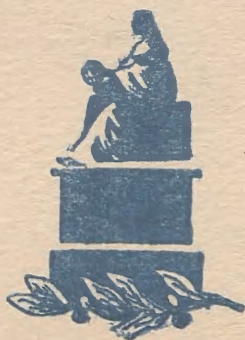


Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XXII

WARSZAWA 1973

ZESZYT 3(122)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 3 (122)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1973

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusewicz, Adam Urbanek

Redaktor: *Włodzimierz Michałłow*

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 997+133 egz. Ark. wyd. 8,75, ark. druk. 6,75

Papier ilustrac. kl. V, 70 g. 70×100

Oddano do składania 22.III.73 r. Podpisano do druku 12.VI.73 r.

Druk ukończono w czerwcu 1973

Zam. 231/73

R-83

Cena zł 15,—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8.

PAMIĘCI PROF. DR IRENY CABEJSZEK

W Warszawie 12 września 1972 r. zmarła prof. dr Irena Cabejszek, wybitna specjalistka w dziedzinie sanitarnej ochrony wód powierzchniowych, wieloletni członek i sekretarz Komitetu Hydrobiologicznego PAN, członek założyciel Polskiego Towarzystwa Hydrobiologicznego. Jej postać znana jest dobrze polskim hydrobiologom; wszyscy darzyli Ją sympatią, z wieloma łączyła Ją serdeczna i zażyła przyjaźń. Ogromne wyrobienie społeczne i koleżeńskie było zasadniczą cechą Jej życia.

Urodziła się w Krakowie 1 października 1910 roku. Tu ukończyła gimnazjum i studia wyższe, uzyskując w 1934 r. stopień magistra biologii na Uniwersytecie Jagiellońskim. Specjalizowała się w algologii pod kierunkiem światowej sławy prof. dra Jadwigi Wołoszyńskiej. Z tego zakresu zrobiła doktorat i habilitację. Rozprawę doktorską, podstawę rigo-roszum na Uniwersytecie Jagiellońskim w 1939 r., wykonała na materiałach zebranych na obszarze Zahorynia i w okolicach Pińska w czasie dwu hydrobiologicznych wypraw na Polesie w latach 1935 i 1936. Wówczas zetknęła się z prof. drem Alfredem Lityńskim, świetnym hydrobiologiem o szerokich horyzontach myślowych, który był kierownikiem organizacyjnym wypraw; kierownikiem terenowym był doktor (obecnie profesor) Kazimierz Petruszewicz.

Od marca 1939 r. Irena Cabejszek zaczęła pracować w Państwowym Zakładzie Higieny w Warszawie jako asystentka w Oddziale Limnologicznym, organizowanym właśnie przez doktora (obecnie profesora) Mariana Stangenberga w ramach Działu Wodnego. Pod jego kierunkiem pracowała również w czasie wojny. Już wówczas robiła pierwsze próby nad prowadzeniem hodowli glonów w kulturach laboratoryjnych dla wyjaśnienia stosunków ekologicznych działających w przyrodzie. Badania te przerwały działania wojenne. W czasie okupacji hitlerowskiej dopomogła w zatrudnieniu w PZH sekretarki zagrożonej z racji żydowskiego pochodzenia i w uratowaniu jej od śmierci. Po oswobodzeniu, w podnoszącej się z gruzów Warszawie została powołana jeszcze w 1945 r. na kierownika Pracowni Higieny i Sanitarnej Ochrony Wód należącej do prowadzonego przez doktora (obecnie profesora) Jana Justa Zakładu Higieny Komunalnej w PZH. Także habilitację w 1955 r., opartą na rozprawie o fitoplanktonie Jeziora Charzykowskiego, a potem tytuł profesora nadzwyczajnego w 1965 r. uzyskała w oparciu o Państwowy Zakład Higieny. Tutaj zyskała również możliwość nawiązania bliższych kontaktów naukowych z ośrodkami zagranicznymi. W roku 1956 odbyła trzymiesięczny staż w Instytucie Higieny w Pradze i brała udział w zjeździe naukowym hydrobiologów czechosłowackich w Smolenicach, a w 1961 r. przebywała przez trzy miesiące w Instytucie Higieny Ogólnej i Komunalnej Akademii Nauk Medycznych ZSRR w Moskwie jako stypendystka Światowej Organizacji Zdrowia. Długotrwała i ciężka choroba serca zmusiła Ją do przejścia na emeryturę w końcu 1970 r. Nie

zaprzeżała jednak kontynuowania, choć w organicznym zakresie, rozpoczętych prac badawczych i dalszej pracy w organizacjach naukowych.

Drukowany dorobek naukowy prof. Cabejszek obejmuje 58 pozycji¹. Pierwsze jej prace były ściśle związane z algologią. Drugi etap to organizowanie zespołowych prac zmierzających do sporządzania charakterystyki hydrobiologicznej i oceny stopnia zanieczyszczenia rzek, głównie w Polsce centralnej. W ich wyniku opublikowano opracowania kilku odcinków środkowego biegu Wisły, rzek Kamiennej, Pilicy, Wieprza, Bzury, Narwi, Bugu, Niemna i Wkry oraz Błękitnych Źródeł pod Tomaszowem Mazowieckim. Można w tym widzieć kontynuację dzieła podjętego przed wojną przez prof. dra Włodzimierza Kulmatyckiego, jednego z najwybitniejszych naszych hydrobiologów tamtego okresu.

Ostatnie kilkanaście lat życia poświęciła głównie badaniom nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych i gospodarczych na organizmy wodne. We współpracy z prof. Justem i kilkoma innymi osobami opublikowała wyniki eksperymentalnych prac nad wpływem fenoli, cyjanów, nekalu, a przede wszystkim pestycydów. Była u nas jedną z pierwszych bijących na alarm, że pestycydy, coraz powszechniej stosowane w rolnictwie i w coraz większych ilościach splukiwane z ładu do wszystkich wód powierzchniowych, stanowią coraz groźniejsze niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia ludzi.

Prof. Cabejszek cieszyła się dużym uznaniem i popularnością wśród hydrobiologów. Wyrazem tego było powołanie Jej na członka od samego początku istnienia Sekcji Hydrobiologicznej w Komitecie Ekologicznym PAN, przekształconej wkrótce na Komitet Hydrobiologiczny PAN. Była członkiem prezydium, a od 1963 r. pełniła funkcję sekretarza Komitetu, z której zrezygnowała z końcem 1971 r. Była duszą i sercem wszystkich poczyną i akcji Komitetu. Brała żywy udział w organizowaniu życia naukowego, a zwłaszcza w przygotowywaniu szeregu sympozjów i spotkań dyskusyjnych, którym patronował Komitet. Szczególnie wiele troski włożyła w przygotowanie wspólnie z prof. Stangenbergiem cztero-dniowej konferencji na temat zastosowania radioizotopów w hydrobiologii, odbytej w Żabieńcu w kwietniu 1967 r. oraz wspólnie z prof. drem Stanisławem Kołaczewskim sesji naukowej poświęconej problemom stosowania pestycydów w Polsce, zwołanej w Krakowie w maju 1970 r. Brała też udział w pracach związanych ze Zjazdami Hydrobiologów Polskich, od 1961 r. organizowanych wspólnie z powstałym właśnie Polskim Towarzystwem Hydrobiologicznym. Była równocześnie jednym z filarów tego Towarzystwa od początku jego istnienia, działając m.in. jako członek komisji nagród i członek komisji rewizyjnej w latach 1964—1970. Jednocześnie jako członek Societas Internationalis Limnologiae uczestniczyła w XIV Międzynarodowym Kongresie Limnologicznym w Helsinkach w 1956 r. i w przygotowaniu XVI Kongresu w Warszawie w 1965 r. Wspomnieć także trzeba, że działała również w Sekcji Ochrony Wód i Oczyszczania Ścieków Komitetu Inżynierii i Gospodarki Wodnej PAN i w Polskim Towarzystwie Higienicznym.

¹ Vide Wiadomości Botaniczne, 1973.

Prof. dr Irena Cabejszek zasłużyła się dobrze polskiej algologii, hydrobiologii i inżynierii sanitarnej. Pamięć o Niej zostaje utrwalona w publikacjach, w dziejach towarzystw naukowych w których działała, i we wspomnieniach kolegów, uczniów i przyjaciół, którzy zawsze mogli liczyć na Jej rzeczową, energiczną i skuteczną pomoc w rozmaitych akcjach naukowych, organizacyjnych i społecznych.

Jadwiga Siemińska

BADANIA NAD INFORMACJĄ GENETYCZNĄ MIKROORGANIZMÓW ROŚLIN I ZWIERZĄT CELEM DOSKONALENIA TYPÓW BAKTERII ICH CECH UŻYTKOWYCH*

(PROBLEM WĘZŁOWY KOORDYNOWANY PRZEZ INSTYTUT BIOCHEMII
I BIOFIZYKI PAN)

Badania prowadzone są w kraju przez 52 placówki należące do PAN, Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, Ministerstwa Zdrowia, Ministerstwa Przemysłu Chemicznego, MON itp. Skupiają one kilkaset pracowników zatrudnionych w pełnym lub częściowym wymiarze godzin. Tematyka jest różnorodna i w 1973 r. grupuje się w 119 tematach. Nie mam oczywiście zamiaru przedstawić nawet w przybliżeniu zakresu tej tematyki. Ogólnie biorąc, tematy te zgrupowane są w czterech grupach tematycznych: 1) molekularne podstawy genetyki, 2) genetyka mikroorganizmów, 3) genetyka roślin, 4) genetyka zwierząt. Tylko dwie pierwsze grupy tematyczne koordynuje bezpośrednio Instytut Biochemii i Biofizyki. Grupy 2 i 3 są koordynowane bezpośrednio przez Zakład Genetyki Roślin PAN w Poznaniu oraz Zakład Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu, jako koordynatorów II stopnia.

Założeniem problemu węzłowego „Badania nad informacją genetyczną” jest prowadzenie i rozwijanie w Polsce badań podstawowych z dziedziny genetyki i biologii molekularnej, a nie bezpośredniej hodowli bakterii czy zwierząt. Niemniej jednak szereg badań prowadzonych w ramach problemu węzłowego ma dość bliski związek z praktyczną hodowlą i wyniki ich mają bezpośrednie znaczenie teoretyczne bądź też jako źródło materiału wyjściowego dla poczynąń hodowlanych. Jesteśmy już na początku trzeciego roku realizowania tego problemu i w okresie tym nastąpiło szereg korektur w składzie zespołu wykonującego, polegających na usunięciu tematów zbyt luźno związanych z podstawowym problemem bądź na włączeniu nowych zespołów, które pierwotnie nie znalazły się w zespole problemowym. Nastąpiła istotna współpraca i rzeczowa wymiana informacji między współpracującymi na rocznych zebraniach naukowych omawiających wyniki i plany na lata następne.

Stworzenie organizacji problemu węzłowego miało decydujące znaczenie dla koncentracji w Polsce badań nad informacją genetyczną i dzięki znacznemu zastrzykowi finansowemu, jak i aparaturowemu (tak ważnemu w tej dziedzinie) niewątpliwie zintensyfikowało tempo i podniosło poziom badań w kraju. Odbiło się to zwłaszcza bardzo pomyślnie na badaniach prowadzonych w placówkach szkół wyższych, które w ra-

* Referat wygłoszony na sesji plenarnej Wydziału II PAN w dniu 18.I.1973 r.

mach etatów i budżetów uczelnianych nie były w stanie prowadzić badań wymagających znacznych kosztów rzeczowych i współczesnej aparatury.

W każdej grupie tematycznej zostały zorganizowane zespoły problemowe, które odbywają wspólne dyskusje robocze i sprawozdawcze, i w obrębie których tematyka jest ściśle koordynowana. Dla przykładu podam, że np. w grupie tematycznej „Genetyka mikroorganizmów” koordynowanej przez prof. dra Władysława Kunickiego-Goldfingera istnieją trzy zespoły problemowe:

- 1) Regulacja procesów biosyntetycznych i podziału komórkowego (9 tematów) koordynowany przez dra P. Węgleńskiego.
- 2) Badania nad uzyskiwaniem nowych mutacji i przekazywania ich między szczepami — koordynuje prof. dr W. Dobrzański (6 tematów).
- 3) Produkcyjność mikroorganizmów (6 tematów) koordynuje prof. dr J. Jakubowska z Politechniki Łódzkiej.

Nie sądzę, aby w krótkim zagajeniu warto było omawiać liczne i bardzo zresztą różnorodne prace prowadzone u nas w ramach tego problemu. Może warto choć w kilku słowach przedstawić, jaki jest obecnie na świecie stan wiedzy o zjawiskach dziedziczności, jakie są aktualne problemy i perspektywy tych badań i rozwijania jakiego rodzaju badań należałoby się spodziewać u nas w kraju.

Pod koniec lat sześćdziesiątych, kiedy problem kodu genetycznego i jego uniwersalnego występowania w świecie ożywionym został definitywnie rozstrzygnięty, szereg wybitnych biologów molekularnych doszło do wniosku, że romantyczny okres biologii molekularnej został zakończony, że pozostaje oczywiście jeszcze wiele do zrobienia, ale są to już tylko zagadnienia peryferyczne, nie dające tak wspaniałych perspektyw, jakie istniały w latach czterdziestych, kiedy sprawa kodu genetycznego zaczęła się zarysowywać. Pesymizm ten w stosunku do łowców nagród Nobla może być uzasadniony, niemniej jednak jest na pewno nieuzasadniony, jeśli rozpatrzymy istniejącą sytuację.

Cała teoria informacji genetycznej została stworzona w oparciu o badania najprostszych modeli układów: wirusów, bakterii czy układu bakteria-bakteriofag. Niewątpliwie ogólne zasady funkcjonowania kodu genetycznego są te same dla całego świata ożywionego, ale świat ożywiony jest zjawiskiem hierarchicznym, o różnych poziomach organizacyjnych, poczynając od cząstki wirusa, poprzez komórki *Procaryota* do komórek *Eucaryota*, organizmów wielokomórkowych o różnych stopniach i typach organizacji. Wreszcie gatunki żyją w populacjach i procesy ewolucyjne odbywają się na poziomie populacyjnym. Jest oczywiste, że dane otrzymane z najprostszych modeli nie są wystarczające do wyjaśnienia zjawisk zachodzących na wyższych stopniach organizacji i że kryją się tam zjawiska, które w ogóle w prostych modelach nie występują. Weźmy najprostszy przykład: ilość DNA zawarta w prostym wirusie RNAowym, jak np. R17, jest rzędu 3500 nukleotydów i koduje trzy geny. Już w tym wypadku znaczna część zapisu nie dotyczy struktury trzech białek, ale służy procesom regulacyjnym.

DNA bakterii *E. coli* ma długość ok. 1400 μ i składa się z 4.2×10^6 par nukleotydów. Koduje ono zapewne ok. 4500 różnych białek.

DNA wyższych ssaków z człowiekiem jest rzędu kilku metrów na jądro i komórkę. W ilości par nukleotydów jest to już liczba rzędu 2.87×10^9 . Mogłaby kodować ok. 3,2 miliona różnych białek. Przyjmując

maksymalną ilość białek, które mogą występować w organizmie ssaka do 10 000, ilość DNA zawarta w jądrach jest około 1000 razy większa niż ilość konieczna do zakodowania wszystkich tych białek. Jaka jest rola pozostałego DNA? Nic właściwie na ten temat nie wiemy. Zapewne znaczna część jego spełnia role regulacyjne, ale i tak nie wyjaśnia to całego dylematu. W referacie prof. dra M. Chorążego będą przedstawione badania, które wykażą, że pewne sekwencje nukleotydów są w chromosomach powtórzone olbrzymią ilość razy. Jaki jest biologiczny sens tego zjawiska? Nic właściwie nie wiemy.

