza polega na utrzymaniu w zależności od potrzeb tzw. tyreostatu. Referent reprezentuje pogląd, że oś przysadka-tarczyca charakteryzuje się pewnym stopniem autonomizmu funkcjonalnego. Następnie autor w oparciu o dane z piśmiennictwa, a także własne obserwacje omówił rolę płynu mózgowo-rdzeniowego jako medium w transporcie hormonów tarczycy i podwzgórza.

Dr B. Miśkowiak w komunikacie dotyczącym reaktywności niektórych jąder podwzgórza na czynniki hormonalne przedstawił wyniki badań histochemicznych i morfometrycznych jądra łukowatego i wyniosłości pośrodkowej szczura badanego po zabiegu gonadektomii i wprowadzeniu cyproteronu. Referent wykazał przy pomocy stosowanych metod znaczne nasilenie procesów neurowydzielniczych komórek jądra łukowatego oraz wyniosłości pośrodkowej związane najprawdopodobniej ze wzmożonym wydzielaniem w tych warunkach LH—RF. W ostatnich dwóch komunikatach omówiono zmienność sezonową neurosekrecji. I tak mgr B. Płytyś wykazała na podstawie przeprowadzonych badań u karpia i lina, że zawartość neurosekretu w jądrze nadwzrokowym zmienia się sezonowo w zależności od wahań rocznych temperatury wody. Natomiast mgr M. Kępczyńska w oparciu o badania kariometryczne jąder nadwzrokowego, przykomorowego i łukowatego wykazała zmianę objętości jąder komórkowych u szczura w poszczególnych miesiącach roku. W czasie trwania konferencji nad poszczególnymi referatami toczyła się ożywiona i owocna dyskusja.

Poszczególnym sesjom w trakcie obrad przewodniczyli: prof. dr Włodzimierz Niemierko (Warszawa), prof. dr Eugeniusz Domański (Jabłonna k. Warszawy) oraz prof. dr Kazimierz Sembrat (Wrocław). Podsumowania konferencji dokonał prof. dr Z. Ewy, który podkreślił, że obecna sesja wykazała znaczny postęp w badaniach nad neurosekrecją w stosunku do poprzednich konferencji poświęconych temu zagadnieniu.

Jako główną przyczynę tych stale postępujących osiągnięć naukowych w tej dyscyplinie prof. dr Z. Ewy upatruje w stałym unowocześnianiu metod badawczych. Kończąc swoje przemówienie wyraził słowa uznania i podziękowania organizatorom za wysiłki związane z przygotowaniem tej konferencji.

Kazimierz Miętkiewski

## SYMPOZJUM „PROBLEMY GATUNKU W PARAZYTOLOGII”

Warszawski Oddział Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego organizuje przy współudziale różnych instytucji cykl jednodniowych sympozjów, poświęconych wybranym zagadnieniom z dziedziny parazytologii. Założeniem organizatorów sympozjum było stworzenie możliwości swobodnej dyskusji w gronie specjalistów na tematy ważne z teoretycznego, bądź praktycznego punktu widzenia.

Tematem ostatniego sympozjum, które odbyło się w Warszawie, 24 listopada 1972 r. były „Problemy gatunku w parazytologii”. Współorganizatorem sympozjum był Zakład Parazytologii Polskiej Akademii Nauk.

Pojęcie, definicja i problematyka gatunku ma w parazytologii szczególne znaczenie, a ustalenie kryteriów gatunkowych w różnych grupach pasożytów sprawia szczególne trudności. Pasożyty podlegają nie tylko wpływowi środowiska zewnętrznego, ale działa na nie przede wszystkim organizm żywiciela, w którym lub na którym żyją. Pasożyty ze złożonym cyklem rozwojowym zmieniają środowisko kilkakrotnie w trakcie jednej ontogenezy, a więc na różne stadia rozwojowe działają różne czynniki. Kierunki oddziaływania środowiska I i II rzędu są na ogół nieznanne. Tylko nieliczne pasożyty daje się hodować *in vitro*; rozwój większości, przebiegający w organizmie żywiciela, umyka obserwacji badacza. Od dawna wiadomo, że kryteria morfologiczne nie są wystarczające przy rozwiązywaniu problematyki gatunku. U wielu pasożytów obserwuje się szeroki zakres zmienności osobniczej w ramach jednego gatunku; wiadomo, że cechy morfologiczne mogą ulegać zmianie na skutek przeszczepiania pasożyta do niewłaściwego żywiciela lub organu; z drugiej strony znane są również tak zwane gatunki fizjologiczne, identyczne pod względem morfologii, ale rozwijające się w innych gatunkach żywicielskich. Komplikacjom natury taksonomicznej towarzyszą trudności we właściwej interpretacji zjawisk fizjologicznych i immunologicznych, ustalaniu powiązań filogenetycznych między różnymi grupami pasożytów i określaniu kierunków ewolucji poszczególnych grup systematycznych. Trudności te są coraz częściej podkreślane w różnych pracach parazytologicznych.

Głównym celem sympozjum było przedyskutowanie niektórych przynajmniej aspektów pojęcia gatunku w odniesieniu do organizmów pasożytniczych na tle współczesnych poglądów na gatunek w biologii oraz omówienie praktycznych zagadnień wyróżniania gatunków wśród organizmów pasożytniczych.

W sympozjum wzięło udział około 80 parazytologów i zoologów z różnych ośrodków naukowych Polski. Wygłoszono siedem referatów.

Wprowadzeniem do zagadnień związanych z istotą pojęcia gatunku był referat dr hab. Leszka Kuźnickiego na temat aktualnych poglądów na gatunek. Autor skoncentrował się na krytycznym omówieniu koncepcji E. Mayra, zawartej w dwóch dziełach i reprezentującej obecnie najpełniejsze opracowanie problemów gatunku.

Definicja gatunku, proponowana przez Mayra, opiera się na założeniu, że gatunek jest jednocześnie wspólnotą rozrodczą oraz ekologiczną i genetyczną jednostką. Podstawowym i decydującym kryterium gatunkowym jest izolacja

genetyczna. Konsekwencją takiego poglądu jest odmawianie struktury gatunkowej populacjom organizmów rozmnażających się bezpłciowo lub jednorodzicielsko.

Koncepcja Mayra, zawiera, według autora, obok niewątpliwie słusznych idei, również pewne stwierdzenia dyskusyjne, jeżeli nie wręcz błędne. Sama koncepcja odpowiada w dużym stopniu biologicznej koncepcji gatunku, przedstawionej w zbiorowym dziele „Nowa systematyka”, wydanym w 1940 r. pod redakcją J. S. Huxleya. Ale poglądy Mayra dogmatyzują niektóre pierwotne idee, co przyczyniło się nawet do pewnej regresji w rozważaniach na temat istoty gatunku. Najbardziej dyskusyjnym poglądem jest założenie, że gatunki tworzą zamknięte systemy genetyczne, a zakończony proces specjacji wyklucza możliwość wymiany materiału genetycznego między nimi.

Według autora we współczesnych koncepcjach na temat gatunku najważniejsze jest stwierdzenie, że gatunek jest jednostką ewolucji, to znaczy, że wszelkie procesy przekształcania dokonują się w ramach gatunku. Nie istnieją natomiast możliwości sprecyzowania ani uniwersalnych, ani szczegółowych kryteriów gatunkowych. W praktyce kryteria morfologiczne często okazują się niewystarczające do wyróżniania gatunków.

Autor podkreślił, że od ponad 30 lat nie obserwuje się wyraźnego postępu w dziedzinie badań nad pojęciem gatunku, a dominujące poglądy są kontynuacją tezy „Nowej systematyki”.

Następne trzy referaty dotyczyły już bezpośrednio parazytologii i poświęcone były różnym teoretycznym aspektom pojęcia gatunku pasożytniczego.

Dr Katarzyna Niewiadomska mówiła o gatunku pasożytniczym jako jednostce biologicznej. Autorka podkreśliła, że problemy gatunku w odniesieniu do pasożytów są bardziej skomplikowane niż w odniesieniu do gatunków wolnożyjących. Pasożyty ze złożonym cyklem rozwojowym nie tylko kilkakrotnie w ciągu życia osobniczego zmieniają środowisko I (organizm żywiciela) i II (środowisko zewnętrzne) rzędu, ale tworzą coraz nowe układy z innymi przedstawicielami tego samego gatunku. Na przykład jaja jednej przywry składane do wody (środowisko zewnętrzne) mogą być zjadane przez różne ślimaki — I żywiciela pośredniego — gdzie tworzą odpowiednie układy pasożyt-żywiciel. Opuszczające mięczaka cerkarie przebywają jakiś czas w wodzie, a następnie dostają się do II żywiciela pośredniego, w którym mogą spotkać się z przedstawicielami tego samego gatunku, ale pochodzącymi z innego I żywiciela pośredniego. Tworzy się więc nie tylko nowy układ pasożyt-żywiciel, ale i nowy zespół osobników pasożytniczych. Po raz trzeci zespół ten zmienia się w organizmie żywiciela ostatecznego. Rozpatrując z tego punktu widzenia niektóre założenia biologicznej teorii gatunku Mayra autorka dochodzi do następujących wniosków.

1. W odniesieniu do pasożytów należy sprecyzować i zweryfikować pojęcie populacji. Populację pasożyta stanowi zespół osobników jednego gatunku, na różnych stadiach rozwojowych, występujący na określonym terenie. Natomiast zgrupowania poszczególnych stadiów rozwojowych pasożytów zarówno w środowisku zewnętrznym, jak i w poszczególnych żywicielach tworzą zespoły, które autorka proponuje nazwać subpopulacjami.

2. Mayr traktuje żywiciela jako odpowiednik izolacji geograficznej. Według autorki jest to raczej odpowiednik fizycznych warunków środowiska. Zjawisko izolacji geograficznej jest również znane wśród pasożytów.

3. Zjawisko konkurencji między gatunkami pokrewnymi może prowadzić do różnych układów międzygatunkowych: gatunki zasiedlają różne biotopy (organy) w tym samym żywicielu; zasiedlają różne gatunki żywicielskie; mają różne rozprzestrzenienie geograficzne.

4. Problem izolacji reprodukcyjnej może być rozpatrywany na płaszczyźnie

biotopowej, sezonowej, ekologicznej i geograficznej. Również specyficzność w stosunku do żywiciela może być jednym z czynników izolacji reprodukcyjnej.

Referat dr Bożeny Grabda-Kazubskiej poświęcony był gatunkowi pasożytniczemu jako jednostce morfologicznej. Morfologia była i jest jedną z podstawowych cech gatunku, a w praktyce helmintologicznej jest głównym narzędziem badania zakresu gatunku, jego zmienności i filogenezy; jest więc podstawą do wszelkich rozważań taksonomicznych i systematycznych.

W rozważaniach taksonomicznych podstawowym zadaniem jest właściwe ustalenie zakresu gatunku. W tym celu konieczna jest znajomość zakresu zmienności wewnątrzgatunkowej. Zmienność jest cechą właściwą każdemu gatunkowi, ale może się przejawiać w różnym stopniu. Wynika ona z różnic w genotypach poszczególnych osobników i modyfikującego działania środowiska. Środowisko, w którym żyje pasożyt — żywy organizm — ma bardzo silny wpływ na fenotyp pasożytów.

Robaki pasożytnicze są bardzo plastyczne, zmienności podlegają niemal wszystkie ich cechy. W dużym stopniu zmieniają się wymiary i proporcje ciała oraz narządów wewnętrznych. Zmienna może być topografia narządów. Nawet utwory twarde, jak kolce, haki, spikule, wykazują znaczną zmienność. Konieczna jest więc duża ostrożność przy przeprowadzaniu jakichkolwiek rewizji systematycznych w oparciu o morfologię pasożytów.

Ponieważ gatunek rozpatruje się jako zespół populacji, zmienność wewnątrzgatunkowa powinna być również rozpatrywana jako zjawisko populacyjne. Do jej badania konieczne jest stosowanie metod statystycznych.

Prof. dr Bernard Bezubik omówił zagadnienie gatunku pasożytniczego jako jednostki fizjologicznej.

Autor przedstawił niektóre współczesne poglądy na pojęcie gatunku i mechanizmów specjacji oraz przypomniał definicje gatunku pasożyta, wpływające z różnych punktów widzenia: praktycznych aspektów, morfologii, genetyki, biologii, fizjologii i sterylności. Autor uważa, że definiując gatunek pasożytniczy należałoby również wziąć pod uwagę niektóre elementy układu pasożyt-żywiciel, jak na przykład specyficzność pasożytów, infekcyjność, wirulentność, oporność i odporność. Dodatkowym kryterium powinna być zdolność lub niemożność adaptowania się określonego szczepu pasożyta do zwierząt laboratoryjnych. Tę zdolność adaptowania się do żywicieli nietypowych autor proponuje nazwać specyficznością adaptacyjną.

Dalsze trzy referaty dotyczyły praktycznych zagadnień związanych z wyróżnianiem gatunków w wybranych grupach pasożytniczych.

Dr Stanisław L. Kazubski, w referacie „Kryteria taksonomiczne i problemy gatunku u *Protozoa*” podkreślił specyficzny charakter tej grupy, wynikający z komórkowego poziomu organizacji, możliwości szybkiego rozmnażania się oraz braku powszechności procesów płciowych. W związku z tym ostatnim zagadnieniem autor przeciwstawił się koncepcji Mayra o negatunkowej strukturze *Protozoa*.

W praktycznej działalności protozoologów-taksonomów wykorzystuje się głównie cechy morfologiczne organizmów; inne cechy mają najczęściej tylko charakter pomocniczy. Sprzyja temu rozwój nowoczesnych technik badawczych, dzięki którym opisywane struktury morfologiczne mogą być interpretowane nie tylko w sposób jednoznaczny, ale i opracowywane ilościowo.

Przy wykorzystywaniu cech morfologicznych należy zwrócić uwagę na porównywalność materiału traktowanego różnymi technikami oraz na zmienność osobniczą pierwotniaków. Na zakres zmienności może mieć wpływ wiele czynników: wiek, warunki życia (podłoże, pokarm, pasożytnictwo lub stadium wolnożyjące) oraz takie warunki jak pora roku, środowisko, rejon geograficzny.

W protozoologii obserwuje się obecnie tendencję do ponownego opisywania

znanych gatunków na podstawie obrazu uzyskanego w mikroskopie elektronowym oraz próby doskonalenia systemu tej grupy zwierząt. Jednak przy wszelkich poczynaniach z tego zakresu należy pamiętać o złożoności problemu gatunku u *Protozoa*.

Kryteria taksonomiczne i problem gatunku u *Monogenoidea* omówiła prof. dr Maria Prost.

Autorka wymieniła pięć cech, które obecnie decydują o odrębności gatunkowej w tej grupie. Są to: morfologia, szczególnie budowa tarczy czepnej i forma komórek płomykowych, struktura chromosomów, szczegóły rozwoju osobniczego, dane z ekologii pasożyta oraz jego specyficzność w stosunku do żywiciela. Ta ostatnia cecha jest w wielu przypadkach szczególnie przydatna, gdyż wiele gatunków *Monogenoidea* charakteryzuje się skrajnie wąską specyficznością; określony gatunek pasożyta występuje tylko na jednym gatunku żywicielskim. Ilustrując bogato swój wykład przezrociami, autorka przedstawiła stopniowy rozwój i komplikację tarczy czepnej w rozwoju filogenetycznym *Monogenoidea*.

Referat dr habil. Feliksa Piotrowskiego dotyczył kryteriów taksonomicznych i problemów gatunku u *Artropoda* — *Phthiraptera*.

Autor omówił zagadnienie kryteriów wyróżniania gatunków na tle innych jednostek taksonomicznych, mianowicie rodzaju i podgatunku. Rozpatrując kryterium morfologiczne podkreślił, że gatunki mogą być wyróżniane tylko na podstawie wyraźnych cech, takich jak na przykład utwory szkieletowe. Liczne przykłady wskazują, że nie wszystkie cechy mogą być wskaźnikiem odrębności gatunkowej. Zdaniem autora, u *Phthiraptera* bardziej charakterystyczne dla gatunku są cechy morfologiczne nie związane bezpośrednio z pasożytniczym trybem życia. Specyficzność w stosunku do żywiciela nie jest miarodajna przy wyróżnianiu gatunków. Porównując różne materiały autor podważa opinię o monofagii wszy, w związku z czym stwierdza, że nie może być wystarczającym argumentem wydzielenia jakiegoś osobnika w nowy gatunek tylko fakt znalezienia go na innym żywicielu, niż normalnie notowany. Podobnie, nie należy opisywać nowego gatunku lub podgatunku, jeżeli znany jest tylko jeden osobnik.

Podstawowym kryterium wyróżniania gatunku jest izolacja genetyczna. W praktyce jednak kryterium to musi być zastąpione cechami morfologicznymi i ekologicznymi. Jednak cechy morfologiczne nie powinny przeważać, a oba kryteria powinny być traktowane na równi i tworzyć wspólną bazę rozróżniania gatunków. Należy również bardziej niż dotychczas brać pod uwagę takie zjawiska, jak zmienność osobnicza, warunki ekologiczne, liczebność występowania a także biocenotyczne zależności między żywicielami.

W dyskusji, podobnie jak w referatach, poruszano zarówno teoretyczne problemy związane z kształtowaniem się pojęcia gatunku, jak i praktyczne zagadnienia taksonomii i rozróżniania gatunków w różnych grupach systematycznych.

Pojęcia gatunku nie można odrywać od procesu specjacji. Proces ten mógł przebiegać różnie wśród organizmów o różnym stopniu złożoności, a wśród organizmów pasożytniczych mógł być uzależniony od różnych dodatkowych czynników: od tego, czy gatunek pasożytniczy rozwijał się z organizmu wolnożyjącego, czy z organizmu pasożytniczego, od złożoności cyklu rozwojowego, od częstości zmiany środowiska itp. Być może, nie uda się stworzyć definicji gatunku wspólnej dla całego świata organicznego.