Przyzwyczajiliśmy się do poglądu, że każdy polipeptyd o odmiennej sekwencji nukleotydów powinien mieć odrębny gen o odpowiedniej sekwencji nukleotydów. Ale jeśli przyjrzymy się strukturze łańcuchów gamma-globulin, to stwierdzimy, że przeciwciała te mają odcinki zarówno długich, jak i krótkich łańcuchów o zmiennej sekwencji aminokwasów, dzięki czemu mogą występować w nieskończonej prawie ilości rodzajów, tak jak olbrzymia może być ilość specyficznych antygenów. Zapewne w ewolucji ssaków powstały mechanizmy genetyczne nie mające żadnego odpowiednika wśród jednokomórkowych modeli i których natura jest zupełnie nieznaną. Jednym słowem, obecnie ciężar badań z biologii molekularnej przesuwa się i będzie przesuwał na badania komórek organizmów wyższych, a zwłaszcza ssaków ze względu na ich znaczenie dla medycyny. Genetyka hodowli komórek *in vitro* wyższych zwierząt i człowieka będzie problemem coraz istotniejszym. Komórki te różnią się istotnie od komórek bakterii. Coraz więcej danych wskazuje, iż komórki somatyczne, mimo procesów różnicowania, są totipotencjalne i w odpowiednich warunkach mogą odtworzyć cały organizm.

W ostatnich latach hodowla protoplastów somatycznych komórek roślin umożliwiła odtworzenie z pojedynczej komórki somatycznej całego osobnika. Udało się także otrzymać fuzję komórek somatycznych zwierzęcych i roślinnych zarówno na poziomie diplo-, jak i haploidalnym. Stwarza to u roślin obecnie możliwość otrzymywania mieszańców powstałych z komórek somatycznych i zapewne umożliwi w wielu wypadkach przełamanie barier sterility występujących przy rozmnażaniu płciowym. Stwarza to oczywiście zupełnie nowe perspektywy dla hodowli roślin. Otrzymywanie komórek mieszańcowych ludzkich z komórkami ssaków, jak myszy, szczurów czy chomików, a następnie otrzymywanie diploidów na drodze stopniowej eliminacji chromosomów jednego genomu, stwarza po raz pierwszy możliwości lokalizacji genów w chromosomach ludzkich. Wreszcie jeśli rozpatrzmy biologię molekularną bakterii, a zwłaszcza prostych *Eucaryota*, jak np. drożdży, *Neurospora* czy *Aspergillus*, które się u nas w kraju dobrze rozwijają, to i tu jeszcze oczekiwać można bardzo istotnych, ważnych dla całej biologii odkryć.

Dla przykładu poruszę dwa tylko zagadnienia. Obraz regulacji funkcji genów na drodze indukcji czy represji wykracza obecnie daleko poza zaproponowany model operonu Jacoba i Monoda. Zwłaszcza u grzybów, które należą już do *Eucaryota*, widać coraz wyraźniej, jak niesłychanie złożony jest proces regulacji ciągów zarówno katabolicznych, jak anabolicznych. Dla tego samego metabolizmu np. argininy u *Aspergillus* procesy syntezy i rozkładu są ściśle powiązane regulacyjnie, a poza tym zależne np. od metabolizmu cukrowego czy azotowego. Poznanie tych

mechanizmów rzuca zupełnie nowe światło na rolę genów regulacyjnych w procesach metabolicznych i będzie istotnym krokiem do stworzenia modeli procesów różnicowania się komórek organizmów wyższych. Stwarza to także nowe perspektywy praktycznego wykorzystania mikroorganizmów w przemyśle przez hodowlę szczepów o wielokrotnie podwyższonym poziomie syntezy tego czy innego składnika. Niektóre problemy regulacji metabolizmu będą przedstawione w referacie prof. dra T. Kłopotowskiego.

Wreszcie na zakończenie chciałbym podkreślić, że w ostatnich latach dzięki badaniu mutantów bakterii i grzybów można było wykazać, że tak istotne dla całej biologii podstawowe procesy, jak rekombinacja czy mutacja, mają wspólną podstawę enzymatyczną i polegają w dużym stopniu na procesach reperacji przez wycinanie bądź rekombinację uszkodzeń powstających w DNA na skutek działania czynników mutagenicznych.

Jeszcze do niedawna powszechnie uznawany pogląd, że efekt mutageniczny polega głównie na zmianie właściwości komplementowania zasad w DNA, jest słuszny może dla preparatów DNA czy wirusów, ale w komórkach mających złożony aparat wykrywający, usuwający i reperujący, uszkodzenie w DNA jest przede wszystkim procesem biologicznym. Proces ten, jak każdy inny, podlega w komórce regulacji, dzięki czemu poziom rekombinacji i mutacji, a więc i tempo ewolucji są biologicznie regulowane.

Tak więc, badanie informacji genetycznej jest nadal jednym z najbardziej aktualnych i perspektywicznych dziedzin biologii.

FEROMONY ZWIERZĄT SSĄCYCH

Przekazywanie informacji w świecie zwierzęcym zależy od różnych sygnałów odbieranych przez receptory zakończeń nerwowych. Sygnały wysyłane przez osobniki należące do tego samego gatunku mogą pobudzać receptory zmysłu wzroku, słuchu, czucia, węchu i smaku. Rodzaj sygnałów biorących udział w biokomunikacji zależny jest od warunków środowiska oraz od sytuacji, w jakiej znajdują się zwierzęta. Na przykład, przy odległościach nieznacznych większą rolę odgrywa zmysł wzroku i słuchu, na daleką zaś odległość wykorzystywany jest zmysł węchu.

W ostatnich latach zwrócono uwagę, że w biokomunikacji zwierzęcej dużą rolę odgrywają substancje zapachowe uwalniane z gruczołów skórnych, narządów rozrodczych, moczu, kału oraz powietrza wydychanego. Najdokładniej została poznana rola substancji zapachowych u owadów, lecz wiadomo również, że biorą one udział w przekazywaniu informacji u innych grup zwierzęcych, a mianowicie u ryb, płazów, gadów i ssaków.

W zamieszczonym opracowaniu zostanie przedstawiona rola substancji zapachowych w biokomunikacji ssaków.

W roku 1959 Karlson i Butenandt [16] wyosobnili i zidentyfikowali substancję zapachową wabiącą samce, a uwalnianą przez samicę jedwabnika pospolitego *Bombyx mori* i dla związków tego typu zaproponowali nazwę feromonu. Słowo to jest pochodną dwóch greckich wyrazów oznaczających „przenoszenie pobudzenia”. Feromony, nazywane też przez niektórych badaczy ektohormonami, są związkami chemicznymi wytwarzanymi przez ustrój zwierzęcy i działającymi w minimalnych ilościach. Związki te nie są uwalniane do krwi, jak dzieje się to w przypadku hormonów, lecz do środowiska zewnętrznego, gdzie wywierają wpływ na osobniki tego samego gatunku, wywołując szereg reakcji warunkujących rozwój, rozmnażanie się i behavior. Feromony określane są również jako substancje przenoszące informacje — „messengers substances”.

Badania nad właściwościami feromonów u zwierząt ssących przeprowadzono głównie na zwierzętach laboratoryjnych — myszach i szczurach, na zwierzętach dziko żyjących — jeleniowatych oraz na zwierzętach hodowlanych — takich jak świnię i owce. W ostatnich latach pojawiły się publikacje dotyczące feromonów uwalnianych przez małpy i ludzi.

GRUCZOŁY ZAPACHOWE

Od dawna było wiadome, że piżmowiec (*Moschus moschiferus*) żyjący w Himalajach i w Tybecie ma w okolicy brzucha, pomiędzy pępkiem a napletkiem, gruczoły uwalniające substancje o specyficznym za-

pachu piżma. Znanie jest również, że gruczoły okołoodbytowe kota cybetykowego (*Viverra civetta*) żyjącego w Abisynii wytwarzają substancję wyróżniającą się zapachem. Substancje te zostały wyosobnione, poznano ich skład chemiczny i są używane w przemyśle perfumeryjnym jako utrwalacze wzmacniające efekt bardziej lotnych składników perfum.

Gruczoły zapachowe występują w większej ilości u zwierząt pędzących nocny tryb życia, u których komunikacja wzrokowa jest zmniejszona w porównaniu ze zwierzętami o dobrze rozwiniętym zmyśle wzroku.

W dobie dzisiejszej stwierdzono, że prawie wszystkie gatunki zwierząt mają gruczoły uwalniające substancje zapachowe i spełniające rolę w komunikacji chemicznej. Muller-Schwarze [37] przebadiał strukturę histologiczną skóry 18 rzędów ssaków i wśród nich u 15 stwierdził występowanie gruczołów uwalniających substancje zapachowe. Uwzględniając rozmieszczenie gruczołów stwierdzono, że u jeleniowatych występują one w 10 różnych miejscach, w okolicy przed- i nadczołowej, wokół rogów, około odbytu, na napletku, śródstopiu oraz między racicami na przednich i tylnych kończynach.

Czynność gruczołów zapachowych jest uzależniona od wieku zwierzęcia, płci, stanu socjalnego oraz czynności układu wydzielniczego [43].

Gruczoły wytwarzające zapach u ssaków są przede wszystkim gruczołami łojowymi — holokrynowymi oraz potowymi — apokrynowymi. Gruczoły merokrynowe występujące u naczelnych i u człowieka oraz u innych ssaków na opuszkach kończyn, również wytwarzają substancje zapachowe.

Rozprzestrzenianie się zapachów z gruczołów skórnych bywa bierne i czynne. Bierne — gdy substancja zapachowa jest uwalniana z gruczołów międzyracicowych przy poruszaniu się zwierzęcia, natomiast czynne można obserwować u zwierząt, gdy pocierają miejsce skóry, na którym znajdują się gruczoły, o otaczające je przedmioty. Na przykład jeleni ociera czoło o drzewa i kamienie [39], królik zaś ociera się skórą dolnej szczęki, na której są umieszczone gruczoły uwalniające feromony, o łądygi traw i pnie drzew [33]. U psowatych rozprzestrzenianie się zapachu zachodzi przy wydalaniu moczu.

Substancja zapachowa jest czynnikiem, który przekazuje najrozmaitsze sygnały osobnikom zaliczanym do tego samego gatunku. Schultze-Westrum [47] podaje 15 różnych możliwości przekazywania informacji umożliwiających indywidualne rozpoznanie, rozpoznanie wieku, ocenę okresu rujowego oraz przekazanie ostrzeżenia, alarmu i mobilizacji do obrony. U myszy zidentyfikowano 5 lub 6 zapachów pochodzących z poszczególnych gruczołów i mających różne znaczenie: specyficzny zapach osobniczy, zapach moczu samca, zapach moczu samca innego szczepu, zapach wydzielany przez gruczoły potowe poduszek stopy oraz gruczoły narządów rozrodczych.

STRUKTURA CHEMICZNA FEROMONÓW

Poznanie struktury chemicznej feromonów natrafiało początkowo na duże trudności. Butenandt [7] dla uzyskania 10 mg feromonu płciowego jedwabników ekstrahował 250 tys. owadów. W latach 60, dla poznania struktury chemicznej feromonów zastosowano chromatografię gazową i wówczas analizowano już 1 mg substancji. Dalszy rozwój metod ba-

dawczych, a w szczególności połączenie chromatografii gazowej i spektrometrii masowej, pozwalał ustalać strukturę chemiczną substancji, których ilości mieściły się w mikrogramach, a więc takich, które odpowiadają wartościom uwalnianych feromonów. Zastosowanie metod rutynowych stworzyło możliwości poznania struktury chemicznej szeregu feromonów uwalnianych przez owady i przez zwierzęta ssące. Poznano na przykład umiejscowienie i strukturę chemiczną feromonu uwalnianego przez gruczoły napletka knura [12, 46] oraz gruczoły stopowe jeleni [3].

Chemiczna analiza wydzieliny gruczołów umieszczonych na dolnej szczęce królika, pachwinowych i analnych wykazała, że różnią się one składem chemicznym: sekret gruczołów pachwinowych ma budowę lipidów, dolnej szczęki — białek i cukrów, analnych zaś — tłuszczów i białek [34,35,36].

RECEPTORY

Alby feromon mógł wywołać odpowiednią reakcję, musi zadziałać na odpowiedni receptor węchowy, a następnie wywołany impuls musi być przekazany do ośrodkowego układu nerwowego. Receptory odbierające specyficzne zapachy u owadów znajdują się w postaci cienkościennych włosków lub czopków umieszczonych na czółkach i głaszczkach. U kręgowców natomiast receptor węchowy zbudowany jest z neuronu dwubiegunowego, którego zakończenie peryferyjne mające 8—9 rzęsek jest zanurzone w śluzówce nosa, akson zaś wnika przez otwory kości sitowej do opuszek węchowych. Królik ma około 100 milionów receptorów węchowych, co umożliwia mu recepcję różnych bodźców zapachowych. U psa receptory węchowe są rozmieszczone, w zależności od ras, na 25—75 cm², u człowieka natomiast i naczelnych, u których zmysł węchu jest znacznie słabiej rozwinięty, receptory węchowe są rozmieszczone na powierzchni 2,5 cm², przy czym opuszki węchowe, w porównaniu do innych zwierząt, mają budowę prymitywną i są nieduże w stosunku do całości mózgu. Stwierdzono, że zwierzęta mają znacznie lepiej rozwinięty zmysł węchu i są określane jako osobniki makrosmatyczne, człowiek zaś i małpy — jako istoty mikrosmatyczne. W związku z tym feromony u istot mikrosmatycznych odgrywają mniejszą rolę w przekazywaniu informacji. U zwierząt przy recepcji bodźców węchowych odgrywa również rolę narząd przylemieszowy (organon vomeronasale Jacobsoni). Rolę receptorów węchowych w odbieraniu podniet zapachowych określa się przez eliminację zmysłu węchu, którą można uzyskać przez usunięcie opuszki węchowej [2,49], przez przecięcie odpowiednich nerwów względnie przez zablokowanie receptorów gazą nasyconą jodoformem [31]. Badania przeprowadzone na takich zwierzętach umożliwiają poznanie roli feromonów w ustroju zwierzęcym. Istnieją sugestie wskazujące, że feromony ssaków oddziałują również przez zmysł smaku. Możliwe, że samce dotykając wargą mocz samic przekazują bodziec zapachowy do receptorów węchowych. Elliason [13] uważa, że feromony u ssaków mogą być też przekazywane drogą kontaktu płciowego. Dodać należy, że u niektórych owadów feromony oddziałują również przez przewód pokarmowy, a mianowicie feromon wytwarzany

w gruczołach żuwaczkowych królowej pszczoły jest spożywany przez robotnice i hamuje u nich rozwój jajników. W innych badaniach, gdzie obiektem były szarańcze, wykazano, że substancje wytwarzane przez gruczoły samców oddziałują drogą kontaktu na przeobrażenie form larwalnych.

Określanie właściwości fizjologicznych substancji zapachowych natrafia na szczególne trudności, przy obecnym bowiem stanie wiedzy nie można ściśle określić danego zapachu ani też adekwatnie go wymierzyć. Można jedynie określać efekty węchowe przez badanie reakcji zachowania się zwierząt. Również interpretacja wyników jest utrudniona, gdyż każdy organizm reaguje indywidualnie, a mechanizm działania feromonów w organizmie jest mało znany.

PODZIAŁ FEROMONÓW

Bruce [4] i Whitten [50,51] byli jednymi z pierwszych badaczy, którzy zajmowali się właściwościami feromonów u gryzoni. Uwzględniono trzy typy reakcji ustrojowych, które pozwalają na przeprowadzenie podziału feromonów.

Pierwsza reakcja wywołana jest przez tak zwane *realiser pheromones*, jest to reakcja typu wyzwalającego, natychmiastowa i zwrotna, a zachodzi przy udziale ośrodkowego układu nerwowego oraz układu neurohumoralnego. Efekt działania tego typu feromonów jest widoczny w postępowaniu i zachowaniu się zwierząt.

Druga reakcja jest wywołana przez tak zwane *primer pheromones*, które można określić jako feromony wstępne, zapoczątkowujące. Zachodzi ona przy udziale części gruczołowej przysadki mózgowej i wywołuje łańcuch zjawisk fizjologicznych przebiegających stosunkowo dosyć wolno.

Trzeci typ reakcji jest spowodowany przez tak zwane *imprinting pheromones*, określane też jako feromony modyfikujące. Działanie tych substancji zapachowych zachodzi w pewnym okresie rozwojowym i powoduje stałą modyfikację w behawiorze zwierząt dorosłych.

FEROMONY TYPU WYZWALAJĄCEGO – REALISER PHEROMONES

Feromony typu wyzwalającego u zwierząt ssących wywołują reakcje wyrażające się behawioryzmem u zwierząt i dotyczą zachowania się seksualnego, stanów agresji, określania terenów po których się poruszają, oraz rozpoznania niektórych stanów fizjologicznych.

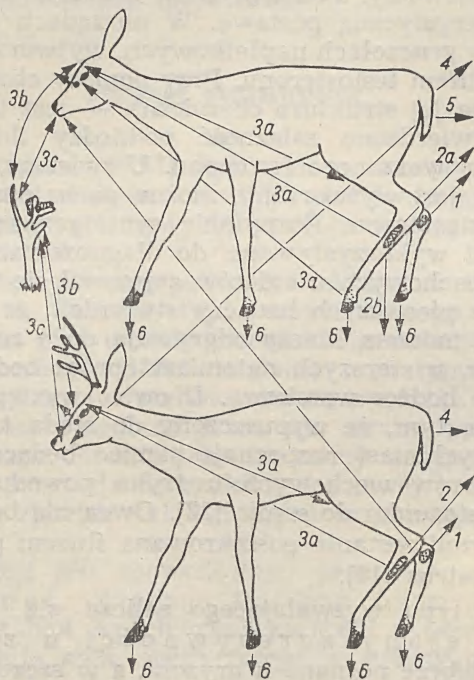
Zachowanie się zwierząt przy pobudzeniu płciowym najlepiej zostało poznane u gryzoni laboratoryjnych oraz u pewnych gatunków zwierząt hodowlanych. Feromony warunkujące zachowanie się płciowe są wytwarzane przez samce, samice lub równocześnie przez osobniki obu płci i odgrywają istotną rolę w rozpoznawaniu poszczególnych stadiów cyklu płciowego oraz integrują wszystkie zjawiska warunkujące wystąpienie seksualnego zachowania.

Le Magnen [23,24,25] pierwszy zwrócił uwagę, że dojrzałe samce

szczurów rozpoznają u samic stadium estrus i anoestrus. Podobne obserwacje poczyniono u myszy. Samica myszy, której usunięto opuszkę węchową, ma trudności w przyjęciu samca, mimo że przebieg cyklu płciowego zachodzi u niej normalnie. U dorosłej samicy królika, której zablokowano zmysł węchu przed uzyskaniem dojrzałości płciowej, występują zmiany w zachowaniu się seksualnym [14]. Samica kota domowego wykazuje objawy rujowe, jeśli jest wprowadzona do klatki, w której uprzednio znajdował się kocur. Jeżeli klatka taka jest umyta, objawy nie występują [31]. Stosunkowo dobrze poznany jest feromon warunkujący zachowanie się seksualne macior. Signoret i du Mesnil du Buisson [46] wykazali, że zapach samca pobudza u samicy w okresie rui ośrodkowy układ nerwowy. Pod wpływem bodźców węchowych samica przyjmuje charakterystyczną postawę. W narządach płciowych knura, a w szczególności w gruczołach napletkowych, wytwarzana jest substancja, będąca metabolitem testosteronu. Przy pomocy chromatografii gazowej została poznana jej struktura chemiczna — jest to 5- α -androst-17-en-3-one [30]. Stwierdzono zależność pomiędzy ilością testosteronu w krwi a ilością wytwarzanego feromonu. U zwierząt, którym usunięto jądra, feromon nie jest wytwarzany, można go natomiast uzyskać stosując zastrzyki testosteronu. Rozpylanie syntetycznego feromonu albo moczu knurów jest wykorzystywane do diagnozowania rui u macior. Rolą substancji zapachowych u ogierów zajmował się Wierzbowski [54], który jako jeden z pierwszych badaczy stwierdził, że substancje zapachowe wydalone z moczem kłaczy odgrywają dużą rolę przy kopulacji u młodych ogierów, u starszych natomiast oprócz bodźców węchowych mają też znaczenie bodźce wzrokowe. U owiec występuje znane zjawisko objawiające się tym, że wypuszczony do stada tryk przy pomocy zmysłu węchu natychmiast rozpoznaje samice będące w stadium rui. Zniszczenie receptorów węchowych u tryka powoduje jego obojętne zachowanie się w stosunku do samic [22]. Owca nie będąca w rui może pobudzać samca jeżeli zostanie posmarowana śluzem pochwowym owcy będącej w stanie estrus [18].

Do feromonów typu wyzwalającego zalicza się też feromony warunkujące stany agresywności u zwierząt. Zjawisko powyższe zostało dobrze poznane u gryzoni, a w szczególności u myszy. Jeżeli w grupie zwierząt trzymanyh w jednej klatce pewną ich ilość posmaruje się moczem samca obcego szczepu, wówczas stają się one w stosunku do siebie agresywne. Zmoczenie wodą, zamaskowanie obcego zapachu perfumą lub też usunięcie opuszki węchowej nie wywołuje objawów wrogości [26]. Wskazuje to, że czynnik wywołujący stany agresji jest wydalany z moczem, oraz że odbierany jest przez receptory zmysłu węchu. Według Ropartza [44] stan agresywności jest warunkowany zapachem substancji występującej w moczu, wytwarzanej przez gruczoły koagulacyjne, charakterystycznej dla całej grupy zwierząt, oraz przez czynnik zapachowy wytwarzany przez gruczoły stopowe cechujące każdego osobnika danej grupy. U samców stany agresywności można pobudzać rozpylając lub wstrzykując propionian testosteronu. Podobne stany można obserwować u samic otrzymujących zastrzyki hormonów estrogennych. Feromony warunkujące stany agresywności u samiczek powstają prawdopodobnie w błonie śluzowej łechtaczki, u samców natomiast są wytwarzane przez gruczoły napletka.

Feromony o właściwościach wyzwalających warunkują też przekazywanie informacji u zwierząt. Te właściwości feromonów stosunkowo dobrze zostały poznane u jeleni (*Odocoileus hemionus columbianus*). Müller-Schwarze [37,38,39] w licznych swoich pracach stwierdził, że zachowanie się tego gatunku zwierząt jest uwarunkowane substancjami zapachowymi uwalnianymi przez różne gruczoły skórne. Zapach gruczołów metatarsalnych jest uwalniany w stanach strachu, zapach moczu samicy skierowuje na nią uwagę samca, zapach gruczołów na czole koło naroży określa zakres terytorium zajętego przez dane zwierzęta. Feromon gruczołów metatarsalnych został zidentyfikowany;



Rys. 1. Przekazywanie informacji przy pomocy substancji zapachowych u jeleni północnoamerykańskich (*Odocoileus hemionus columbianus*). Według D. Müller-Schwarze (1971).

- 1 — zapachy gruczołów stopowych, 2a — śródstopowych, 4 — ogonowych, 5 — mocz; powyższe feromony są przenoszone powietrzem
2b — niżej ułożone gruczoły śródstopia skierowują substancje zapachowe na ziemię,
3a — jeleni ociera swoją tylną kończynę o czoło, 3b — zaś czoło jest pocierane o gałązki krzewów, 3c — znaczone zapachem gałązki są wączane i zlizywane przez inne jelenie
6 — gruczoły międzypalcowe pozostawiają zapach na ziemi

jest to lakton kwasu cis-4-hydroksy-6-indoceno-karboksylowy [6], Mykutowycz [33] wykazał, że gruczoły podbródkowe królika wytwarzają feromony, które spełniają rolę przy wyznaczaniu terytorium zajętego przez dane zwierzę.

Przedstawione wyżej przykłady reakcji wywołanych przez feromony o właściwościach wyzwalających wskazują, że są one istotne dla procesów rozrodu zarówno zwierząt laboratoryjnych, jak też i hodowlanych, oraz że warunkują ich behavior.

FEROMONY ZAPOCZĄTKOWUJĄCE — PRIMER PHEROMONES

Mechanizm działania feromonów typu primer jest bardziej skomplikowany i reakcja zachodzi na drodze układu podwzgórzowo-przysadkowo-jajnikowego. Właściwościami fizjologicznymi tego typu feromonów zajmowało się kilka grup badaczy, a mianowicie Lee i Boot w Holandii, Bruce i Parkes w Anglii, Whitten w Australii i Bromson w Stanach Zjednoczonych. Badania te prowadzono głównie na myszach domowych (*Mus musculus*), na myszy płowej (*Peromyscus maniculatus bairdei*) oraz na niektórych gatunkach zwierząt hodowlanych.

Uwzględniając reakcję zwierząt na działające feromony można wyróżnić trzy kierunki, z których pierwszy dotyczy interakcji pomiędzy samicami (Effect Lee-Boot), drugi odnosi się do wpływu feromonów na przebieg cyklu płciowego (Effect Whittena), trzeci zaś do ich wpływu na przebieg ciąży (Effect Bruce).

Lee i Boot [21] zaobserwowali odmienne zachowanie się samic myszy domowej, trzymanych oddzielnie w pojedynczych klatkach oraz w dużych skupieniach. Gdy samicę przetrzymywano w pojedynczej klatce, jej cykl płciowy był przedłużony do 5–6 dni, nieregularny i często występowała ciąża urojona, gdy natomiast samice były trzymane w dużych zbiorowiskach (30 myszek w klatce) występowało często zahamowanie rui, stany anoestrus oraz znacznie częściej ciąża urojona. O tym, że czynnikiem odpowiedzialnym za to zjawisko miał być jakiś feromon, nie można autorytatywnie powiedzieć, niemniej istnieje niezaprzeczalny fakt, że stany zaburzeń cyklu płciowego ulegają poprawie po doprowadzeniu zapachu samca.

Lee i Boot [21] oraz Mody [32] usuwali samicom opuszkę węchową i w ten sposób zapobiegali wystąpieniu stanów ciąży urojonej u zgrupowanych myszek. Przyjęli, że czynnikiem wywołującym zaburzenia cyklu płciowego jest bodziec węchowy, który wysyła impulsy do podwzgórza. Whitten [53] inaczej interpretuje to zjawisko i łączy je z behavioriem samic w zgrupowaniu, które w pewnych okresach cyklu płciowego wzajemnie się obskakują, powodując w ten sposób wystąpienie ciąży urojonej. Wyraża on jednak opinię, że chemiczna komunikacja jest bardzo ważnym czynnikiem warunkującym normalny przebieg cyklu płciowego.

Schinckel [45] wykazał w badaniach prowadzonych na owcach, że dołączenie tryka do stada owiec w okresie lata, gdy kończy się okres anoestrus, a mają się rozpoczynać cykle płciowe, powoduje wystąpienie do 6 dni owulacji z objawami cichej rui.

Whitten [51] stwierdził, że u myszy trzymanych w sąsiedztwie samca cykle rujowe przebiegają normalnie. Stwierdzono również, że nie jest konieczny kontakt bezpośredni przy użyciu bodźców wzrokowych czy też słuchowych, lecz wystarczające są bodźce węchowe.

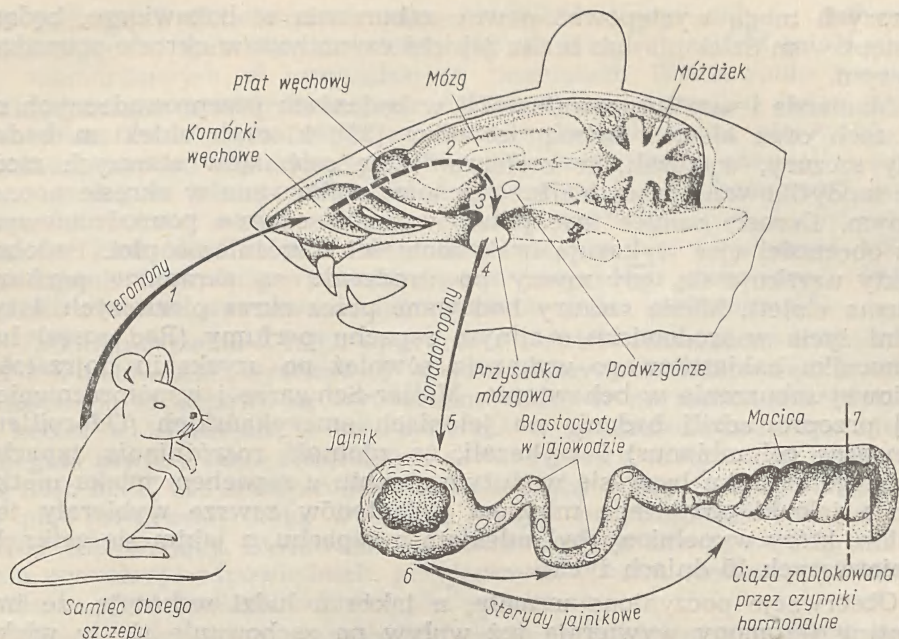
Marsden i Bromson [30] wykazali, że działanie regulacyjne cyklu płciowego zachodzi przy udziale zmysłu węchu, wprowadzenie bowiem do nozdrzy samiczki moczu samca daje ten sam efekt, jaki uzyskuje się przy obecności samca. Wskazuje to, że feromon odpowiedzialny za regulację cyklu płciowego znajduje się w moczu. Mocz samców kastrowanych nie ma tych właściwości, lecz jeżeli takiemu samcowi lub samicy wprowadzi się androsteron, to w wydalonym moczu znajdują się feromony [2]. W innych badaniach pobierano mocz bezpośrednio z pęcherza i stwierdzono w nim obecność feromonów, co wskazywałoby, że nie są one wytwarzane w dodatkowych gruczołach płciowych ani też w gruczołach napletka [30]. Whitten i Bronson [53] sugerują, że feromon warunkujący powstawanie wyżej wymienionego efektu jest metabolitem i pochodną sterydową. Związki sterydowe są zwykle wydalone z moczem w połączeniu z kwasem glukuronowym jako bezwonne substancje. W moczu samców myszy występuje enzym betaglukuronidaza, która uwalnia z tych substancji specyficzny zapach. Zdaniem Whittena i Bronsona feromony pobudzają część gruczołową przysadki, która uwalnia hormony gonadotropowe oddziałujące na jajniki.

W roku 1959 Bruce [4] zaobserwował zjawisko zablokowania ciąży u myszy obecnością samca obcego szczepu. Wykazano, że blokowanie ciąży jest wywołane feromonem wydalanym z moczem. Efekt zablokowania ciąży uzyskuje się, jeżeli feromon doprowadzany jest w pierwszych 4 dniach po kopulacji, w tym bowiem okresie ciąża kontrolowana jest zapachem obcego samca. Doprowadzenie feromonu wywołuje zahamowanie implantacji zarodków, przy czym u około 80% myszy objętych badaniami rozpoczyna się nowy cykl rujowy. Reakcji takiej nie uzyskuje się, jeśli mocz pochodził od samca kastrowanego [5]. Wskazuje to, że uwalnianie feromonów warunkujących blok ciążowy, jak i feromonów warunkujących synchronizację rui jest zależne od hormonów androgennych. Parkes i Bruce [42] stwierdzili, że mocz niekonserwowany szybko traci właściwości feromonów, dodanie natomiast antybiotyków oraz związków antyoksydacyjnych zabezpiecza aktywność feromonów do 7 dni.