W praktyce taksonomicznej wielką wagę ma ustalenie kryteriów gatunkowych. Ustalenie takich kryteriów jest, w odniesieniu do gatunków pasożytniczych, szczególnie trudne. W większości przypadków nie ma możliwości sprawdzenia jednego z podstawowych kryteriów — izolacji reprodukcyjnej. Najczęściej stosuje się kryteria morfologiczne. Posługiwanie się tymi kryteriami wymaga dobrej

znajomości zakresu zmienności indywidualnej w ramach gatunku. Wiąże się to z koniecznością badań eksperymentalnych nad zmiennością, uwzględniających różne czynniki, które mogą mieć wpływ na fenotyp pasożyta w warunkach naturalnych. Należy również pamiętać, że w przypadku pasożytów ze złożonym cyklem rozwojowym działanie tego samego czynnika na różne stadia rozwojowe może wywoływać różne efekty. Ponieważ kryteria morfologiczne często okazują się niewystarczające, należy sięgać do innych, na przykład geograficznych, ekologicznych, genetycznych i fizjologicznych. Korzystanie z danych z tych dziedzin wymaga również badań eksperymentalnych oraz dużej ostrożności przy formułowaniu wniosków uogólniających, szczególnie w przypadku, gdy badania są dopiero zapoczątkowane. Nawet wstępne prace wykazały, że w badaniach immunologicznych i fizjologicznych często wyraźniej przejawia się wpływ warunków eksperymentu, niż gatunku pasożyta, z którym się eksperymentuje. Konieczność uwzględniania konkretnych warunków środowiska I i II rzędu przewijała się we wszystkich wypowiedziach, stąd również krytyczny stosunek do praktyk opisywania nowych gatunków na podstawie jednego okazu, czy innego żywiciela.

Podkreślano również konieczność sięgania do nowych metod badawczych, między innymi metod cybernetycznych i teorii gier, jak również metod statystycznych.

Podsumowując obrady prof. dr Tadeusz Jaczewski stwierdził, że w koncepcjach ewolucyjnych panuje obecnie kryzys. Od czasu sformułowania teorii neodarwinistycznych na Międzynarodowym Kongresie w Padwie w 1930 r. nic nowego nie powstało na tym polu. Poglądy Mayra nie wniosły wielu nowych myśli, prócz drobnych nadbudówek. Próba nowego spojrzenia na kierunki ewolucji dała się zauważyć na ostatnim Kongresie Zoologicznym w Monaco, który miał miejsce we wrześniu ubiegłego roku. Wysłunięto tam ciekawą koncepcję, która ustawia gatunek zupełnie inaczej, niż klasyczna teoria ewolucji Darwina; traktuje go jako ostatni produkt wygasającej ewolucji w danej linii ewolucyjnej zwierząt. Według autora tej koncepcji, dr G. von Wahlerta, w radiacjach przystosowawczych zaczyna się od wielkich przemian. Pewne populacje od razu od siebie odkakują, przystosowując się do nowych warunków ekologicznych, a następnie różnicują się w drobniejsze grupy. Najpierw powstają gromady, potem rządy, rodziny itd., a gatunki są najmłodszymi, jeszcze nie wyodrębnionymi ostatecznie jednostkami taksonomicznymi. Koncepcja taka ma za sobą pewne argumenty; tłumaczy między innymi luki w materiale paleontologicznym między wielkimi taksonami.

Aby przełamać istniejący kryzys należy prowadzić ukierunkowane badania. Ważne są doświadczalne badania nad gatunkiem, szczególnie nad jego zmiennością w różnych warunkach. Należałoby próbować przełamać bariery gatunkowe, próbując krzyżować różne gatunki. Należy zwrócić uwagę na prawidłowości ewolucji. W parazytologii te kierunki badań są szczególnie trudne, ale pewne próby już zostały poczynione. Należy również na większą niż dotychczas skalę wprowadzać do tych badań inne dyscypliny, szczególnie biochemię i fizjologię.

*Teresa Pojmańska*

XVI SYMPOZJUM  
MIĘDZYNARODOWEGO TOWARZYSTWA FITOSOCJOLOGICZNEGO  
POŚWIĘCONEGO ZAGROŻONEJ ROŚLINNOŚCI I JEJ OCHRONIE  
(27—30.III.1972, Rinteln, NRF)

Doceniając w pełni konieczność przeciwstawiania się takim formom działalności gospodarczej człowieka, które są przyczyną zaburzeń a nawet zniszczenia szaty roślinnej, Międzynarodowe Towarzystwo Fitosocjologiczne postanowiło sym-

pozjum wiosenne poświęcić omówieniu problemów „zagrożonej roślinności i jej ochrony”. Jest to już trzecie sympozjum, które dotyczy niezmiernie aktualnego zagadnienia, jakim jest wpływ człowieka na szatę roślinną. W roku 1961 sympozjum Międzynarodowego Towarzystwa Fitosocjologicznego poświęcone było roślinności antropogenicznej, a w roku 1971 — problemowi wpływu człowieka na szatę roślinną<sup>1</sup>.

Sympozjum odbyło się w dniach od 27 do 30 marca 1972 r. w Rinteln (NRF) z inicjatywy i pod kierownictwem czołowego fitosocjologa europejskiego prof. dra drs h.c. R. Tüxena. W obradach wzięło udział blisko 140 uczestników z 13 krajów<sup>2</sup>. Jednym z dowodów bardzo wysokiej oceny sympozjum był m.in. fakt, że na krótki, 4-dniowy zjazd w Rinteln przyjechali profesorowie ze Stanów Zjednoczonych (Whittaker) i z Japonii (Miyawaki).

W trakcie obrad wygłoszono 36 referatów, które w większości stały się podstawą do ożywionej dyskusji.

Sympozjum otworzył prof. dr R. Tüxen. Chwilą milczenia uczczono pamięć zmarłych w ciągu ubiegłego roku wielkich botaników, członków Towarzystwa, prof. dra A. Borzy z Rumunii oraz prof. dra B. Pawłowskiego z Polski. Prof. Tüxen z głębokim żalem opowiedział zebrany o ostatniej wyprawie naukowej profesora Pawłowskiego na zbocza Olimpu, na których zginął on śmiercią człowieka gór.

W referacie wprowadzającym dr Korfsmeier omówił znaczenie środowiska naturalnego dla człowieka. Zaznaczył on, że już prawie przed 140 laty rozumiano konieczność ochrony szczególnie cennych obiektów przyrodniczych. Jako dowód przytoczył reakcję społeczeństwa na próbę eksploatacji kamienia ze słynnej Smoczkiej Skały (Drachenfels), opadającej niemal pionowo ku brzegom Renu. Dwom tysiącom robotników, których przysłało przedsiębiorstwo budowlane będące właścicielem tego terenu, aby rozpoczęli kruszyć kilofami skaliste zbocze, przeciwstawiło się około 1000 mieszkańców Kolonii i Bonn, protestujących przeciwko niszczeniu tego wspianego zabytku przyrody nieożywionej. Nieugięta postawa społeczeństwa doprowadziła w końcu do wykupienia całego zagrożonego obszaru za 10 000 talarów i do zabezpieczenia go przez utworzenie rezerwatu. Dziś Smocza Skała, górująca nad całą okolicą, należy do najliczniej odwiedzanych i podziwianych miejsc nad Renem.

Dr Korfsmeier omówił też szeroko i uzasadnił znaczenie, jakie dla wyczynku człowieka ma skraj lasu, czy też brzeg jeziora lub morza. We wnętrzu lasu kryli się niegdyś zbójcy, w niedostępnych gąszczach szukał schronienia człowiek prześladowany. Wolny człowiek żył zawsze na otwartej przestrzeni a więc poza lasem lub co najwyżej na jego skraju.

W zagospodarowaniu swego najbliższego otoczenia człowiek coraz częściej odchodzi już od sztucznych, prostych linii dróg i ścieżek, od idealnie przyciętych żywopłotów i rzeźb upiększających naturę. Dziś ścieżki wytyczane są zgodnie z ukształtowaniem terenu a grupy drzew i krzewów malowniczo porozrzucane i stonowane z naturalnym otoczeniem. Od parków w stylu francuskim przechodzi się do zieleni utrzymanej w stylu angielskim.

Zieleń to kolor uspokajający i ciepły. Wśród zieleni czuł się bezpieczny średniowieczny łowca, również i dziś mieszkaniec wielkiego miasta widząc zielone światło wie, że nic mu wówczas nie grozi. Błękit też uspokaja, ale jest kolorem

<sup>1</sup> Sprawozdanie z obrad tego sympozjum ukazało się w czasopiśmie „Kosmos”, Seria A, Biologia, Zeszyt 3(116), 1972, s. 338—344.

<sup>2</sup> Autor sprawozdania, który był jedynym przedstawicielem Polski, został zaproszony do przewodniczenia obradom na posiedzeniu popołudniowym w dniu 29.III.1972 r.

zimnym. Czerwień natomiast zawsze kojarzy się z niebezpieczeństwem i widoczna jest z daleka. Biały dom z czerwonym dachem na skraju lasu pod szczytem pasma wzgórz zawsze stanowi dysonans i razi każdego. Płaskie formy nowoczesnego budownictwa nie dają się wkomponować w krajobraz falistych wzgórz i pagórków.