Tło hormonalne tego zjawiska jest częściowo poznane i włączony jest w tę reakcję układ przysadkowo-podwzgórzowy. Zapach obcego samca uwalnia „realising factor” hormonów gonadotropowych, a mianowicie dopęcherzykowego i luteinizującego, działa natomiast hamująco na uwalnianie się „realising factora” prolaktyny. Brak sekrecji prolaktyny powoduje zahamowanie implantacji zarodków, hormony gonadotropowe zaś warunkują wystąpienie nowego cyklu płciowego. Wprowadzenie prolaktyny przy równoczesnym doprowadzeniu feromonu obcego samca zahamowuje wystąpienie efektu Bruce. Dominic [10] stwierdził, że jeżeli myszy otrzymują zastrzyki rezerpiny, związku działającego na ośrodki podwzgórza, następuje zniesienie bloku ciążowego.

Zjawisko blokowania ciąży udało się uzyskać u myszy amerykańskiej (*Peromyscus maniculatus*) [1], nie zaobserwowano go natomiast u zwierząt hodowlanych.

Porównując właściwości feromonów wywołujących synchronizację rui oraz blokowanie ciąży stwierdzić można, że istnieje między nimi pewne podobieństwo. Oba związki występują w moczu samców i są zależne od hormonów androgennych, przy czym oddziałują na układ podwzgórzowo-przysadkowo-jajnikowy. Parkes [41] sugeruje, że aktyw-



Rys. 2. Łańcuch reakcji spowodowanych feromonami

Ciąża u samicy może być zahamowana, jeśli samica do 24 godzin po kopulacji znajdzie się w obecności samca należącego do obcego szczepu (Efekt Bruce)

1 — feromony dostają się do komórek węchowych, 2 — impulsy są przekazane do podwzgórza, 3 — czynnik uwalniający gonadotropiny oraz hamujący uwalnianie prolaktyny zostaje przekazany do części gruczołowej przysadki, 4 — następuje uwalnianie hormonów gonadotropowych i zahamowanie wydzielania prolaktyny, 5 — gonadotropiny pobudzają do wzrostu pęcherzyki Graafa, 6 — hormony jajnikowe oraz brak prolaktyny hamują implantację zarodków w macicy, 7 — następuje zablokowanie ciąży (Turner, 1966)

nym związkiem jest zespół zapachów, stosunek zaś poszczególnych składników zapachowych jest różny u samców w macierzystym stadzie oraz samców obcego szczepu. Whitten [52] uważa, że istnieje jeden feromon odpowiedzialny za oba efekty, lecz do wywołania bloku ciążowego potrzebny jest dodatkowy czynnik identyfikujący. Przyjmuje on również, że feromon odpowiedzialny za synchronizację rui może być jedną substancją, a blok ciążowy zachodzi, jeśli jest dostateczne zróżnicowanie feromonów uwalnianych przez poszczególne samce.

FEROMONY MODYFIKUJĄCE — IMPRINTING PHEROMONES

Feromony modyfikujące (Imprinting pheromones), stanowiące trzecią grupę w podziale poprzednio wprowadzonym, można określić jako feromony zostawiające ślad bądź feromony o właściwościach kodowania. O występowaniu tego typu feromonów świadczą badania prowadzone na gryzoniach laboratoryjnych i jeleniach oraz obserwacje poczynione u naczelných. Stwierdzono, że u osobników

starszych mogą występować pewne zaburzenia w behawiorze, będące następstwem działania lub braku jakichś czynników w okresie pourodzeniowym.

Mainarde i współpracownicy [28] w badaniach przeprowadzonych na myszach oraz Marr i współpracownicy [29], których obiektem badań były szczury, wykazali, że zachowanie się osobników starszych może być modyfikowane przez bodźce węchowe aplikowane w okresie neonatalnym. Dorosłe samice myszy hodowane w okresie pourodzeniowym bez obecności ojca wykazują brak zdolności rozróżniania płci. Podobne efekty uzyskuje się, gdy myszy po urodzeniu są skrapiane perfumą (Parma violet). Młode szczury hodowane przez okres pierwszych 4 tygodni życia w środowisku o silnym zapachu perfumy (Red roses) lub pomocnika baldaszkowego wykazują również po uzyskaniu dojrzałości płciowej zaburzenia w behawiorze. Müller-Schwarze i współpracownicy [40] przeprowadzili badania na jeleniach amerykańskich (*Odocoileus hemionus columbianus*) i wykazali, że zdolność rozróżniania zapachu własnego gatunku łączy się w dużym stopniu z zapachem mleka matki. Młode jelenki odżywiane mlekiem z fantonów zawsze wybierały ten fanton, który wypełniony był mlekiem o zapachu, z jakim się zetknęły w pierwszych 15 dniach życia.

Obserwacje poczynione u małp, a także u ludzi wskazują, że imprinting feromony wywierają też wpływ na zachowanie się w wieku późniejszym. Przypuszcza się, że poznanie właściwości feromonów kodujących stworzy możliwości zapobiegania różnym zaburzeniom psychicznym u dzieci wychowywanych w odosobnieniu od rodziców.

FEROMONY U NACZELNYCH

Podobnie jak u zwierząt należących do innych grup, także u naczelnych, a w szczególności u małp feromony odgrywają rolę w rozrodzie i stwarzają możliwości rozpoznawania różnych stanów cyklu płciowego. U lemurów (*Lemur catta*, *L. oediparidus*, *L. spixi*) gruczoły błony śluzowej pochwy u samiec w okresie rui wytwarzają substancje pobudzające aktywność płciową samców. Podobne obserwacje przeprowadzono na małpach (*Macaca sinicus*, *M. irus*, *M. nemestrina* i *M. radiatus*) i wykazano, że feromony uwalniane przez samice również wywierają wpływ na behawior samców. Stosunkowo dużo badań przeprowadzono na małpach gatunku rebus. Wykazano, że samice wykastrowane nie wywierają żadnego wpływu na zachowanie się samców. Zastrzyki hormonów estrogennych oraz wprowadzenie tych hormonów przez wtarcie do błony śluzowej pochwy wzmaga aktywność płciową samców [19]. Feromon uwalniany z błony śluzowej pochwy jest nazwany „Copulin” [25]. W innych doświadczeniach samce gatunku rebus były przetrzymywane razem z samicami, z tym jednak, że hemoreceptory błony śluzowej nosa wyeliminowane zostały przez wprowadzenie gazy skroplonej jodoformem. Samce te nie wykazywały zainteresowania samicami będącymi w rui, co wskazywałoby, że nie wygląd samicy, lecz uwalniane feromony odgrywają decydującą rolę w procesie rozrodu.

Odnosnie do występowania i roli feromonów u ludzi trudno dać jednoznaczną odpowiedź. Zaobserwowano szereg zjawisk wskazujących na ich występowanie. I tak McClintock [27] badał cykle płciowe studen-

tek jednego z uniwersytetów amerykańskich i wykazał, że studentki mieszkające w tym samym pokoju, jak też ich przyjaciółki miały okresy menstruacyjne w przybliżonych terminach. Wyczuwanie zapachu Exaltolidu (kwas 14-hydroksytetradekanowy), substancji o zapachu piżma, przez kobiety jest różne w różnych stadiach cyklu płciowego. Tę zdolność starano się wykorzystać do określania czasu owulacji i przypuszcza się, że istnieje zależność pomiędzy poziomem hormonów estrogennych w krwi a zdolnością wyczuwania exaltolidu [48]. Innym przykładem zdolności recepcji feromonów większa jest wrażliwość kobiet na zapach feromonu wytwarzanego w narządach rozrodczych knura aniżeli zdolność wyczuwania tego zapachu przez mężczyzn [15].

Źródłem zapachu u ludzi są gruczoły potowe umieszczone pod pachami i w pachwinie; wytwarzają one feromony stanowiące zapach ciała. Substancje zapachowe są wytwarzane także w narządach rozrodczych, u kobiet w łechtaczce, u mężczyzn zaś w gruczołach napletka. Męska smegma zawiera takie związki, jak skwaleń, estry cholesterolu oraz pewną ilość bliżej nie znanych sterydów. Zapachy wydzielane przez osobniki płci przeciwnej mogą wywierać wpływ przyciągający lub też niekiedy odpychający. Stosowanie od zamierzchłych czasów perfum ma na celu wywołanie odpowiednich, przyjemnych wrażeń węchowych i zwrócenie na siebie uwagi osobnika płci odmiennej.

Bliższe poznanie mechanizmów działania feromonów u ludzi stwarza możliwości zastosowania ich w lecznictwie różnych zaburzeń czynności gonad. Nie byłoby to pierwsze stosowanie leków przez wprowadzenie do jamy nosowej, gdyż hormony antydiuretyczne są podawane w postaci tabaczeki.

A. Comfort [9] przypuszcza, że feromonami będzie można normować współżycie ludzi, jego zdaniem bowiem, uczucie sympatii łączy się z wzajemnym wydzielaniem i recepcją feromonów.

LITERATURA

- [1] Bronson F.H., Eleftheriou B.E. — *Influence of strange males on implantation in the deer mouse*, Gen. Comp. Endocrinol., 10:339—343, 1963.
- [2] Bronson F.H., Whitten W.K. — *Oestrus-accelerating pheromones of mice: assay, androgen dependency and presence in bladder urine*, J. Reprod. Fert., 15:131—4, 1968.
- [3] Brownlee R., Silverstein R., Müller-Schwarze D., Singer A. — *Isolation, identification and function of the chief component of the male tarsal scent in Black-tailed Deer*, Nature, 221, 5177:284—285, 1969.
- [4] Bruce H.M., — *An exteroceptive block to pregnancy in the mouse*, Nature, 184:105, 1959.
- [5] Bruce H.M. — *Effect of castration on the reproductive pheromones of male mice*, J. Reprod. Fert., 10:141—3, 1965.
- [6] Bruce H.M. — *Pheromones*, Brit. med. Bull., 26:10—13, 1970.
- [7] Butenandt A., Beckmann R., Hecker E. — *Über den Sexuallockstoff des Seidenspinners. I. Der biologische Test und die Isolierung des reinen Sexuallockstoffes Bombykol*, Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem., 324:71—83, 1961.

- [8] Claus R., Hoffman B., Karg T. — *Determination of 5 α -androst-16-en-3 one a boar taint steroid in pigs with reference to relationships to testosterone*, Animal Sci., 1293, 1971.
- [9] Comfort A. — *Likelihood of human pheromones*, Nature, 230, 5294:432—433, 1971.
- [10] Dominic C.J. — *Origin of the pheromones causing pregnancy block in mice*, J. Reprod. Fert., 10:469—472, 1965.
- [11] Drygen G.L., Conavay C.H. — *The origin and hormonal control of scent production in soncus murinus*, J. Mammology, 48:420—423, 1967.
- [12] Dutt R.H., Simpson E.C., Christian J.C., Bornhorst C.E. — *Identification of preputial glands as the site of production of sexual odour in the boar*, J. anim. Sci., 18:1557, 1959.
- [13] Eliasson R. — *Studies on prostaglandins occurrence formation on biological actions*, Acta Physiol. Scand. Supp., 158, 1959.
- [14] Franck H. — *Effects de l'ablation des bulbis olfactifs sur la physiologie genitale chez la Lapine adult*, Comptes Rendus Soc. Biol., 160:863—865, 1966.
- [15] Griffiths N.M., Patterson R. L. S. — *J. Sci. Food Agric.*, 21, 4, 1970, cyt. Comfort (9).
- [16] Karlson P., Butenandt A. — *Pheromones (ectohormone) in insects*, Ann. Rev. Ent., 4, 39—58, 1959.
- [17] Katkov T., Gover D.B. — *The biosynthesis of 5 α -androst-16-en-3 one from progesterone by boar testis homogenate*, Biochim. Biophys. Acta 164: 134—136, 1968.
- [18] Kelley R.B. — *Bull. Commonw. scient. ind. Res. Org.*, 112, cyt. Bruce (6).
- [19] Keverne E.B., Michael R.P. — *Sex attractant properties of ether extracts of vaginal secretion from Rhesus monkeys*, J. Endocrinol., 51: 313—322, 1971.
- [20] Kloek J. — *Fol. Psychiat. Neurol. Neurochir. Neerl.*, 64: 309, 1961, cyt. Comfort (9).
- [21] Lee van der S., Boot L.M. — *Spontaneous pseudopregnancy in mice*, Acta Physiol. Pharmacol. Neerl., 5; 213—214, 1955.
- [22] Lindsay D.R. — *The importance of olfactory stimuli in the mating behaviour of the ram*, Anim. Behav., 13: 75—78, 1965.
- [23] Le Magnen J. — *Etude des phénomènes olfacto-sexuels chez le rat blanc. Méthode de détermination de la réponse de l'animal aux odeurs biologiques du mâle et de la femelle*, C.R. Soc. Biol., 145:851, 1951.
- [24] Le Magnen J. — *Etude des phénomènes olfacto-sexuels chez le rat blanc. Variations de l'odeur biologique de la femelle avec son état sexuel et la discrimination de ces odeurs par le mâle adulte*, C.R. Soc. Biol., 145:854, 1951.
- [25] Le Magnen J. — *Etude des phénomènes olfacto-sexuels chez la rat blanc. Variations avec leur état sexuel de la réponse des mâles à l'odeur de la femelle et réponse des femelles à l'odeur du mâle*, C.R. Soc. Biol., 145:857, 1951.
- [26] Mackintosh J.H., Grant E.C. — *Z. Tierpsychol.*, 23:584, 1966, cyt. Bruce (6).
- [27] MacClintock M.K. — *Menstrual synchrony and suppression*, Nature, Lond., 229:244—5, 1971.
- [28] Mainardi D., Marsan M., Pasquali A. — *Causation of sexual preferences of the house mouse. Behaviour of mice reared by parents whose odour was artificially altered*, Atti Soc. ital. Sci. nat. 104: 325—38, 1965.
- [29] Mair J.N., Gardner L.E. — *Early olfactory experience and later social behavior in the rat: preference, sexual responsiveness and care of young*, J. Genet. Psychol., 107:167—74, 1965.