Dr Korfsmeier wspomniał też, że musimy się nauczyć wyceniać obiekty przyrodnicze, gdyż tylko wtedy, gdy potrafimy liczbowo określić ich wartość, będziemy mogli przekonać specjalistów z dziedziny planowania przestrzennego lub ekonomistów o potrzebie ochrony tych obiektów. Określenie, że obiekt jest bezcenny nic im nie mówi i nie pozwala na podjęcie decyzji co do takiego sposobu jego zagospodarowania, o jaki występujemy.

Mimo stale rosnącej roli naturalnego środowiska do dziś nie uczy się w szkołach jaki powinien być stosunek człowieka do przyrody.

Wspomnianym przez dra Korfsmeiera zagadnieniem wyceny przyrody i krajobrazu zajął się następny referent, dr van der Maarel, jeden z najaktywniejszych młodych geobotaników holenderskich. Starał się on znaleźć sposób ilościowego określenia wartości zasobów przyrody, gdyż porównawcza, ilościowa ich wycena, określana mianem oceny ekologicznej, zyskała ostatnio u technokratycznych władz planujących znacznie większe zrozumienie, niż argumenty z zakresu ochrony przyrody mające charakter jakościowy. Zainteresowanie, jakie dla tych zagadnień pojawiło się ostatnio w społeczeństwie, zachęciło ekologów do pełniejszego wykorzystywania wszelkich osiągalnych danych ekologicznych oraz do prowadzenia nowych badań.

Dr van der Maarel posłużył się trzema przykładami oceny przeprowadzonej przez pracowników Zakładu Geobotaniki na Uniwersytecie w Nijmegen.

Pierwszy dotyczył oceny stanu zagrożenia przyrody wybrzeża holenderskiego na wyspie Voorne<sup>3</sup> w związku z planowaną rozbudową Europortu. Jako kryterium oceny przyjęto biotyczne bogactwo występujących tam wydm. Stwierdzono na przykład występowanie na powierzchni 16 km<sup>2</sup> aż 700 gatunków roślin naczyniowych, co przy 1357 gatunków w całej Holandii stanowi 52% flory tego kraju. Warto dodać, że 240 gatunków określić można jako rzadkie, a 10 miało na Voorne swoje jedyne lub też najbogatsze stanowisko. Gnieździło się tam 111 gatunków ptaków, tj. 66% awifauny krajowej oraz występowało 63% wszystkich zespołów roślinnych, spotykanych w Holandii. Dane te odniesiono także do innych obszarów o tej samej powierzchni.

Jako drugi przykład posłużyła ocena obszarów w południowo-zachodniej Holandii<sup>4</sup>, dla których grupa przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych opracowała atlas wartości biologicznych, przedstawiając kartograficznie różne wartości botaniczne i zoologiczne oraz tzw. wartość całościową obszaru. Wzięto pod uwagę dwie sytuacje: pierwszą przed rozpoczęciem prac w „Delcie” oraz drugą — po ich ukończeniu. Dla roślin głównym parametrem porównawczym była liczba gatunków, dla ptaków — ich rzadkość i lokalna ilościowość. Rzadkość określona była wg 6 stopniowej skali. Ocena hydrobiologicznej wartości wód śródlądowych opierano na podstawie obfitości, rzadkości i tzw. niezastępowalności gatunków planktonu, roślin niższych oraz fauny dennej. Określano także stopień wartości w odniesieniu do struktury krajobrazu i jego różnorodności. W oparciu o wszystkie te oceny cząstkowe ustalono ogólną (integralną) wartość biologiczną.

Przez porównanie przewidywań na przyszłość z sytuacją odtworzoną z okresu

<sup>3</sup> Zagrożenie to było tak poważne, że grupa naukowców wystosowała w tej sprawie w 1968 r. specjalną odezwę do Parlamentu.

<sup>4</sup> Chodzi tu o obszary, na których planowane są wielkie prace regulacyjne określane hasłem „Delta”.



przed rozpoczęciem prac uzyska się obraz konsekwencji biologicznych wynikających z prac w Delcie. Studium to zostanie wykorzystane w planie ogólnym.

Trzeci przykład dotyczy oceny obszaru tzw. zielonego trójkąta między miastami Arnheim i Nijmegen, opartej na mapie roślinności. Interesująca była 5 stopniowa skala, na której oparto ocenę botaniczną: 1 —  $\alpha$ -różnorodność, 2 —  $\beta$ -różnorodność, 3 — unikalność, 4 — niezastępowalność, 5 — rzadkość regionalna, 6 — rzadkość krajowa. Uwzględniono też charakter i bogactwo fauny (ptaki, ssaki i gady) i rozpatrywano je w powiązaniu z wartościami botanicznymi. Wynikające z powyższego kompleksowego opracowania cechy całego regionu zostały wykorzystane jako jedna z głównych wytycznych w planowaniu dalszego rozwoju obu tych miast.

Mimo iż próby oceny wyżej wymienionych obiektów przeprowadzano z najróżniejszych punktów widzenia, tj. biorąc pod uwagę ich wartość higieniczną, rekreacyjną, estetyczną, kulturalną, naukową i inne oraz przyjmując najrozmaitsze parametry (różnorodność gatunków, różnorodność ekosystemów, rzadkość, obfitość występowania, dojrzałość, rozmiary, naturalną izolację, naturalność, zdrowotność środowiska, niezastępowalność, które często pozostają ze sobą w skomplikowanych związkach) nie ma się jeszcze pewności czy wartość obiektów została oceniona prawidłowo — trudno bowiem przy pomocy jednej liczby wyrazić całą różnorodność przyrody. W przyszłości należy dążyć do integracji ochrony przyrody, ekologii i planowania.

Kontynuacją myśli dra van der Maarela był referat dr C. J. M. Sloet van Oldruitenborgh na temat elementów służących jako podstawa do wyróżnienia w starym krajobrazie kulturalnym takich obszarów, których przyroda zasługuje na ochronę. Pod uwagę wzięto różnorodność krajobrazu i szaty roślinnej oraz zróżnicowanie flory.

W dyskusji z uznaniem przyjmowano próby oceny wartości przyrodniczych wybranych obiektów podane przez dra van der Maarela. Stwierdzono, że coraz bardziej aktualne staje się pytanie: ile warta jest przyroda?

Kilka dalszych referatów dotyczyło ochrony zagrożonej roślinności w różnych regionach Europy i Afryki. Dr H. Dierschke scharakteryzował roślinność Korsyki na tle pięter wysokościowych, przedstawił jej zagrożenie oraz wskazał na możliwości jej zachowania. Niemal całkowicie zniszczony został zimozielony las dębowy (*Quercetum ilicis*), niszczone jest nawet makchia, która rozwija się na jego miejscu. Silnie zagrożone są oryginalne jeziora nadbrzeżne (étangs) we wschodniej części wyspy, które zasługują na szczegółowe opracowania i ochronę. Pożary niszczą piękne lasy z sosną czarną (*Pinus laricio*) oraz lasy bukowe. Do najwyższego piętra muraw wysokogórskich (ponad 1800 m) sięgają szkodliwe skutki wypasu kóz, których na wyspie jest ponad 200 000 sztuk. Ochrona przyrody Korsyki jest konieczna z wielu względów. Niezbadana jest jeszcze w pełni bogata w endemity flora tej wyspy. W głębi wysokich gór, których kulminacja, Monte Cinto, osiąga 2710 m n.p.m., znajdują się jeszcze nieznanne dotąd zbiorowiska roślinne. Piękno krajobrazów, bogactwo szaty roślinnej i osobliwy koloryt wyspy (czerwono zabarwione skały) przyciągają wielu turystów i tak długo, jak długo zostaną zachowane decydować będą o jej wielkiej atrakcyjności turystycznej.

Zagrożenie roślinności na Maderze i na Azorach omówił dr E. Sjögren z Uppsali. Również i na tych wyspach najpoważniejszą groźbą dla roślinności jest masowy wypas oraz pożary. Jednym z ujemnych następstw jest silna synantropizacja flory.

O konieczności zabezpieczenia poważnie niszczonej szaty roślinnej masywu Loma (1948 m n.p.m.) w Afryce Zachodniej (Sierra Leone) mówił prof. P. Jaeger ze Strassburga. Zagrożone są również tereny położone wzdłuż południowych wy-

brzeży Afryki. Referat dotyczący tego zagadnienia, opracowany przez D. Edwarda i J. Wergera z Pretorii odczytał prof. R. H. Whittaker.

Ożywioną polemikę o charakterze ogólnym wywołał referat profesora H. Dapera o występowaniu kasztana jadalnego w górach Taunusu. Zdaniem wielu słuchających gatunek ten nie zasługuje na ochronę na stanowiskach położonych na północ od granicy jego naturalnego zasięgu.

Z powodu nieobecności prelegentek prof. Tüxen odczytał dwa następne referaty. Szczególnie pozytywną ocenę w dyskusji zyskał referat doc. dr L. Maślankowskiej ze Szczecina, dotyczący skutków wysadzenia roślin motylkowych na łąkach torfowych. Referat dr E. Balatowej-Tulačkowej z Brna poświęcony był problemowi zachowania naturalnej żyzności gleb łąkowych na obszarach suchych. Wzbudził on zainteresowanie Francuzów (prof. R. Carbiener), którzy mają podobne problemy na zalewowych łąkach w Alzacji.

Dr K. Seidel z Krefeldu rozważała kwestię zagrożenia olszy czarnej, jednego z najbardziej charakterystycznych elementów krajobrazu nizin środkowoeuropejskich. Olsza czarna, którą każdy z nas kojarzył od dziecka z brzegami strumieni i rowów, z obrzeżem jeziora, mokrą łąką czy pastwiskiem, dziś każdemu przeszkadza. Wycina ją rolnik i meliorant, nikt jej nie toleruje. W dyskusji poparto referentkę stojącą w obronie naturalnego krajobrazu.

Obserwowane ostatnio coraz częściej zanieczyszczenie borem wód wielkich rzek: Renu, Wezery i Łaby stanowi poważną groźbę dla człowieka i zwierząt. Wzrost zawartości boru jest następstwem zrutu ścieków z zakładów atomowych wprost do wody rzecznej. Groźba ta jest największa na obszarach zalewanych i u ujścia rzek. Mówił o tym z dużym zaangażowaniem prof. dr K. Höll z Hameln.

Szczególnym przeżyciem dla uczestników sympozjum było wystąpienie prof. J.-M. Géhu z Lille. Krótki referat pt. „Agonia wybrzeża francuskiego” ilustrowany był filmem, który pokazywał zniszczenia wybrzeży w rozmiarach, jakich nie można by sobie wyobrazić, gdyby się ich nie zobaczyło. Trudno bowiem uwierzyć w to, że można pozwolić na zlokalizowanie fabryki bezpośrednio nad brzegiem morza w pięknym krajobrazie wydmy. Fabryka ta w krótkim czasie zamieniła rozległe białe wzgórza piaszczyste na góry czarnego żuźla i pyłu. Niepojęty był też dla każdego widza fakt wjechania wywrotki ze śmieciami do zatoki o skalistym dnie i wysypania ich wprost do wody. Film zaprezentowany przez prof. Géhu wstrząsnął widownią. Wszyscy poparli odezwę o zabezpieczenie przyrody nadmorskiej i ochronę wybrzeża we Francji.

Autor niniejszego sprawozdania scharakteryzował stan zagrożenia roślinności polskich wybrzeży Bałtyku i przedstawił propozycję jej ochrony. W dwóch parkach narodowych: Wolińskim i Słowińskim zabezpieczone zostały najbardziej typowe krajobrazy naszego wybrzeża wraz z naturalną ich roślinnością. Referat ilustrowany był przezzrocami oraz oryginalnymi transektami od brzegu morza przez plażę letnią i zimową a następnie przez wydmy białą i szarą aż po bór nadmorski. Zywiołowy rozwój ośrodków rekreacyjnych, który datuje się już od szeregu lat, stanowi poważne zagrożenie tych odcinków wybrzeża, które nie są objęte ochroną.

Bardzo interesującą formę ochrony klasycznych zbiorowisk chwastów, które giną na skutek nawożenia i unowocześnienia form uprawy zaproponował A. Silverside z Durham. Nie widząc możliwości ochrony rezerwatowej dla tych zbiorowisk postanowił wykorzystać zamiłowanie Anglików do historii i wysunął projekt wydzielienia obszaru, na którym stosowano by stare sposoby gospodarki. Mogłoby to stać się jedną z atrakcji turystycznych dotyczących historii i przyrody rejonu Breckland we wschodniej Anglii.

Podobne posunięcia można by przewidzieć na Wyspach Scilly położonych na Oceanie Atlantyckim około 40 km od najdalej ku zachodowi wysuniętego przylądka w Kornwalii (Land's End), gdyby istnienie omawianych zbiorowisk zostało tam zagrożone.

Wiele uroku i grozy kryło się w kolorowym filmie, w którym dr St. Fri-driksson z Reykjavíku pokazał powstanie wyspy wulkanicznej u brzegów Islandii. Każdy kto widział ten film w pełni zrozumie tragedię wyspy Vestmannaeyjar. Pierwszą rośliną, która osiedliła się na nowej wyspie był halofit — rukiwiel nadmorska (*Cakile maritima*). Po niej pojawiły się: *Cochlearia maritima*, *Honckenya peploides* i *Elymus arenarius*. Ptaki, nielicznie gnieźdzące się na tej wyspie, przyniosły nasiona *Cochlearia officinalis* i *Stellaria media*.

Liczna grupa referatów poświęcona była ochronie określonych biotopów.

Dr K. Dierssen z Freiburgu przedstawił projekt ochrony drobnych zbiorników oligotroficznych, położonych wśród wrzosowisk na obszarze Münsterland. W wyniku eutrofizacji wód ginie *Lobelia Dortmanna* i *Isoëtes lacustris*. W dyskusji zaproponowano wybór 2—3 najcenniejszych obiektów i ich pełną ochronę.

Prof. dr R. Carbiener proponuje ochronę relikтового zespołu *Potamogetonum colorati*, charakterystycznego dla płynących, oligotroficznych wód wapiennych, których źródła znajdują się u stóp Wogezów na krawędzi doliny Renu (Plaine d'Alsace).

Na zabezpieczenie zasługują, zdaniem dra J. Schwaara z Bremy, typowe dla gór średnich zbiorowiska torfowisk wapiennych z rzędu *Caricetalia Davallianae* Br. Bl. 1949 (= *Tofieldietalia* Prsg. ap. Oberd. 1949), obfitujące w rzadkie gatunki roślin.

S. Züst z Instytutu Rübla w Zurichu przedstawiła wyniki badań nad przyczynami obumierania trzciny nad Jeziorem Bodeńskim, a dr V. Karpati z Keszthely — wpływ eutrofizacji na zbiorowiska makrofitów nad Balatonem.

Zagrożenie rezerwatów chroniących murawy kserotermiczne w okolicach Schwäbisch Gmünd koło Stuttgartu przedstawił prof. D. Rodi. Przyczyną tego zagrożenia stało się zahamowanie erozji i wykluczenie wypasu, dwóch ważnych, działających dotąd stale czynników ekologicznych. Podobne zjawiska obserwujemy ostatnio także w wielu rezerwach stepowych w Polsce. Ze szczególną intensywnością zachodzi ono w rezerwacie leśno-stepowym w Bielinku nad Odrą. Wskazana przez prof. Rodiego sukcesja zmierza w kierunku ciepłej dąbrowy (*Lithospermum-Quercetum pubescentis*) oraz ciepłolubnej buczyny (*Carici-Fagetum*), w których cieniu zginą rzadkie gatunki światłolubne. Jedynym ratunkiem wydaje się posunięcie podobne do tego, jakie przeprowadzono w omawianym rezerwacie — wycięcie masowo wdzierających się do wnętrza rezerwatu krzewów i podrostu drzew liściastych.

Godną ochrony roślinność Zagłębia Ruhry i możliwości jej zachowania przedstawił dr K. H. Hülbusch, a sugestie dotyczące zabezpieczenia niewielkich torfowisk zagrożonych gospodarką rolną i wpływami przemysłu w Anglii — B. D. Wheeler z uniwersytetu w Durham.

Nieudaną próbę uratowania wysychającego torfowiska wysokiego, zarastającego brzoza, poprzez wycięcie drzew i posmarowanie pniaków substancjami trującymi dla uniemożliwienia wytworzenia odrośli omówił dr F. Runge z Münsteru. Przez 4 lata odrosła nie były wytwarzane, pojawił się natomiast bardzo obfity nalot brzozy i tym samym kosztowne zabiegi nie dały oczekiwanego efektu. Obserwacje przeprowadzone były na stałych powierzchniach doświadczalnych.

Prof. J. Richard z Neuchâtel omówił na przykładzie Jury Szwajcarskiej problemy jakie wynikają na skutek ucieczki ludności wiejskiej do miast. Opuszczone

poła zostają opanowane przez murawy kserotermiczne, a następnie przez grupy i skupienia krzewów, wśród których w końcu pojawiają się drzewa, tworzące las. Poważnym problemem socjalnym jest przejęcie tych porzuconych terenów i ich prawidłowe zagospodarowanie.

Z dużym zainteresowaniem przyjęte zostały referaty dwóch botaników szwajcarskich. Doc. dr F. Klötzli, jeden z najbardziej aktywnych uczestników wielu sympozjów Międzynarodowego Towarzystwa Fitosocjologicznego, przedstawił problem odtwarzania rzadko spotykanych biotopów, zagrożonych działalnością gospodarczą człowieka.

Wymienił on szereg przykładów ginących biotopów, scharakteryzował typową dla nich roślinność, omówił ich dzisiejsze stanowiska reliktowe na tle dawnego rozmieszczenia, przedstawił przyczyny zniszczeń oraz wskazał możliwości odtworzenia najcenniejszych biotopów. Podkreślił też dla jakich dziedzin nauki omawiany biotop ma największe znaczenie.