- [30] Marsden H.M., Bronson F.H. — *Estrous synchrony in mice: alteration by exposure to male urine*, Science, 144: 1469, 1964.
- [31] Michael R.P., Keverna E.B. — *Pheromones in the communication of sexual status in primates*, Nature, Lond. 218: 746—9, 1968.
- [32] Mody J.K. — *Structural changes in the ovaries of I. F. mice due to age and various other states: demonstration of spontaneous pseudopregnancy in group-fed virgins*, Anat. Rec. 145:439—447, 1963.
- [33] Mykytowycz R. — *Further observations on the territorial function and histology of the submandibular cutaneous (chin) glands in the rabbit, Oryctolagus cuniculus (L.)*, Anim. Behav., 13: 400—412, 1965.
- [34] Mykytowycz R. — *Observations on odoriferous and other glands in the Australian wild rabbit, Oryctolagus cuniculus (L) and the hare; Lepus europaeus P. I. The anal gland.*, CSIRO Wildlife Res., 11:11—29, 1966.
- [35] Mykytowycz R. — *Observations on odoriferous and other glands in the Australian wild rabbit, Oryctolagus cuniculus (L) and the hare, Lepus europaeus P. II. The inguinal glands.* CSIRO Wildlife Res., 11: 49—64; 1966.
- [36] Mykytowycz R. — *Observation on odoriferous and other glands in the Australian wild rabbit, Oryctolagus cuniculus (L) and the hare, Lepus europaeus P. III. Harder's lacrimal, and submandibular glands.* CSIRO Wildlife Res., 11: 65—90, 1966.
- [37] Müller-Schwarze D. — *Social odours in young mule deer*, Paper presented to AAAS New York Meeting D 26—31, 1962.
- [38] Müller-Schwarze D. — *Complexity and relative specificity in mammalian pheromone*, Nature, 223, 5205, 525—526, 1969.
- [39] Müller-Schwarze D. — *Pheromones in black-tailed deer (Odocoileus hemionus columbianus)*, Anim. Behav., 19:141—152, 1971.
- [40] Müller-Schwarze D., Müller-Schwarze Ch. — *Olfactory imprinting in a precocial mammal*, Nature, 229, 5279, 55—56, 1971.
- [41] Parkes A. S. — *the role of odorous substances in mammalian reproduction*, J. Reprod. Fert., 3: 312—314, 1960.
- [42] Parkes A.S., Bruce H.M. — *Pregnance-block in female mice placed in boxes soiled by males*, J. Reprod. Fert., 4: 303—380, 1962.
- [43] Quay W. B., Müller-Schwarze D. — *Relation of age and sex to integumentary glandular regions in Rocky mountain mule deer*, J. of Mammalogy 52, 4: 670—85, 1971.
- [44] Ropartz P. — *L'effect de poupe chez les animaux colloques*, Internationaux du Centre National de Recherche Scientifique, No 173, 1967.
- [45] Schinckel P.G. — *The effect of the presence of the ram on the ovarian activity of the ewe*, Austr. J. Agric. Res., 5:465—469, 1954.
- [46] Signoret J.P., Du Mensil du Buisson F. — *Etude du comportement de la truie en oestrus*, Fourth Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem., Hague, 5—9 June, 1961, vol. 2:171, 1961.
- [47] Schulze-Westrum T.G. — *Inneratliche Verständigung bei Glibentter*, Z. Vergl. Physiol., 50:151—220, 1965.
- [48] Vierling J.S., Rock J. — *Variations in olfactory sensitivity to exaltolide during the menstrual cycle*, J. appl. Physiol., 22: 311—5, 1967.
- [49] Whitten W.K. — *The effect of removal of the olfactory bulbs on the gonads of mice*, J. Endocrinol., 14: 160—163, 1956.
- [50] Whitten W.K. — *Modification of the oestrus cycle of the mouse by external stimuli associated with the male*, J. Endocrinol., 17:307—313, 1958.

- [51] Whitten W.K. — *Occurrence of anoestrous in mice caged in groups*, J. Endocrinol., 18:102—107, 1959.
- [52] Whitten W.K. — *Pheromones and mammalian reproduction*, In: Advances in Reproductive Physiology, vol. 1, McLaren A(ed), 155—77, Academic Press, Lond., 1966.
- [53] Whitten W.K., Bronson F.H. — *Role of pheromones in mammalian reproduction*, In: Advances in Chemoreception, vol. 1, Johnston J.W. (jr), Moulton D.G., Turk A. (eds): 309—25, Appleton-Century-Crofts, N.Y., 1970.
- [54] Wierzbowski S. — *Odruchy płciowe u ogierów*, Roczn. Nauk Roln., 73: 753—788, 1959.

RÓŻNORODNOŚĆ BIAŁEK I MECHANIZM EWOLUCJI

Postępy w wiadomościach o budowie białek zwróciły uwagę na ich niespodziewany polimorfizm. Okazało się, że białka spełniające tę samą funkcję u rozmaitych gatunków, nawet blisko spokrewnionych, np. poszczególne enzymy, są z reguły odmienne. Co więcej, poszczególne osobniki należące do tego samego gatunku często różnią się między sobą w szczegółach struktury rozmaitych białek. W ten sposób powstały dwa zagadnienia domagające się rozstrzygnięcia. Po pierwsze, należy się dowiedzieć, czy istnieją wspólne prawidłowości w rozmiarach różnorodności białka poszczególnych organizmów. Po drugie, pojawiło się pytanie, czy różnorodność białek jest wynikiem adaptacji do środowiska i do sposobu życia, czy też może rezultatem zjawisk losowych. Zagadnienia te poruszałem niedawno [14, 15], postęp wiadomości jest jednak tak szybki, że można już donieść o nowych wynikach i nowych poglądach. Chciałbym przede wszystkim krótko przedstawić niektóre referaty wygłoszone na sekcji piątej siedemnastego międzynarodowego Kongresu Zoologicznego, w końcu września 1972 r. Referaty te zostały udostępnione uczestnikom w postaci powielonych maszynopisów. Zapewne cały ten materiał będzie ogłoszony drukiem, zabierze to jednak nieco czasu.

Zagadnienie pierwsze stanowiło główną treść wystąpień Ayali [1] oraz Selandera i Johnsona [13]. Ayala badał zróżnicowanie 28 enzymów u dwunastu gatunków należących do grupy *Drosophila willistoni*. Selander i Johnson przedstawili wyniki badań enzymów ssaków, głównie gryzoni. Okazało się, że różnice są stosunkowo niewielkie (tab. 1).

Tablica 1

Różnice genetyczne między populacjami według Ayali oraz Selandera i Johnsona

	W grupie <i>Drosophila willistoni</i>	Wśród kręgowców
Między populacjami tego samego gatunku	0.02	0.04
Między populacjami odmiannych podgatunków	0.41	0.22
Między półgatunkami	0.31	0.39
Między gatunkami	0.60	0.68
Między rodzajami		0.80

Liczbę zestawione w tablicy mówią, że poszczególne populacje tego samego gatunku w grupie *D. willistoni* mają ok. 2% genów odmiennych, zaś 98% genów jest u nich identycznych. Nie oznacza to bynajmniej, że poszczególne osobniki w populacjach różnią się między sobą tylko w 2% genów. Znaczy to jedynie, że ok. 2% genów obecnych w danej populacji nie występuje w innej populacji tego samego gatunku. Różnice międzygatunkowe są, jak widzimy, nieporównanie większe, gdyż aż 60% genów obecnych u jednego z badanych gatunków nie występuje u gatunków pozostałych. Wynikają z tego rozmaite wnioski. Po pierwsze, nowe poparcie uzyskuje powszechnie przyjęty pogląd, że gatunki są niezależnymi od siebie jednostkami ewolucji, różniącymi się zasadniczo składem genetycznym. Po drugie, odległości genetyczne między podgatunkami są niekiedy większe od odległości dzielących tak zwane półgatunki, które, choć morfologicznie nierozróżnialne, nie krzyżują się jednak między sobą. Selander i Johnson [13] cytują z aprobatą zdanie Mayra [8], wedle którego wnioski systematyczne oparte na prostym podsumowaniu różnic genetycznych są bezwartościowe, jak również pogląd Zuckerkandla [17], który pisał, że dopóki istota definicji gatunku jest obecność bariery izolującej go od gatunków pokrewnych, dopóty odmienność genetyczna nie ma znaczenia dla orzekania o systematyce gatunkowej.

Równocześnie trzeba pamiętać, że twierdzenia wymienionych badaczy o różnorodności białek oparte są na metodach zdolnych niekiedy do wykrycia odmienności w ułożeniu jednego aminokwasu w ogromnych drobinach, złożonych z setek identycznych sekwencji. Wyjaśnia to, dlaczego gatunki „różniące się 60% genotypu” są jednak nieraz trudne do rozróżnienia według cech morfologicznych i żyją w bardzo podobnym środowisku.

Sprawę wartości adaptacyjnej drobnych różnic między białkami Selander i Johnson poruszyli tylko marginesowo. Więcej uwagi poświęcili jej Boyer [2] oraz Bullini i Coluzii [3, 4]. Pod koniec lat sześćdziesiątych kilku biochemików równocześnie wysunęło przypuszczenie, że szybkość wymiany aminokwasów w niektórych białkach jest niezmienna, gdyż zależy tylko od losowego uszkodzenia zapisu zawartego w genotypie. W celu podkreślenia doniosłości takiego założenia przyjęto termin „ewolucji niedarwinowskiej” (King i Jukes [7]), niezależnej od doboru naturalnego oraz pojęcie „zegara białkowego”. Gdyby bowiem powyższe przypuszczenie było słuszne, wówczas różnice między białkami dwu gatunków byłyby proporcjonalne do czasu, jaki upłynął od momentu ich oddzielenia się od wspólnego przodka. Większość biologów wątpi jednak w słuszność tego założenia; niektóre argumenty przeciwko niemu przytaczałem poprzednio [14, 15]. Warto streścić nowe poglądy, aby przy okazji sprostować błąd, który, niestety, znalazł się w moim artykule [14]. Napisałem tam, że liczba pojawiających się mutacji zapewne nie zależy od rodzaju białka. Twierdzenie to jest niesłuszne¹.

Można by co najwyżej przypuścić, że prawdopodobieństwo uszkodzenia łańcucha DNA jest w każdym miejscu podobne. Gdyby tak było (a prawdopodobnie nie jest), szansa błędu w strukturze białka byłaby proporcjonalna do długości łańcucha, a więc drobiny złożone z wielkiej liczby aminokwasów byłyby bardziej narażone na mutacje od drobin

¹ Zwrócenie uwagi na ten punkt zawdzięczam dr J. Rafińskiemu.

krótszych. Wiadomo jednak, że istnieją odcinki w łańcuchach DNA szczególnie labilne, gdzie częściej niż zwykle pojawiają się pomyłki w zapisie. Pojawilo się niezmiernie interesujące doniesienie [10], którego autorzy dowiedli, że w szczególnie podatnym na mutację odcinku DNA bakteriofaga, zapis brzmi ACAAAAAGU — a więc para adenina-tymina powtarza się kolejno aż pięć razy. Najczęstszą pomyłką zapisu jest dodanie jeszcze jednej — szóstej — identycznej pary. Wydaje się, że również w innych miejscach częstego pojawiania się mutacji pomyłki polegają na „błędach w rachunku”, gdyż występuje w nich kilkakrotne powtórzenie tej samej pary. Trzeba więc stwierdzić, że prawdopodobieństwo pojawienia się mutacji nie jest niezależne od treści informacji.

Prakash, Lewontin i Hubby [11] zbadali zmienność niektórych enzymów w populacji *Drosophila pseudoobscura*. Dane ich wykorzystali Kimura i Ohta [6] do uzasadnienia hipotezy, wedle której obecność rozmaitych form enzymów nie ma znaczenia adaptacyjnego. Z kolei Bulmer [5] przy pomocy przekonującego rachunku dowiódł, że jest mało prawdopodobne, aby izozymy różniące się szybkością wędrówki w polu elektrycznym były funkcjonalnie identyczne, co stanowiło przesłankę rozumowania Kimury i Ohty, które zostało w ten sposób obalone. Selander i Johnson zwracają uwagę na wyniki Seala [12], który nie zdołał wykryć różnic w strukturze hemoglobiny człowieka, psowatych i płetwonogich. Grupy te są oddalone od wspólnego przodka o co najmniej 45 milionów lat, pomimo tego ich hemoglobina jest identyczna. Badając inny materiał Nolan i Margoliash [9] doszli do wniosku, że hemoglobina zmienia się ze stałą szybkością, wynoszącą jeden kwas aminowy na siedem milionów lat. Zestawiając te wyniki Selander i Johnson dochodzą do wniosku, że za odmienną szybkość ewolucji hemoglobiny odpowiedzialny jest kierunek sił doboru naturalnego, które w przypadku człowieka, psowatych i płetwonogich działały w sposób bezwzględnie stabilizujący.

Bullini i Coluzzi [3, 4] przedstawili elektroforetyczne badania enzymów komarów. Szczególną uwagę zwrócono na gatunki przenoszące malarię, należące do rodzaju *Anopheles*, badano też niektóre gatunki z rodziny *Culicidae*, a nawet inne muchówki. Autorzy podkreślają, że komary roznoszące malarię są materiałem szczególnie interesującym, gdyż ich systematyka była bardzo szczegółowo badana, opanowano techniki ich hodowli w laboratorium, znane jest ich rozmieszczenie geograficzne, prowadzono wiele prób krzyżowania, badano morfologię chromosomów itd.

Porównywanie ruchliwości enzymów w polu elektrycznym dowiodło, że w niektórych loci u poszczególnych gatunków występuje do siedmiu alleli. Bullini i Coluzzi sądzą, że tylko około jednej trzeciej części polimorfizmu białek jest wykrywalne przy pomocy elektroforezy. Boyer poświęca temu zagadnieniu szczegółową dyskusję dochodząc do wniosku, że polimorfizm wykrywalny tą metodą nie przekracza 10% całości. Jeśli poglądy Boyera są słuszne, polimorfizm enzymów u owadów sięgałby do 70 alleli na locus w obrębie gatunku. Pomimo tak wielkiego zróżnicowania, niektóre pospolite allele występują w wielu populacjach pochodzących z różnych terenów. Bullini i Coluzzi upatrują w tym wskazówkę, iż allele te są szczególnie faworyzowane przez dobór naturalny. Badacze włoscy zwracają też uwagę, że enzymy pospolite i szeroko rozpowszechnione mają z reguły średnią ruchliwość w polu elek-

trycznym. Zgadza się to z obliczeniami Bulmera [5], które dowodzą, że enzymy o rozmaitej ruchliwości są funkcjonalnie różne. Wszystkie te obserwacje przeczą tezie, że polimorfizm enzymów jest zjawiskiem wyłącznie losowym, niezależnym od doboru.

Bullini i Coluzzi zwracają uwagę na konsekwencje ich dalszych spostrzeżeń dla rozważań systematycznych. Gdyby założyć, że odmienność białek jest najważniejszą miarą odległości systematycznej, trzeba by stwierdzić, że np. *Anopheles stephensi* jest bliżej spokrewniony z *Drosophila melanogaster* niż z innym komarem — *Culex pipiens*. Taka reductio ad absurdum dowodzi, że do ilościowych pomiarów odmienności trzeba podchodzić bardzo ostrożnie.

Z drugiej strony Boyer [2] dostarczył nowego przykładu istnienia w budowie niektórych białek cech dla doboru niedostępnych. Badał on zmienność łańcucha hemoglobiny A i A₂ u kilku gatunków naczelnych, nie ograniczając się do elektroforezy, lecz analizując szczegółowo pełne sekwencje aminokwasów. Łańcuch hemoglobiny A składa się z dwu odcinków — alfa i beta — łańcuch zaś oznaczany jako A₂ zbudowany jest z odcinków alfa i delta. Odcinki beta i delta są bardzo podobne, prawie identyczne, u człowieka różnią się tylko w dziewięciu pozycjach aminokwasów. Jedyna stała różnica między tymi odcinkami u różnych naczelnych znajduje się na pozycjach 116 i 117 łańcucha. U dziesięciu badanych gatunków odcinek beta zawiera na tych pozycjach dwa razy histydynę, a odcinek delta argininę i asparaginę. Hemoglobina A₂ musi mieć niewielkie znaczenie czynnościowe, gdyż stanowi, zależnie od gatunku, tylko od 1/16 do 1/220 całości hemoglobiny. Wyjątkowo w erytrocytach ludzkich hemoglobina A₂ stanowi prawie 50%. Zestawienie tych danych sugeruje, że porównanie zmienności odcinka delta ze zmiennością odcinka beta powinno rzucić światło na mechanizm ewolucji. Jeśli zmienność struktury łańcucha wynika przede wszystkim z odmiennych właściwości różnych hemoglobin i pozostaje pod silnym wpływem doboru, to odcinek beta — pospolity i powszechnie występujący — powinien wykazywać większą różnorodność budowy od odcinka delta. Jeśli zaś polimorfizm budowy jest zjawiskiem losowym, różnorodność obu odcinków powinna być zbliżona lub odcinek delta powinien być bardziej bogaty w odmiany.