Przykładami ginących biotopów były: płytkie jeziora, wyspy żwirowe na aluwiach nadrzecznych, zbocza żwirowe i piaszczyste, zbocza wapienne i margliste oraz starorzecza. Zanim przystąpi się do odtwarzania ginących biotopów konieczne są jednak szczegółowe studia nad zachowanymi dotąd naturalnymi ich fragmentami, w celu poznania głównych czynników ekologicznych, decydujących o istnieniu danego biotopu. Potrzebna jest też znajomość rozmieszczenia przedstawicieli charakterystycznej kombinacji gatunków wszystkich zbiorowisk typowych dla podanych biotopów. Należy też zbadać stosunki wodne i troficzne oraz określić przypuszczalny kierunek rozwoju roślinności na zaplanowanym obszarze przy uwzględnieniu ewentualnych niekorzystnych wpływów z zewnątrz.

Doc. Klötzli podał też pierwsze przykłady ginących biotopów. W związku z melioracjami, przeprowadzanymi w dolinie rzeki Reuss i budową zapory wodnej, zaplanowano utworzenie płytkiego jeziora, w którym należałoby prowadzić badania nad trofizmem wód.

Wyspy żwirowe mogłyby powstać w sąsiedztwie zapory w pobliżu elektrowni Neu-Bannwil i przy zaporze koło Hemishofen.

Zbocza żwirowe i piaszczyste odtworzyć będzie można w obrębie opuszczonych żwirowi np. koło Hittnau i Mellingen. Najbardziej interesującym problemem byłaby tu obserwacja zakrzewiania się tych zboczy.

Nasłonecznione strome zbocza z płytkimi glebami na podłożu wapiennym powstają stale przy budowie szos i autostrad na obszarze Jury i w Alpach a niekiedy nawet w strefie moren z ostatniego zlodowacenia. Typową dla nich roślinność stanowią kalcifilne murawy kserotermiczne, ożywiające krajobraz, które czasem zostają opanowane przez krzewy a nawet przez las. Zbiorowiska te mogą też służyć jako obiekty do badań nad skutkami emisji gazów spalinowych. Konieczne są coroczne badania stanu nowoodtworzonych biotopów, których rozwój będzie wskaźnikiem naszych zdolności do przekształcania środowiska w pozytywnym sensie.

Myśli doc. Klötzliego kontynuował młody przedstawiciel Instytutu Geobotanicznego przy Politechnice w Zurychu, J. Burnand. Przedstawił on niezwykłą próbę uratowania skrajnie rzadkich na terenie Szwajcarii zbiorowisk roślinnych (*Brometum* i *Molinietum* na aluwiach oraz *Schoenetum* i *Caricetum diandrae*), które miały ulec zniszczeniu w związku z budową nowego pasa startowego na lotnisku w Zurychu. Na wniosek Instytutu ujęto w kosztorysie rozbudowy lotniska przeniesienie siedmiu jednoarowych, najlepiej zachowanych fragmentów tych zbiorowisk na odległość od 100 m do 2 km, w jednym przypadku nawet do 6,5 km i osadzenie ich w miejscach specjalnie przygotowanych na odpowiednich siedliskach. Transportowano darnie o rozmiarach 70 × 130 cm w specjalnych skrzyn-

kach samochodami ciężarowymi lub wagonikami kolejki wąskotorowej. Znacznie trudniejszym przedsięwzięciem było przeniesienie małego torfowiska, które musiało ulec zniszczeniu w związku z budową nowej szosy. Miąższość torfu zalegającego na nieprzepuszczalnej warstwie ilastej wynosiła 3 m. Ze względu na to, iż zachowanie obu warstw było nieodzowne dla utrzymania torfowiska na nowym miejscu, oddalonym o blisko 300 m, trzeba było wykopać około 3-metrowe zagłębienie, odvodnić je i na jego dnie założyć ilastą warstwę wyścielającą. Następnie zagłębienie wypełniono torfem, zniwelowano dokładnie jego powierzchnię i na nią przewożono darnie z roślinnością. Oprócz trudności technicznych (np. do przewożenia przez teren zatorfiony używano pojazdów do wyrównywania zjazdów narciarskich) istniały poważne problemy naukowe, z których najważniejszym było zachowanie warunków gwarantujących utrzymanie się przeniesionych płatów roślinności na nowym miejscu.

Taka forma ochrony przyrody, pomijając nawet fakt ogromnych kosztów jakie za sobą pociąga, jest nie do przyjęcia. W żadnym przypadku nie można stwarzać wrażenia, że problemy ochrony przyrody można rozwiązywać przez przesadzenie. Takie postępowanie dozwolone jest tylko w skrajnych przypadkach.

Dyskusja była podobnie interesująca jak sam referat. Prof. Tüxen, który w trzech miastach (Hannover, Brema, Oldenburg) zakładał na podobnych zasadach tzw. ogródki fitosocjologiczne ostrzegał, że autorów pomysłu przenoszenia zbiorowisk roślinnych czekają jeszcze niesłychane niespodzianki<sup>5</sup> i że konieczne jest coroczne przeprowadzanie obserwacji na powierzchniach trwałych.

Prof. A. Miyawaki z Uniwersytetu w Yokohamie ze zwykłym mu rozmachem przedstawił problem wprowadzania lasów ochronnych w obszarach przemysłowych Japonii. Doświadczenia prowadzone były na terenie 11 fabryk wielkiego koncernu Nippon Steel Corporation, położonych między miejscowościami Muroran na wyspie Hokkaido a Ohata na wyspie Kyushu. Dotychczasowe próby zadrzewień nie dawały rezultatu. Wprowadzane drzewa, nawet kilkuletnie, marniały i szybko ginęły. Prof. Miyawaki za punkt wyjścia przyjął niemal naturalną roślinność jaka otacza w postaci niewielkich lasków szereg małych świątyń, położonych na tych terenach. Opierając się na gatunkach wchodzących w skład istniejących tam biocenoz, zaproponował on zestawy drzew i krzewów dla każdego zakładu przemysłowego po uprzednim opracowaniu kartograficznym potencjalnej roślinności naturalnej całego jego otoczenia. Uzyskane, bardzo pozytywne rezultaty przyniosły wielkie uznanie zastosowanej tam metodzie fitosocjologicznej. Szczególnie budująca była zgodność poglądów między referującym botanikiem a przedstawicielem przemysłu. Dotychczasowy antagonizm i przeciwieństwo interesów uległy już daleko idącej ewolucji. Mówił o tym między innymi inż. Tsuda z Nippon Steel Corporation wysoko oceniając współpracę z prof. Miyawaki i w pełni popierając koegzystencję.

Autor sprawozdania, który już poprzednio zachęcał w dyskusji do wymiany poglądów między fitosocjologami a przedstawicielami techniki, uzyskał tu najlepsze poparcie dla głoszonego hasła, które mógł rozwinąć i poprzeć dalszymi przykładami.

Prof. Tüxen w bardzo interesującym referacie omówił problem ochrony wrzosowisk w północno-zachodniej części NRF. Wrzosowiska te zostają w bardzo szybkim czasie opanowane przez las.

Miejsce sosny, która dawniej należała na tych terenach do głównych gatunków pionierskich, zajmuje obecnie coraz częściej brzoza, wykazująca ogromną

<sup>5</sup> Szczególnie drastyczne będą one w przypadku, który przytoczył J. Burnand. Chodzi tu o pomyłkę, polegającą na tym, że jeden z płatów roślinności przeniesiony został do *Molinietum* zamiast do *Xerobrometum*.

dynamikę. W dyskusji prof. Ellenberg wysuwał jako przypuszczalną przyczynę tak silnej ekspansji brzozy nawożenie tych terenów azotem z powietrza, które dawniej wynosiło około 4—6 kg/ha na rok, a dziś wzrosło do 10—30 kg/ha na rok.

Dwa dalsze referaty dotyczyły roli jaką w ochronie zagrożonej przyrody odgrywają ogrody botaniczne i rezerваты.

Dr H. Merker z Helsingborga stara się zachować w ogrodach botanicznych gatunki, którym grozi wyginięcie. Pielęgnowane i rozmnażane tam mogą być następnie wysadzone w teren, na siedliska które im odpowiadają.

Rolę rezerwatów w ochronie zagrożonej roślinności omówił D. Reichel z Beyreuth. Zwrócił on uwagę na konieczność utworzenia racjonalnej sieci rezerwatów i apelował do przyrodników pracujących w terenie o przekazywanie informacji o nacenniejszych obiektach władzom z zakresu ochrony przyrody, które występują o zatwierdzenie prawne projektowanych rezerwatów. Pod tym względem sytuacja w Polsce jest znacznie korzystniejsza. Projekt racjonalnej sieci rezerwatów dla Pomorza przedstawił prof. Z. Czubiński już w 1950 r., a w 1966 r. opracował go w skali krajowej.