Po zbadaniu sekwencji aminokwasów w hemoglobinie 440 osobników naczelnych należących do dziewięciu gatunków natrafiono na pięć niewątpliwych polimorfizmów łańcucha delta, a nie odzyskano ani jednego polimorfizmu w łańcuchu beta. Wyniki te w sposób bardzo dobitny świadczą na korzyść hipotezy zakładającej, że polimorfizm łańcucha delta nie ma znaczenia adaptacyjnego, lecz jest efektem „ewolucji nie-darwinowskiej”. Boyer przytacza wypowiedzi kilku autorów, którzy starali się poddać w wątpliwość jego wnioski, broni jednak przekonująco swych poglądów. Równocześnie podkreśla z naciskiem, że bynajmniej nie sugeruje, jakoby zmienność łańcucha delta zupełnie nie podlegała selekcji. Ogromna większość aminokwasów jest identyczna i w ten sam sposób ułożona u wszystkich badanych osobników, różnorodność ogranicza się do niewielu pozycji. Zapewne zmiany na niektórych pozycjach są albo letalne, albo co najmniej szkodliwe dla nosiciela. Istnieją jednak pozycje, na których polimorfizm jest dopuszczalny. Artykuł Boyera zawiera poza tym wiele interesujących rozważań, które warto przestudiować w oryginale.

Przypuszczenie, że zmienność ewolucyjna białek jest zależna od upływu czasu, zostało potwierdzone przez badanie ewolucji albumin płazów przy pomocy metod immunologicznych [16]. Wallace i współpracownicy uzyskiwali surowicę królika uczulonego na albuminy krwi trzech gatunków z rodzaju *Rana* i dwu gatunków z rodzaju *Hyla*, a następnie oceniali odległość immunologiczną między tymi gatunkami i 19 płazami należącymi do innych gatunków. Uzyskane wyniki zgadzają się dość dobrze ze współczesnymi poglądami na systematykę płazów. Dla naszych rozważań najważniejszy jest fakt, że odległości immunologiczne między gatunkami płazów są zbliżone do tych, jakie wśród ssaków oddzielają odrębne rodziny lub podrzędy. Wiemy, że płazy są grupą znacznie starszą od ssaków i przypuszczamy, że podział na gatunki współczesne dokonał się w tej grupie znacznie dawniej, niż się to stało u ssaków. Większe odległości immunologiczne albumin płazów potwierdzają więc, że czynnik czasu odegrał rolę zasadniczą w ich powstaniu, a przez to uprawniają interpretowanie odmienności niektórych białek jako miary na „zegarze białkowym”.

Stan obecny poglądów na ewolucyjne znaczenie polimorfizmu białek wygląda więc obecnie następująco. Hipoteza przyjmująca, że różnorodność białek jest wyłącznie wynikiem wydarzeń losowych, nie została potwierdzona przez obserwacje. Równocześnie jednak jest rzeczą prawdopodobną, że niektóre odmienności w budowie niektórych białek są wynikiem zdarzeń losowych i mogą być wykorzystane do oceny pokrewieństwa organizmów i wieku geologicznego grup systematycznych.

Przykłady badań streszczone powyżej raz jeszcze dowodzą jakie znaczenie mają w biologii współczesnej tendencje do syntezy. Wynika stąd między innymi, że zbyt wczesna i zbyt daleko idąca specjalizacja na studiach biologicznych, która grozi lekceważeniem systematyki na kierunkach biologii molekularnej lub niedokształceniem systematyków w zagadnieniach biochemii, wywołałaby takie zwężenie horyzontów u absolwentów, które uniemożliwiłoby śledzenie i tworzenie postępu w naukach biologicznych w ich najbardziej dynamicznych gałęziach.

LITERATURA

- [1] Ayala F. J. — *How much genetic differentiation accompanies the process of speciation*, XVII Congrès Int. Zool. Thème, 5: 1—13, 1972.
- [2] Boyer S.H. — *Primate hemoglobins: probes into the events of evolution*, Ibid., 1—32, 1972.
- [3] Bullini L. and Coluzzi M. — *Electrophoretic studies on gene-enzyme systems in mosquitos (Diptera, Culicidae)*, Ibid., 1—20, 1972.
- [4] Bullini L. and Coluzzi M. — *Natural selection and genetic drift in protein polymorphism*, Nature, 239: 160—161, 1972.
- [5] Bulmer M. C. — *Protein polymorphism*, Ibid., 234: 410—411, 1971.
- [6] Kimura M. and Ohta T. — *Protein polymorphism as a phase of molecular evolution*, Ibid., 229: 457—469, 1971.
- [7] King J. L. and Jukes T. H. — *Non-Darwinian evolution*, Science, 164: 788—798, 1969.
- [8] Mayr E. — *Populations, species, and evolution*, Harvard Un. Press, Cambridge, Mass, 1970.

- [9] Nolan C. and Margoliash E. — *Ann. Rev. Biochem.*, 37: 727—790 (cytow. za Selanderem i Johnsonem), 1968.
- [10] Okada Y., Streisinger G., Owen J. (E.), Newton J., Tsugita A. and Inouye M. — *Molecular basis of a mutational hot spot in the lysosyme gene of bacteriophage T4*, *Nature*. 236: 338—341, 1972.
- [11] Prakash S., Lewontin R. C. and Hubby J. L. — *Genetics*, 61: 841 (cytow. za Bulmerem), 1969.
- [12] Seal U. S. — *Comp. Biochem. Physiol.*, 31: 799—811 (cytow. za Selanderem i Johnsonem), 1969.
- [13] Selander R.K. and Johnson W.E. — *Genetic variation among vertebrate species*, XVII Congrès, Int. Zool. Thème, 5: 1—31, 1972.
- [14] Szarski H. — *Rola przypadku w przebiegu ewolucji*, *Kosmos*, 5 (118), 467—473, 1972.
- [15] Szarski — *Mechanizmy ewolucji*, Ossolineum, Warszawa, 1972.
- [16] Wallace D.G., Maxson L.R. and Wilson A.C. — *Albumin evolution in frogs: a test of the evolutionary clock hypothesis*, *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 68: 3127—3129, 1971.
- [17] Zuckerkandl E. — w książce: Wasburn S. L. ed. *Classification and human evolution*, Aldine Press, Chicago, 243—272 (cytow. za Boyerem), 1963.

WSPÓŁWYSTĘPOWANIE KRAJOWYCH GATUNKÓW RYB W RZEKACH W ZALEŻNOŚCI OD ŚRODOWISKA

Dynamiczny rozwój fitosocjologii (= fitocenologii) i korzyści płynące z rozwoju tej gałęzi wiedzy dla rolnictwa i leśnictwa są dzisiaj powszechnie doceniane. Wprawdzie zoocenologia nie jest dyscypliną o wiele młodszą od fitosocjologii, ale utylitarny jej charakter jest bez porównania mniejszy, a wiele grup zoologicznych nie znalazło się dotąd w kręgu tej nauki.

Podział rzek na krainy rybne, będący pierwszą próbą cenologicznej interpretacji cieków, nie zawsze zadowalał praktyków, a podnoszące się głosy rzeczowej krytyki i nawoływania do rewizji tego systemu są obecnie coraz częstsze. Chcąc ratować koncepcję krain rybnych w jej najprostszej postaci (cztery, pięć krain rybnych dla całej Europy) sugerowano, że niekoniecznie w sklasyfikowanym cieku musimy spotkać gatunek przewodni. Według obrońców tej koncepcji wystarczy, jeśli gatunek ryby, od którego wzięto nazwę krainy, miałby szanse rozwoju, a nawet okresowego bytowania w sklasyfikowanym odcinku rzeki, gdyby się tam pojawił lub go wprowadzono. Zajęcie takiego stanowiska wynika już nie z realiów, a jedynie z przywiązania do starej, wyjątkowo prostej metody.

W wyniku poznania składu gatunkowego ichtiofauny znacznej liczby rzek europejskich wprowadzenie większej liczby jednostek cenologicznych jest nieuniknione, jeśli mają one być odbiciem faktycznego stanu ichtiofauny i uwzględniać nie tylko stosunki w rzekach czystych, a także w rozmaitym stopniu zanieczyszczanych i regulowanych. Ponadto podstawa takiej klasyfikacji nie może, jak dotąd, opierać się tylko na fizyko-chemicznych właściwościach cieków (klasyfikacja „po wodzie”), lecz powinna odzwierciedlać także realne stosunki panujące w badanej ichtiocenozie (klasyfikacja „po rybach”). Te nowe prądy dostrzec można już w niektórych pracach zwolenników koncepcji krain rybnych, którzy obok formy przewodniej dostrzegają, i to we właściwych proporcjach, gatunki towarzyszące i dodatkowe [14, 35]. Próby charakterystyki rzek „po rybach”, z wyodrębnieniem stref cieków na podstawie gatunków dominujących, można znaleźć w pracach Backiela [1, 2] i Penczaka [30, 31, 32, 33, 34].

W artykule tym zrezygnowano z analizy również bogatych informacji dotyczących fizyko-chemicznych elementów budowy rzek w poszczególnych krainach rybnych. Dane te w ujęciu różnych autorów również wymagałyby porównań i konfrontacji. Rozpatrując cenologiczną część koncepcji krain rybnych starano się zwrócić uwagę na te jej elementy, które stanowić mogą zrab dla klasyfikacji opartej na bardziej lub mniej trwałym współwystępowaniu gatunków ryb.

KRAINY RYBNE

Problem gatunków wskaźnikowych (przewodnych) reprezentujących wąską skalę życiową i towarzyszących im gatunków o większej tolerancji wobec czynników środowiskowych podjęto w ichtiologii stosunkowo wcześniej. Obserwacje o zmieniającym się rozszedleniu ryb na tle biegu rzek doprowadziły do utworzenia w zbliżonym czasie koncepcji krain rybnych w Czechosłowacji przez Friča [11], w Niemczech przez Bornego [7] i w Polsce oraz byłej Galicji przez Nowickiego [28, 29]. Ponadto Nowicki był autorem pierwszej w Europie mapy rozszedlenia ryb na badanym przez siebie terenie.

U podstawy podziału rzek na krainy rybne leży związek składu gatunkowego ryb z różnymi czynnikami środowiskowymi. Innymi słowy, jest to klasyfikacja rzek lub ich fragmentów „po wodzie”, gdyż z fizyko-chemicznego charakteru danego cieku starano się wyczytać, jakie ryby go zasiedlają lub mogą zasiedlać. Stąd podział na krainy rybne sugerował, co powinno znajdować się w rzekach, ale nie zapewniał, czy rzeczywiście istnieje wykalculowany obraz ichtiofauny.

W pierwszej fazie poznawania rozszedlenia ryb w rzekach ta koncepcja była słuszna co najmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, stwarzała jakieś szanse inwentaryzacji rzek przy nikłej wówczas liczbie specjalistów, po drugie, sprawdzała się i sprawdza nadal, często dodatnio, w przypadku biocenozy nie naruszonych przez cywilizację.

Wspomniani autorzy krain rybnych, a także kolejni zwolennicy tych podziałów kwestionowali niektóre krainy rybne, a już rzadko kiedy byli zgodni co do gatunków towarzyszących i dodatkowych, jeśli w ogóle ujmowali ten problem szerzej i nie ograniczali się do wymienienia samych gatunków przewodnich. Podobnie kształtowała się i kształtuje sytuacja przy ustalaniu reżimów cech fizyko-chemicznych odcinków rzek w wyodrębnianych regionach rybnych.

Frič [11] wyodrębnił krainy pstrąga, suma, lina i śliza. Borne [7] w Niemczech wyróżnił 4 regiony (= krainy): pstrąga, lipienia, brzany oraz region leszcza z podregionem karasia. Nowicki [28] przyjął także tylko 4 krainy: pstrąga, brzany, leszcza i karasia. Wody z karasiem podniósł on do wyższej rangi niż Borne, gdyż stwierdził stałe występowanie tego gatunku jako przewodniego w izolowanych wodach dolin rzecznych.

Krainy lina, suma i leszcza, a zwłaszcza dwie ostatnie, pokrywają się w znacznym stopniu w naszych ciekach; niektórzy autorzy krainę leszcza uważają za jednoznacznie pojętą dopiero od momentu pojawienia się suma. Krainy śliza [11] nie przyjęli zgodnie Borne [7] i Nowicki [28], gdyż gatunek ten występuje zarówno z pstrągiem, jak i z brzaną, a niekiedy nawet łącznie z leszczem. Krainę lipienia zakwestionował Nowicki [28, 29], ponieważ w badanych rzekach nie stwierdził formy przewodniej, mimo że budową hydrograficzną odpowiadały one reżimom ustalonym dla tej krainy.

W następnych latach nie wprowadzano już w zasadzie nowych krain rybnych, poza krainą wód słonawych — Brackwasserregion, zwaną przez niektórych badaczy krainą stynki. Usiłowano natomiast rozczłonkować wspomniane już krainy na dwie lub więcej podkrain, o czym wyczerpująco informuje zwolennik dodatkowych podziałów Smolian [39]; przegląd

innych proponowanych klasyfikacji rzek — opartych na przesłankach geograficznych czy nawet ekologicznych — można znaleźć w przeglądowym artykule Starmacha [41].

Koncepcję podziału rzek na krainy rybne wznowił i ugruntował swymi pracami belgijski uczony Huet [13, 14, 15, 16]. Stosując kryteria tzw. reguły spadku przyjął on krainy rybne Bornego [7]. Oprócz form przewodnich (pstrąg, lipień, brzana, leszcz), dla każdej krainy wydzielił gatunki towarzyszące i dodatkowe, łącząc je w grupy o charakterze ekologicznym i ustalając w ogólnych zarysach ich dominację w danej krainie.

Podział rzek wzdłuż ich biegu na krainy rybne: pstrąga, lipienia, brzany, leszcza i stynki przyjęło z pewnymi zastrzeżeniami lub bez zastrzeżeń wielu badaczy, z których wymienię chociażby kilku, jak: Staff [40], Starmach [41, 42], Schindler [38], Dyk [10], Timmermans [45, 46], Ribaut [35] i inni. Autorzy ci, uwzględniając warunki lokalne, różnią się nieco w poglądach co do typowania form towarzyszących, stąd wypływa potrzeba przeanalizowania poglądów niejednorodnych, a ponadto niektórzy badacze bardziej odcięli się od przedstawionego schematu, kwestionując celowość wyodrębniania któregoś z regionów [20, 22, 26, 49] bądź jak na przykład Illies [18], dali nowe nazwy oparte na wielu grupach zoologicznych i nie wywodzące się od ryb.

A) KRAINY PSTRĄGA

Kraina pstrąga potokowego, której autorem jest Frič (1872), zaaprobowana została przez większość badaczy. Różnice w poglądach, podyktowane warunkami lokalnymi, dotyczą głównie form towarzyszących, a w większym stopniu dodatkowych.

Za formy towarzyszące (= subdominanty) bez mała zgodnie uważa się jeden lub obydwa gatunki głowaczy (*Cottus poecilopus* Heckel, *Cottus gobio* L.), strzeblę potokową i śliza, a ponadto podpływające już obecnie tylko w niektórych ciekach łososia i troć; Ribaut [35] oraz Żarnecki i Kołder [49] uważają śliza za gatunek dodatkowy (= adominant), Huet [15] w ogóle nie wymienia go w tej krainie.

Z gatunków dodatkowych, co w większości odnosi się do dolnych odcinków tej krainy, wymienia się brzanę [6], którą Żarnecki i Kołder [49], Solewski [44], Wajdowicz [48] i Kołder [20] uważają za formę współdominującą z pstrągiem potokowym. Wymienia się tu także lipienia [6, 10, 15, 16, 44, 35], klenia [10, 20, 22, 35, 49], świnkę [20, 22, 49], szwęję [6], kielbka [10, 20, 22, 38, 49], jelca [20, 49], kózkę złotą [6], pstrąga tęczowego, minoga strumieniowego [38], ukleję [22, 38], okonia [20] i miętusa [10, 20, 22].

W naszych wodach za formy subdominujące obok gatunku przewodniego należy uznać: głowacza, strzeblę potokową, brzanę, a czasami śliza i lipienia; w przypadku uwzględnienia dominacji wagowej brzanka zajmuje pierwszą lub drugą pozycję w rybostanie.

W dolnych regionach krainy pstrąga potokowego lub położonych na niżu rzekach tej krainy, obok wspomnianych gatunków, jako formy towarzyszące mogą bytować: kleń, świnka, śliz, a w roli gatunków dodatkowych: brzana, jelec, kielb, bądź nawet eurytopowe gatunki z fitofilnej grupy rozrodczej, a z drapieżników szczupak, okoń i miętus.

B) KRAINA LIPENIA

Kraina lipienia, której autorem jest Borne [7], jest najtrudniejsza ze wszystkich do wyodrębnienia. Ustalenie dla niej składu zasiedlających ją gatunków, nawet subdominujących, możliwe jest często tylko dla jednego dorzecza lub nawet tylko jego fragmentów. Ponadto w wielu regionach Europy w ogóle brak lipienia bądź występuje on jako adominant w niektórych partiach krainy pstrąga, a także brzany [17].

Badacze, którzy zaakceptowali krainę lipienia, zgodni są tylko co do obecności w jej wodach klenia obok gatunku przewodniego [6, 10, 13, 14, 15, 16, 35, 38, 40, 42]. Z gatunków, które również można by uznać za charakterystyczne: szweja nie wymieniają Dyk [10] i Huet [15], jelca Dyk [10] i Banarescu [6], świnki Dyk [10] i Ribaut [35]. Już tylko część autorów wymienia dla tego regionu pstrąga potokowego [10, 15, 35, 38, 41], kiełbisa [6, 10, 35, 40, 41], szczupaka [10, 15, 38, 40, 41], okonia [10, 15, 40, 41] i brzankę [6, 40, 41]. Śliza, strzeblę potokową, głowacza białopłetwego wymienia dla tej krainy tylko Dyk [10] i Banarescu [6], płoć, wzdregę (?) i węgorza Huet [15], miętusa i bolenia [38], minoga sp. Staff [40], a ukleję Staff [40], Starmach [41] i Dyk [10].

Z terenów Polski nie wyodrębniają krainy lipienia, mimo odpowiednich fizyko chemicznych warunków w rzekach Żarnecki i Kołder [49], Balon i Holcik [5], Wajdowicz [47], Solewski [44], Kołder [20], a także Rolik [36]. Autorzy ci nie natrafili na lipienia w Wiśle Śląskiej, Brynicy, górnym Strwiążu oraz Czarnej Orawie na terenie Polski; Solewski [44] opracowując rybostan Białki Tatrzańskiej (dopływu Dunajca) stwierdził wysoką dominację wagową tego gatunku (3 pozycja) oraz stałość występowania równą 80%.

Oddzielnego skomentowania wymagają dane Banarescu [6], który w rzekach Rumunii wyodrębnił łączoną krainę lipienia-brzanki. Stanowisko, jakie zajął w tej sprawie Banarescu [6], wskazywałoby na trudności w wyłączeniu tej krainy na podstawie jednego tylko gatunku przewodniego. Wymieniona przez tego autora brzanka, jak wynika z danych Żarneckiego i Kołdera [49], Wajdowicza [47], Solewskiego [44] i Kołdera [20], lepiej charakteryzowałaby przejściowe fragmenty rzek między krainą pstrąga potokowego i brzany.

C) KRAINA BRZANY

Kraina brzany wyodrębniona po raz pierwszy przez Borne [7] ze względu na silne zróżnicowanie koryta rzek charakteryzuje się największym bogactwem gatunków towarzyszących, a zwłaszcza dodatkowych. Na odcinkach z szybszym przepływem wody, o podłożu dyluwialnym, ułożonym druzgotem kamiennym bądź żwirem, a także poniżej jazów i młynówek znajdują warunki do bytowania i rozrodu gatunki litofilne. W zatoczkach i licznych tu starorzeczach spotkać można bogactwo gatunków fitofilnych, w jamach podmywanych brzegów i korzeniach drzew — ryby szukające kryjówek, a na wyjątkowo licznych pływaczach i przykosach psammofile, bolenia oraz narybek innych gatunków ryb.

Kraina brzany, podobnie jak kraina pstrąga potokowego, ma wielu zwolenników i wyodrębniana jest także w najnowszych pracach. Zda-

nia co do składu gatunków towarzyszących i dodatkowych są tu jednak wyjątkowo rozbieżne. Brzanę jako formę przewodnią akceptują wszyscy cytowani badacze. Z gatunków towarzyszących klenia pominął Staff [40], świnkę Staff [40] i Dyk [10], ukleję Staff [40] i Huet [15], okonia Staff [40] i Banarescu [6], płoć Starmach [41], Banarescu [6] i Ribaut [35], szczupaka Staff [40], Starmach [41] i Ribaut [35], kielbia Staff [40], Schindler [38] i Huet [15].

Miętusa nie wymieniają dla krainy brzany tylko badacze z Europy zachodniej [15, 17, 38], a jelca Staff [40], Starmach [41], Dyk [10] i Banarescu [6].

Wymienione niżej gatunki ryb w krainie brzany pełnią wagowo rolę adominantów i wymieniane są dla tego regionu tylko przez nielicznych autorów.

Z gatunków litofilnych dla krainy brzany wymienia się ponadto minoga strumieniowego [49], sterleta [6], bolenia [22, 40, 41], szweję [17, 20], certę [6, 22, 40], brzanke [20, 38, 49], ryby łososiowate [10, 20, 22, 15, 17, 35, 49], głowacza białopłetwego [10] i strzeblę potokową [10, 20, 35, 49].

Z gatunków indyferentnych, oprócz wymienionych uprzednio, wy-szczególnia się dla tej krainy jazia [40, 49], jazgarza [10, 20, 22, 49] i krąpia [20].

Z gatunków fitofilnych listę uzupełniają: sandacz [10, 22, 38], leszcz [10, 15, 17, 20], karp i lin [15, 17, 20, 49], wzdrega [15, 38], słonecznica [20, 49], karaś [49] i koza [40]. Banarescu [6] nie wyklucza nawet możliwości występowania suma w tym regionie, gatunku określanego jako charakterystyczny dla krainy leszcza.

Wielu autorów z krainą brzany wiąże także węgorza [15, 17, 20, 38, 49], przypisując mu nawet dość wysoki stopień dominacji wagowej [15].

Listę psamofilów dla omawianej krainy uzupełnia śliz [10, 49], a z gatunków ostrakofilnych różanka [10].

W naszych wodach możliwość wyodrębniania krainy brzany w oparciu o gatunki charakterystyczne sukcesywnie maleje, gdyż większość rzek w średnim biegu jest już znacznie obciążona ściekami, których pastwą w pierwszej kolejności padają litofilne gatunki karpioiwate, nadające użyteczny sens tej klasyfikacji. Sądzę, że cieki tego regionu muszą być przede wszystkim poddane weryfikacji, jeśli podziały ekologiczne czy geograficzne mają nadal służyć praktyce.

D) KRAINA LESZCZA

Kraina leszcza, której autorem jest Borne [7], obok krainy brzany, jest regionem najbogatszym w gatunki, zwłaszcza z fitofilnej grupy rozrodzej. Według Kulmatyckiego [22], oprócz kilku gatunków charakterystycznych dla tej krainy, zasiedlają ją wszystkie gatunki krainy brzany, z wyłączeniem klenia.

Obok leszcza, który jest gatunkiem przewodnim, wymienia się tu przede wszystkim krąpia, sandacza i suma [10, 22, 38, 40], Huet [15] wymienia tylko krąpia.

Na listę gatunków charakterystycznych tylko dla krainy leszcza wpisałbym za Schindlerem [38] ponadto rozpióra (sińca), który u nas zasiedla wyłącznie cieki typu leszczowego.

Cytowani wyżej autorzy, z wyjątkiem Staffa [40], wymieniają także dla tej krainy szczupaka i okonia. Płóć wyszczególniają tylko Kulmatycki [22], Dyk [10] i Huet [15]. Jazia, ukleję, jazgarza, miętusa i kielbia Kulmatycki [22] i Dyk [10]. Gatunki wyliczane dla krainy leszcza to: karp, karaś, ciosa [38], lin [15, 38], boleń [22], certa [22, 38], wzdrega [15, 22], jelec [15, 22], słonecznica [22], różanka [10] i węgorz [15].

Wielu badaczy wskazuje na możliwość występowania w omawianym regionie gatunków prądolubnych z litofilnej grupy rozrodowej, jak brzana, świnka i klen; Kulmatycki wyłącza definitywnie z tej listy klenia, Dyk [10] świnkę. Można przypuszczać, że niewielkie populacje wymienionych gatunków w nietypowych strefach rzek regionu leszcza w dużym stopniu zasilane są przez osobniki spływające z wodami powodziowymi. Obecność świnki i klenia, poza pojedynczymi osobnikami, we fragmencie rzeki krainy leszcza świadczy o niepoprawnie dokonanej klasyfikacji.

Duże trudności przy rozgraniczaniu wód krainy leszcza od krainy brzany wskazują na niewielkie praktyczne wartości tego podziału. Spostrzeżenie Müllera [26], że rzeki szwedzkie, poza krainą pstrąga, nie wykazują zróżnicowania wzdłuż profilu podłużnego w zespołach zasiedlających je ryb, zmusza jednak do refleksji.

E) INNE KRAINY RYBNE

Kraina stynki (Brackwasserregion) o ogólnym charakterze biegu rzeki, podobnym jak w krainie leszcza, rozciąga się na te odcinki cieków gdzie woda słodka miesza się z wodą morską. Za formę przewodnią uważa się stynkę, a towarzyszące: jazgarza, stornię, łososia, troć, rzadkiego już jesiotra zachodniego, a z smoczkoustych minoga morskiego i minoga rzeczno. Jak wynika z pracy Nelleny [27], lista gatunków dla tej krainy również jest bogata i spotkać tu można z całą pewnością obok wymienionych form także: krąpia, szczupaka, leszcza, okonia, sandacza i ciernika.

Banarescu [6], dokonując klasyfikacji rzek rumuńskich na podstawie uznanych przez siebie gatunków przewodnich, wyodrębnił kilka dodatkowych krain rybnych. Biorąc pod uwagę przytoczone przez tego autora charakterystyki hydrograficzne rzek, które nie mieszczą się w prostym schemacie: pstrąg, lipień, brzana, leszcz, nie trudno zauważyć, że są to próby objęcia klasyfikacją wszystkich rzek rumuńskich. Ponadto analiza wyodrębnionych przez Banarescu [6] krain potwierdza wysuwane uprzednio zastrzeżenia, że krainy lipienia, brzany, a w jeszcze większym stopniu leszcza, są trudne do rozgraniczenia. Usytuowane mogą być one w rozmaitej kolejności i znaczna liczba fragmentów rzek czy nawet całych rzek, ze względu na brak form przewodnich, pozostaje poza klasyfikacją [7].

Proponowane przez Banarescu [6] nowe regiony to: 1) kraina świnki (w kolejności z: jalcem, kleniem, brzaną, certą, brzanką, kozą złotą, szczupakiem, miętusem, okoniem, płocią i ukleją, a w partiach górskich z: strzeblą potokową, ślizem i szweją), 2) kraina klenia (w kolejności z: brzanką, strzeblą potokową, ślizem, szweją, kielbkiem, ukleją, różanką, kozą, okoniem, szczupakiem i jazgarzem), 3) kraina okonia (w kolejności z: krapiem, płocią, ukleją, różanką, sumikiem, jazgarzem, kielbkiem,

karasiem i słonecznicą), 4) kraina karpia (w kolejności z: słonecznicą, ciernikiem, karasiem, wzdregą, piskorzem, linem, sumikiem, leszczem, karpem, płocią, jaziem, okoniem, sandaczem, jazgarzem, kozą, boleń, sumem, cęcią).

Wyodrębniona przez Nowickiego [29] oddzielna kraina karasia, obejmująca „starorzecza i odnogi rzeczne” charakteryzuje się obok karasia jeszcze dwoma formami przewodnimi: linem i piskorzem.

DYSKUSJA

Z przytoczonych danych widać wyraźnie, że wszelkie, w miarę precyzyjne, podziały powinny opierać się na gatunkach mających wąską skalę życiową i ograniczone zdolności przystosowawcze. Tylko takie gatunki możemy uznać za przewodnie (charakterystyczne) dla danego regionu, krainy czy strefy rzeki. Gatunki stenotopowe stanowią jednak znikomy procent naszej ichtiofauny, stąd wszelkie podziały, jeśli mają służyć praktyce, muszą opierać się raczej na kombinacjach gatunków dominujących. Aby upewnić się w tych założeniach, rozpatrzmy krytycznie skalę zdolności przystosowawczych gatunków ryb opatrzonych przedrostkiem „steno”.

Za najważniejszy czynnik decydujący o występowaniu gatunków ryb w wodach czystych uważa się ciepłotę wody i związane z nią jej natlenienie; gatunki stenotermiczne pojmujemy się równoznacznie z stenooxybiontami. Według zapotrzebowania ryb na tlen dzielą się one na cztery grupy [41]. Zatrzymamy się tu jedynie przy rybach pierwszych dwóch grup: 1) wykazujących bardzo duże zapotrzebowanie na tlen — pstrąg potokowy, głowacz, strzebla potokowa i śliz oraz 2) wykazujących duże zapotrzebowanie na tlen — pstrąg tęczowy, lipień, świnka, kleń, miętus, ukleja.

W pierwszej grupie za gatunki wybitne stenotopowe można uznać tylko dwa: głowacz białopłetwy i pstrąg potokowy [8]. Zasięg ich w naszych wodach jest mocno ograniczony, zwłaszcza pierwszego, stąd mogą one być wykorzystane tylko do klasyfikacji niewielkiej liczby cieków, i to tych, w stosunku do których podział Bornego jest najbardziej adekwatny. Głowacz białopłetwy i strzebla potokowa wykazują już większą tolerancję wobec reżimu tlenowego, a co się z tym wiąże, także i saprobowości wody. Obydwa gatunki mogą bytować okresowo w wodach β -mezosaprobowych. Wymieniany jako ostatni gatunek pierwszej grupy — śliz został już dawno określony jako eurytopowy (Żarneczki i Kołder [49] — Wisła śląska; Balon [3] — dorzecze Dunaju; Penczak [30, 31] — rzeki województwa łódzkiego); Breitig [8] również ocenia śliza jako gatunek o małym znaczeniu indykatorowym dla określenia saprobowości wody.

W drugiej grupie „dobrym” oligosaprobem jest tylko lipień [8], natomiast ostatnie dwa gatunki: miętus i ukleja są euryoxybiontami [3, 43]; ukleja bytuje przez cały rok, razem z płocią, w polysaprobowych partiach Pilicy i Warty [30, 31].

Wysuwając za Huetem [15] spadek za podstawę podziału rzek na krainy, który pozostaje również w korelacji z natlenieniem i temperaturą wody, trudno nam będzie jednoznacznie wybrać po kilka pewnych gatunków reofilnych i stagnofilnych. Poza gatunkami z rodzaju *Salmo* L.,

brzanka, świnka, głowaczem ewentualnie szweją czy jelcem, trudno jest wyliczyć następne taksony, które nie tolerują rzek bądź ich fragmentów z wodami stagnującymi. Również gatunki z listy stagnofilów spotkać można w rzekach o szybkim przepływie wody. Wpisana przez Starmacha [41] na listę gatunków wód stojących i wolno płynących płóc bywa dominantem liczbowym i wagowym w dolach po torfie [24], a także w strefach cieków krainy brzany [9,33,47,49], nizinnych potokach pstrągowych [19], potokach, w których odbywa tarło troć jeziorowa [37].