Nawet po zatwierdzeniu prawnym rezerwatu referent widzi jeszcze duże trudności ze względu na konieczność ograniczenia form użytkowania terenu przez jego właścicieli. Najlepszą gwarancją pełnego zabezpieczenia obszaru chronionego jest jego wykup.

Z pełną aprobatą obecnych spotkała się wypowiedź, że właściwa pielęgnacja rezerwatu musi zabezpieczać roślinność przed wpływami z zewnątrz i niepożądanymi sukcesjami. Aby tym wymaganiom sprostać musi się przeprowadzać w rezerwach różne zabiegi ochronne i dlatego też ścisła ich ochrona nie jest wskazana.

Cenne były w końcu głosy ze strony osób pracujących w terenie nad zabezpieczeniem zagrożonej roślinności. Podkreślono też konieczność wykorzystania planów zagospodarowania przestrzennego kraju dla ochrony zagrożonej roślinności.

Szczególną atrakcją całego sympozjum stanowił wieczorny wykład jednego z najsłynniejszych geobotaników europejskich, prof. dra H. Ellenberga z Uniwersytetu w Getyndze, pt. „Różnorodność i bogactwo roślinności w Andach”. Profesor Ellenberg wraz ze swoją małżonką przekroczył mikrobusem masyw Andów siedmiokrotnie na różnych szerokościach geograficznych. Studiował roślinność, prowadził pomiary klimatyczne, pobierał próbki gleb i przeprowadzał wiele innych obserwacji nawiązujących do historii kultury badanych krajów, dochodząc do wniosku, że krajobraz i szata roślinna Andów są zagrożone i wymagają zabezpieczenia. Przyroda przez tysiące lat nie potrafiła przysłonić śladów gospodarki człowieka. Profesor Ellenberg znajdował obszary, na których roślinność naturalna została zniszczona niemal całkowicie i takie, gdzie zachowały się tylko jej fragmenty, zasługujące dziś na bezwzględną ochronę.

Ogromne zróżnicowanie klimatów i wywołana tym szeroka skala siedlisk — to główne przyczyny bogactwa i różnorodności szaty roślinnej. Profesor Ellenberg scharakteryzował ją, przyjmując jako podstawę jej podziału z jednej strony zależność roślinności od wyniesienia nad poziom morza<sup>6</sup>, a z drugiej — od charakterystyki klimatu<sup>7</sup>.

Bardzo znamienne było w diagramie tym załamanie przebiegu górnej granicy lasu, która przy przejściu ze strefy klimatu semiaridowego w subaridowy stawała

<sup>6</sup> Wydziela 8 pięter roślinnych: piętro niwalne, subniwalne, alpejskie, subalpejskie, oralne, górskie, podgórskie oraz wyżynno-nizinne.

<sup>7</sup> Wydziela 8 typów klimatu: klimat perhumidowy, euhumidowy, subhumidowy, semihumidowy, semiaridowy, subaridowy, euaridowy i peraridowy.

się kontynentalną granicą lasu i schodziła do najniższego piętra wyżynno-nizinnego. Interpretacja przedstawionych diagramów ilustrowana była równocześnie barwnymi przezroczami, które stały na najwyższym poziomie zarówno pod względem merytorycznym jak i artystycznym i wywoływały ogromny entuzjazm wśród słuchaczy. Od wiecznie zielonego tropikalnego lasu oplecionego lianami droga wiodła poprzez formacje krzewiaste i przez sawannę do pozbawionej niemal całkowicie życia słonej pustyni z wykwitami saletry lub do strefy wiecznych śniegów.

Z punktu widzenia zagrożenia szaty roślinnej bardzo interesujące były przykłady wielkiej odporności na erozję siedlisk położonych przy górnej granicy lasu. Do poważniejszych szkód nie dochodziło nawet wtedy, gdy pożar zniszczył sawannę jak i wówczas, gdy człowiek wyciął las. W niższych położeniach górskich tego rodzaju ingerencja pociąga za sobą zawsze groźne skutki. Do znacznych zniszczeń szaty roślinnej doprowadził też nadmierny wypas, a zmiany w siedlisku wywołane gospodarką człowieka datują się tam od tysięcy lat. Inkowie stosowali nawozy (guano) w okresie, gdy u nas pojęcie nawożenia jeszcze w ogóle nie istniało. Nikt ze słuchaczy nie spodziewał się, że tak trudno już dziś na świecie znaleźć nienaruszoną przez człowieka przyrodę.

Po podsumowaniu obrad przez prof. dra R. Tüxena ustalono, że sympozjum w następnym roku poświęcone będzie badaniom sukcesji, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów, które zaprzestano użytkować.

*Teofil Wojterski*

#### PIERWSZE POSIEDZENIE KOMITETU NARODOWEGO MIĘDZYNARODOWEJ UNII TOWARZYSTW BIOLOGICZNYCH (IUBS)

W dniu 28 marca 1973 r. odbyło się pierwsze w nowej kadencji posiedzenie Komitetu Narodowego IUBS (Międzynarodowa Unia Towarzystw Biologicznych). Przewodniczącym Komitetu jest prof. dr Włodzimierz Michajłow, Sekretarz Wydziału II PAN, zaś członkami są wszyscy przewodniczący Komitetów Naukowych PAN, działających przy tym Wydziale. Sekretarzem Komitetu Narodowego IUBS jest prof. dr Adam Urbanek.

Posiedzenie miało na celu analizę dotychczasowej współpracy biologów polskich z tą ważną organizacją międzynarodową, zaznajomienie się z jej strukturą oraz ustalenie koncepcji dalszego bardziej intensywnego i aktywnego współdziałania.

IUBS zrzeszający ogromną większość międzynarodowych towarzystw biologicznych ma za zadanie koordynację ich działania, ogniskowanie ich pracy wokół szczególnie ważnych programów i zamierzeń. Jest organizacją działającą przy UNESCO, dotowaną przez tę organizację oraz czerpiącą środki ze składek krajów członkowskich (obecnie ponad 40). Składka roczna Polski wynosi 1.000 dolarów U.S. IUBS działa w ramach szerszej organizacji ICSU (Międzynarodowa Unia Towarzystw Naukowych).

Formy działania IUBS polegają na inicjowaniu i dotowaniu międzynarodowych zjazdów, sympozjów, konferencji oraz kursów naukowych w najróżniejszych dyscyplinach biologii. IUBS finansuje i realizuje także różne wydawnictwa o charakterze katalogów, słowników terminologicznych itp.

Dotychczasowa współpraca Polski z IUBS była luźna i przypadkowa, co wpływało zresztą głównie z utrudnionych kontaktów z kierownictwem tej organizacji (brak środków dewizowych na wyjazdy na posiedzenia Zgromadzenia Ogólnego i Sekretariatu IUBS). Obecnie otwierają się lepsze perspektywy takich kontaktów postanowiono więc zacieśnić współpracę wysyłając w październiku 1973 r.

odpowiednią delegację na Zgromadzenie Ogólne do Norwegii. Przedyskutowano skład tej delegacji i określono jej zadania. Te ostatnie mają prowadzić do zwiększenia udziału biologów polskich w różnych imprezach naukowych organizowanych przez IUBS. Już obecnie kilku biologów otrzymało stypendia IUBS umożliwiające udział w sympozjach zagranicznych. Omówiono też ewentualne inicjatywy, jakie mogłyby przejąć biologia polska w ramach IUBS. Szczególnie istotne wydaje się zapewnienie odpowiedniego udziału Polski w I Międzynarodowym Kongresie Ekologów, który odbędzie się w 1974 r. w Holandii.

*Adam Urbanek*



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кишитоф Беняж</i> — Влияние света на рыбы . . . . .	335
<i>Кристина Шпанбрукер</i> — Сенсбилизация организмов на видимый свет . . . . .	349
<i>Адам Медоньски</i> — Современная модель действительности вегетативной нервной системы . . . . .	353
<i>Анна Трыхубчак</i> — Строение и функция полосатого тела птиц . . . . .	373
<i>Хенрик Каиубиак</i> — Численность, биомасса, продуктивность микроорганизмов в почве . . . . .	379

## ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Кишитоф Волк</i> — Музей биологических циклов в Торунь? . . . . .	389
--	-----

## РЕЦЕНЗИИ

<i>Марек Гембчински</i> — Среда и токсические металлы . . . . .	391
---	-----

## НАУЧНАЯ ХРОНИКА

<i>Леслав Турбойски</i> — Объединение химизма загрязнённых рек с выступлением физиологических групп микроорганизмов на примере научного исследования реки Вислы в районе города Кракова; <i>Алиция Гуттова</i> — Эпидемиологическая угроза морским пляжам, возникающая в результате сброса городских отходов в воды рек; <i>Алиция Гуттова</i> — Иммуитет против аналога ювенального гормона пестицидоустойчивых штаммов мухи; <i>Алиция Гуттова</i> — Роспад токсических соединений в биологической среде; <i>Алиция Гуттова</i> — Органичные соединения хлора в естественной среде; <i>Алиция Гуттова</i> — Футурологические раздумия над явлением гомеостаза; <i>Амелия Закшевска</i> — Физиологическое состояние клеток в процессе старения; <i>Амелия Закшевска</i> — Лимфоциты, гормоны и процесс старения; <i>Роман И. Войтусяк</i> — Кишечник таракана <i>Periplaneta americana</i> как фактор инактивирующий феромоны; <i>Констанция Якутович</i> — Возможность применения методов гибридизации клеток в растительной продукции и исследовании наследственности; <i>Эльжбета Мальцан</i> — Биофизика и основы действия радиации; <i>Эльжбета Мальцан</i> — Некоторые проблемы современной биофизики в свете тепловых измерений; <i>Эльжбета Мальцан</i> — Хемиллюминесценция, сопряженная с образованием липидных перекисей в биологических мембранах; <i>Эльжбета Мальцан</i> — О возможности конформационной активации фермент-субстратного комплекса альдолазы ультрафиолетовым светом . . . . .	393
--	-----

## СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

<i>Казимеж Миенткозски</i> — Отчет о проведении нейросекреторной конференции в Познани . . . . .	417
<i>Тереса Пойманска</i> — Симпозиум „Вопросы вида в паразитологии” . . . . .	420
<i>Теофиль Войтарски</i> — XVI Симпозиум Международного фитосоциологического общества, посвященный угрожению растительности и ее охране . . . . .	424
<i>Адам Урбанек</i> — Первое заседание Национального комитета Международной Унии Биологических Обществ . . . . .	433

## CONTENTS

<i>Krzysztof Bieniarz</i> — The effect of light on fish . . . . .	335
<i>Krystyna Szpanbrucker</i> — Sensitivity of organisms to the visible light . . . . .	349
<i>Adam Miodoński</i> — Contemporary model of the autonomic nervous system's function in <i>Vertebrata</i> . . . . .	353
<i>Anna Tryhubczak</i> — The structure and function of the avian striatum . . . . .	373
<i>Henryk Kaszubiak</i> — Number, biomass and productivity of microorganisms in the soil . . . . .	379

## DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Krzysztof Wołk</i> — The Museum of Biological Cycles in Toruń? . . . . .	389
---	-----

## BOOK REVIEW

<i>Marek Gębczyński</i> — The pollution of the natural environment with toxic metals . . . . .	391
--	-----

## SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Lestaw Turoboyski</i> — Chemism relations of polluted water with occurrence of the physiological groups of microorganisms on the example of investigations in the River Vistula, Cracow region; <i>Alicja Guttowa</i> — The epidemiological impendency of sea beaches as a result of municipal sewage flow of river waters. Is the situation serious?; <i>Alicja Guttowa</i> — The crossresistance on juvenile hormone analogue (JHA) of pesticide resistant houseflies; <i>Alicja Guttowa</i> — Biodegradation of chemical contaminations accumulating in the natural environment as a result of a rapid development of civilization; <i>Alicja Guttowa</i> — DDT and chlorinated hydrocarbons in the natural environment; <i>Alicja Guttowa</i> — Futurological considerations on the problem of homeostasis in the nature; <i>Amelia Zakrzewska</i> — Ageing: Noncycling Cells an Explanation; <i>Amelia Zakrzewska</i> — Lymphocytes, Hormones and Ageing; <i>Roman J. Wojtuskiak</i> — The gut of <i>Periplaneta americana</i> as a factor decreasing pheromone activation; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Possibilities of implementing methods of cell hybridization in plant production and studies of heredity; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Biophysics and the principle mechanism of radiation effect; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Some problems of modern biophysics in the light of heat measurements; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Chemiluminescence connected with the formation of lipid peroxides in biological membranes; <i>Elżbieta Malzahn</i> — On possible conformational activation of aldolase enzyme-substrate by UV-light . . . . .	393
---	-----

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

<i>Kazimierz Miętkiewski</i> — Report on the course of the Neurosecretion Conference in Poznań . . . . .	417
<i>Teresa Pojmańska</i> — Symposium on „Problems of species in parasitology” .	420
<i>Teofil Wojterski</i> — The 16th Symposium of International Phytosociological Society devoted to the problem of vegetation liable to destruction and of its protection . . . . .	424
<i>Adam Urbanek</i> — First Session of the National Committee of the International Union of Biological Societies (IUBS) . . . . .	433

## SPIS TRESCI

<i>Krzysztof Bieniarz</i> — Wpływ światła na ryby . . . . .	335
<i>Krystyna Szpanbrucker</i> — Uczulenie organizmów na światło widzialne . . . . .	349
<i>Adam Miodoński</i> — Współczesne poglądy na mechanizm działania systemu autonomicznego kręgowców . . . . .	353
<i>Anna Tryhubczak</i> — Budowa i funkcje prążkowania ptaków . . . . .	373
<i>Henryk Kaszubiak</i> — Liczebność, biomasa i produktywność drobnoustrojów w glebie . . . . .	379

## DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Krzysztof Woik</i> — Muzeum cyklów biologicznych w Toruniu? . . . . .	389
--	-----

## RECENZJE

<i>Marek Gębczyński</i> — Zanieczyszczenie środowiska przez toksyczne metale . . . . .	391
--	-----

## KRONIKA NAUKOWA

<i>Lesław Turoboyski</i> — Powiązania chemizmu wód zanieczyszczonych z występowaniem fizjologicznych grup mikroorganizmów na przykładzie badań Wisły w rejonie Krakowa; <i>Alicja Guttowa</i> — Zagrożenie epidemiologiczne plaż nadmorskich w wyniku splywu ścieków miejskich z wodami rzek. Czy sytuacja jest poważna?; <i>Alicja Guttowa</i> — Zagadnienie powstawania oporności krzyżowej na analog hormonu juwenilnego (JHA) u szczepów pestycydoopornych muchy domowej; <i>Alicja Guttowa</i> — Biodegradacja związków toksycznych gromadzących się w środowisku naturalnym w wyniku szybkiego rozwoju cywilizacji; <i>Alicja Guttowa</i> — Związki chloroorganiczne w środowisku; <i>Alicja Guttowa</i> — Futurologiczne rozważania nad zagadnieniami homeostazy w świecie; <i>Amelia Zakrzewska</i> — Stan fizjologiczny komórek, a starzenie się; <i>Amelia Zakrzewska</i> — Limfocyty, hormony i starzenie się; <i>Roman J. Wojtusiak</i> — Jelito karaczana <i>Periplaneta americana</i> jako czynnik zmniejszający aktywność feromonów; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Perspektywy wykorzystania metod hybrydyzacji komórek w produkcji roślinnej i badaniu dziedziczności; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Biofizyka a mechanizm efektu radiacji; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Niektóre problemy współczesnej biofizyki w świetle pomiarów termicznych; <i>Elżbieta Malzahn</i> — Chemiluminescencja związana z utlenianiem lipidów w błonach biologicznych; <i>Elżbieta Malzahn</i> — O możliwości aktywacji konformacyjnej kompleksu enzym-substrat aldolazy przez promieniowanie UV . . . . .	393
--	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Kazimierz Miętkiewski</i> — Sprawozdanie z przebiegu konferencji neurosekrecyjnej w Poznaniu . . . . .	417
<i>Teresa Pojmańska</i> — Sympozjum „Problemy gatunku w parazytologii” . . . . .	420
<i>Teofil Wojterski</i> — XVI Sympozjum Międzynarodowego Towarzystwa Fitosocjologicznego poświęcone zagrożonej roślinności i jej ochronie . . . . .	424
<i>Adam Urbanek</i> — Pierwsze posiedzenie Komitetu Narodowego Międzynarodowej Unii Towarzystw Biologicznych (TUBS) . . . . .	433





Tylko prenumerata zapewni  
regularne otrzymywanie  
dwumiesięcznika

---

---

# K O S M O S A

---

---

## Prenumerata krajowa

*Cena prenumeraty krajowej:*

rocznie     zł 90,—  
półrocznie zł 45,—

Instytucje państwowe, społeczne, zakłady pracy, szkoły itp. mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie w miejscowych Oddziałach i Delegaturach „Ruch”.

Prenumeratory indywidualni mogą opłacać prenumeratę w urzędach pocztowych i u listonoszy, lub dokonywać wpłat na konto PKO Nr 1-6-100020 — Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch”, Warszawa, ul. Towarowa 28 (w terminie do 10 dnia miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty).

## Prenumerata zagraniczna

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę, która jest o 40% droższa od prenumeraty krajowej, przyjmuje Biuro Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch” Warszawa, ul. Wronia 23, konto PKO Nr 1-6-100024.

Bieżące i archiwalne numery można nabywać lub zamawiać we Wzorcowni Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter) oraz w księgarniach naukowych „Domu Książki”.

Sprzedaż egzemplarzy numerów zdezaktualizowanych, na uprzednie pisemne zamówienia, prowadzi Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch” 00-958 Warszawa, skr. poczt. 12

Subscription orders can be sent directly to:  
„Ars Polona—Ruch”  
Warszawa 1  
P.O. Box 154  
sending remittance of \$ 10.80 through  
the Bank Handlowy — Warszawa, Traugutta 7

Kosmos A., R. XXII, 4, 335—439, lipiec—sierpień, Warszawa 1973.  
Indeks 36417

---

---