Krap, uważany za gatunek charakterystyczny i towarzyszący leszczowi, w rzekach województwa łódzkiego najliczniej zasiedla progi z kamieni przegradzające Wartę bądź Pilicę oraz grupuje się przy główkach ostróg [31].

Z podobną sytuacją spotykamy się, jeśli za podstawę do określenia stenotopowości weźmiemy budowę dna rzeki i, co się z tym wiąże, charakter rozwojowych przystosowań ryb (ekologiczne grupy rozrodcze — Kryżanowski [21], bądź będziemy się starali określić stopień tolerancji jakiegoś gatunku wobec zanieczyszczenia wody i obecności substancji toksycznych.

Wpływ budowy dna na rozwój ryb i struktury ich populacji jest powszechnie doceniany [1,2,12,23,30,34]; sporo jednak zakłóceń, jeśli tę cechę weźmiemy pod uwagę, wprowadzają gatunki z dość licznej u nas indyferentnej grupy rozrodczej [4].

Odporność ryb na działanie substancji toksycznych rozpuszczonych w wodzie jest również znaczna i dużą tolerancję wobec wysokich dawek zanieczyszczeń i niskiej zawartości tlenu wykazują nawet gatunki litofilne czy psammofilne [25]; na liście β -mezosaprobów u Breitiga [8] znalazły się obok klenia takie gatunki, jak: brzana, śliz, szweja. Ogólnie możemy jednak stwierdzić, że ryby odporne na działanie ścieków nie mają większego znaczenia gospodarczego [41].

Podniesiona we wstępie artykułu kwestia nowych podziałów cenologicznych, opartych głównie na kombinacjach gatunków dominujących, z uwzględnieniem także cieków, które znalazły się poza klasyfikacją Borne'a [7], jest tematem rozwijanych obecnie prac; uzyskiwane wyniki przedstawiane będą w oddzielnych publikacjach.

LITERATURA

- [1] Backiel T. — *On the fish populations in small streams*, Verh. Internat. Verein. Limnol., 15: 529—534, 1964a.
- [2] Backiel T. — *Populacje ryb w systemie rzeki Drwęcy*, Roczn. Nauk. Rol., 84-B-2: 193—214, 1964b.
- [3] Balon E. K. — *O výskyte reofilov Noemacheilus barbatulus (Linnaeus, 1758), Cobitis aurata balcanica infrasubspecies bulgarica Drensky, 1928, Lota lota lota (Linnaeus, 1758), a Cottus gobio Linnaeus, 1758 v ramene a v inudáčnych jazierkach Dunaja pri Medvedove*, Pr. Lab. Rybárstva, 1:55—62, 1962.
- [4] Balon E. K. — *Spis i ekologiczna charakterystyka słodkowodnych krąglostych i ryb Polski*, Pol. Arch. Hydrobiol., 12:233—251, 1964.
- [5] Balon E. K., Holčík J. — *Kilka nowych dla Polski form krąglostych i ryb z dorzecza Dunaju (Czarna Orawa)*, Fragm. Faun., 11:189—206, 1964.
- [6] Bănărescu P. — *Pisces — Osteichthyes (Pesti ganoizi si ososi)*; Fauna R.P.R., Bucuresti, 1—962, 1964.

- [7] Bonne M. — Wie kann man unsere Gewässer nach den in ihnen vorkommenden Arten klasifizieren. Circular des Deutschen Fischerei-vereines, IV, Die Fischzucht, 1—98, 1877.
- [8] Breitin G. — Indikatoren für die Verunreinigung der Gewässer mit abbaubaren organischen Stoffen-Saprobiensystem. Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung. Band II. Biologische, mikrobiologische und toxikologische Methoden, Veb. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1970.
- [9] Danilkiewicz Z. — Materiały do znajomości ichtiofauny rzeki Nurzec, ze szczególnym uwzględnieniem kozy złotawej — *Cobitis (Sabanejewia) aurata (Filippi, 1865)*, Ann Univ. Marie Curie-Skłodowska, Sec. C, 25:313—319, 1970.
- [10] Dyk V. — Naše ryby, Česk. Akad. Zamédělských Véd, Praha, vyd. IV, 1956.
- [11] Frič A. — Die Wirbeltiere Böhmens, Prag. Archiv f. naturwis. Landesdurchforschung vom Böhmen, 2:1—152, 1872.
- [12] Holčík J. — The Development and Forming of the Fishfauna in the Orava Water Valley Reservoir. Ichthyological Investigation of the Carpathian Mountains. 4. The Fishes of the River Hornád (East Slovakia) with Regard to the Valley Water Reservoir Building, Biol. Práce, 12,1:1—119, 1966.
- [13] Huet M. — Note préliminaire sur les relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes, Règle des pentes, 13^e Biologisch Jaarboek, Dodonaea, Bruxelles, 232—243, 1946.
- [14] Huet M. — Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes, Rev. Suisse Hydrologie, 11:332—351, 1949.
- [15] Huet M. — Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes, Bull. Franc. Pisciculture, 175:41—53, 1954.
- [16] Huet M. — Influence du courant sur la distribution des poisons dans les eaux courantes, Rev. Suisse Hydrobiologie, 24:411—432, 1962.
- [17] Huet M., Timmermans J. A. — La Population piscicole de la Semois inférieure, grosse rivière belge du type supérieur de la Zone à Barbeau, Trav. Stat. Rech. Eaux et Forêts, Sér. D, 36:1—31, 1963.
- [18] Illies J. — Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fliessgewässer, Internat. Rev. ges. Hydrobiol., 46: 205—213, 1961.
- [19] Iwaszkiewicz M. — Przebieg naturalnej regeneracji ichtiofauny w odcinku strumienia wyrzybionego eksperymentalnie prądem elektrycznym. Pr. Kom. Nauk roln. i leśn. Pozn. TPN, 18:1—41, 1964.
- [20] Kołder W. — Des Fischbestand der oberen Wisla und seine Veränderungen nach der Erbauung des Staubeckens Goczalkowice, Verh. Internat. Verein. Limnol., 16:1228—1236, 1966.
- [21] Kryžanovskij S. G. — Ekologo-morfologičeskie zakonomiernosti razvitiya karpovych, vjunovych ryb (Cyprinoidei i Siluroidei), Trudy Inst. Morf. Živ., 1:5—332, 1949.
- [22] Kulmatycki Wł. — Hydrografia i rybostan rzek województwa łódzkiego, Czas. przyr. ilustr., 10:123—150, 1936.
- [23] Larsen K. — Fisch population analyses in some small Danish trout streams by means of D. C. electrofishing. With special reference to the populations of trout (*Salmo trutta* L.), Medd. Danm. Fiskeri- og Havunders., Ny Ser., 1, 10: 1—70, 1955.
- [24] Larsen K. — The Fish Population of a Peat Pit as Determined by Rotenone Poisoning, Medd. Danm. Fiskeri- og Havunders., Ny Ser., 3, 5:117—132, 1961.
- [25] Libosvářský J., Zelinka M. — The regeneration of the fish population in the Svratka river through water purification, Ekol. pol., 12, 23:389—394, 1964.

- [26] Müller K. — *Produktionsbiologische Untersuchungen in nordschwedischen Fließgewässern. Teil: 2. Untersuchungen über Verbreitung, Bestandsdichte, Wachstum und Ernährung der Fische der nordschwedischen Waldregion*, Inst. Fresh-Water Res., Rep. 35:149—183, 1953.
- [27] Nellen W. — *Beiträge zur Brackwasserökologie der Fische im Ostseeraum*, Kieler Meeresforschungen, 21,2:192—198, 1965.
- [28] Nowicki M. — *Krainy rybne Wisły*, Gazeta rolnicza, nr 23, 24, 1882. Ref. forma nr 123, 126, 1882.
- [29] Nowicki M. — *O rybach dorzeczy Wisły, Styru, Dniestru i Prutu w Galicyi*, Kraków, Wyd. „Czasu” Fr. Kluczyckiego i Sp. 1889.
- [30] Penczak T. — *Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część II. Ekologia*, Acta Hydrobiol., 11,3:313—338, 1969a.
- [31] Penczak T. — *Ichtiofauna rzek Wyżyny Łódzkiej i terenów przyległych. Część III. Przegląd i charakterystyka gatunków*, Acta Hydrobiol., 11,3:339—360, 1969b.
- [32] Penczak T. — *Ichtiofauna dorzecza Nidy*, Gosp. rybna, 23,5; 3—5, 1971.
- [33] Penczak T. — *Structure of fish groupings in the rivers and streams of the River Nida drainage basin*, Ekol. pol., 20, 26: 327—344, 1972a.
- [34] Penczak T. — *Wpływ ścieków Częstochowy i Radomska na strukturę zgrupowań ryb w Warcie*, Ochr. Przyr. 37: 345—360, 1972b.
- [35] Ribaut J. P. — *Les poissons du canton de Vaud (Suisse). I. Poissons des cours d'eau*, Mem. Soc. vaud. Sci. nat., 14:69—128, 1966.
- [36] Rolik H. — *Materiały do ichtiofauny Strwiąża (dopływ Dniestru) ze szczególnym uwzględnieniem Gobio gobio (L.) i Cobitis (Sabanejewia) aurata (Fil.)*, Fragm. Faun., 14,5:133—152, 1967.
- [37] Sakowicz S. — *Ichtiofauna potoku Trzebiocha*, Roczn. Nauk rol., 93-D:365—386, 1961.
- [38] Schindler O. — *Unsere Süßwasser Fische*, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1953.
- [39] Smolian K. — *Merkbuch der Binnenfischerei*, Berlin, 1920.
- [40] Staff Fr. — *Ryby słodkowodne Polski i krajów ościennych*, Warszawa, Trzaska, Evert i Michalski, 1950.
- [41] Starmach K. — *Życie ryb słodkowodnych*, PWRiL, Warszawa, 1951.
- [42] Starmach K. — *Rybacka i biologiczna charakterystyka rzek*, Polskie Arch. Hydrobiol., 3:307—332, 1956.
- [43] Steć J. — *Ichtiofauna zbiorników wodnych okolic Rejowca*, Ann. UMCS, Sec. C, 21,10:131—141, 1966.
- [44] Solewski Wł. — *Rybostan potoku Białka Tatrzańska ze szczególnym uwzględnieniem charakterystyki pstrąga potokowego (Salmo trutta morpha fario L.)*, Acta Hydrobiol., 7:197—224, 1965.
- [45] Timmermans J. A. — *La population piscicole de l'Eau Blanche*, Trav. Stat. Rech. Eaux et Forêts, Sér. D, 30:1—16, 1961.
- [46] Timmermans J. A. — *Estimation des dommages piscicoles causes par les pollutions*, Trav. Stat. Rech. Eaux et Forêts, Sér. D, 34:1—36, 1962.
- [47] Wajdowicz Z. — *Rozwój ichtiofauny zbiorników zaporowych o małych wahanach stanu wody*, Acta Hydrobiol., 6:61—79, 1964.
- [48] Wajdowicz Z. — *Zmiany ichtiofauny w rejonie zbiornika w Myczkowcach*, Acta Hydrobiol., 8:411—424, 1966.
- [49] Żarnecki S., Kołder W., — *Ichtiofauna Wisły śląskiej*, Biul. Zakł. Biol. Stawów PAN, 3:19—45, 1956.

ODŻYWIANIE SIĘ ORZĘSKÓW JAKO FUNKCJA BŁON

Pobieranie przez komórki substancji pokarmowych ze środowiska odbywa się w wyniku przepuszczalności błony zewnętrznej (plazmatycznej) lub w drodze endocytozy. Termin ten, wprowadzony przez De Duve (1963), obejmuje zjawiska opisywane uprzednio jako: fagocytoza, atrocytoza, pinocytoza, potocytoza. Nadanie wspólnej nazwy — „endocytoza” wydaje się w pełni usprawiedliwione, gdyż w każdym wypadku mamy do czynienia z jednym i tym samym mechanizmem. W wyniku wpuklenia się błony komórkowej zostaje utworzona wodniczka, w której bądź jako roztwór, bądź zawiesina dostają się do wnętrza komórki substancje występujące w środowisku.

Novikoff [54] nazwał lizosomem organellum komórkowe ograniczone pojedynczą błoną i zawierające kwaśną fosfatazę. Pojęcie to zostało utworzone dla charakterystyki wodniczek występujących w komórkach tkankowców, ale wkrótce znalazło ogólne zastosowanie. Wodniczki pokarmowe pierwotniaków przez większość czasu swego istnienia odpowiadają w pełni definicji lizosomu, jaką podał Novikoff [54]. Unifikacja zjawisk komórkowych ma i w tym wypadku znacznie szerszy zakres.

Procesy związane z tworzeniem i dalszymi losami wodniczek pokarmowych u pierwotniaków i w komórkach tkankowców zachodzą według jednego wzorca, w którym można wyróżnić trzy zasadnicze fazy: 1) pobieranie substancji z zewnątrz, związane z utworzeniem wodniczki, 2) trawienie i przyswajanie produktów rozkładu enzymatycznego oraz 3) defekacja, bądź magazynowanie materiału pozostałego w wodniczce.

U wolno żyjących, heterotroficznych pierwotniaków, szczególnie orzęsków, pobieranie pokarmu ogranicza się wyłącznie do endocytozy. Z tych powodów, jak i ze względu na brak niekorzystnych zmian spowodowanych wyizolowaniem komórki z jej naturalnego środowiska pierwotniaki są wyjątkowo przydatnym materiałem w badaniach nad endocytozą.

TWORZENIE SIĘ WODNICZEK POKARMOWYCH

Szczególnie dużo informacji na temat procesu endocytozy dostarczyły badania prowadzone na orzęskach z rodzaju *Tetrahymena* i *Paramecium*. U tych pierwotniaków pobieranie substancji ze środowiska zachodzi przy pomocy wyspecjalizowanego organellum — cytostomu leżącego w przypadku *Paramecium* na dnie zakłęcia powierzchni ciała — peristomu. Na podstawie prac wielu autorów budowę aparatu gębowego u *Paramecium* opisał Wichterman [75]. Nowsze badania przy użyciu mikroskopu elektronowego [64] potwierdziły obserwacje z mikroskopu świetlnego

i pozwoliły na dokładniejsze poznanie ultrastruktury tego obszaru. Budowę aparatu gębowego *Tetrahymena* zbadali Furgason [22] i Corliss [9] przy użyciu mikroskopu świetlnego oraz Miller i Stone [43] i Elliot i Clemmons [19] (mikroskopia elektronowa). Z prac tych łącznie z obserwacjami przyżyciowymi wynika, że istotną rolę w pobieraniu zawieszin ze środowiska zewnętrznego odgrywa urzęsienie gębowe. Ruch rzęsek powoduje przedostawanie się cząstek i płynu ze środowiska do cytostomu, a następnie do dalszych odcinków aparatu gębowego.

Na podstawie badań przeprowadzonych przede wszystkim przez Dembowskiego [14,15,16] okazało się, że *Paramecium caudatum* pobiera szereg substancji pokarmowych i niepokarmowych, ale jednocześnie ma niejednokowy stosunek do różnych zawieszin.

Według interpretacji Dembowskiego w procesie pobierania i odrzucania cząstek z zawiesiny paramecia kierują się przede wszystkim bodźcami natury chemicznej, podczas gdy własności fizyczne, jak wielkość, kształt, masa itp., odgrywają rolę podrzędną. Zagadnienie to jest aktualnie w centrum dyskusji i sprowadza się do kwestii mechanizmów indukujących wytwarzania wodniczek.

Müller i współl. [46, 48] sugerowali, że dla *Paramecium* mechaniczne działanie strumienia wody niosącego dużą liczbę cząsteczek odpowiedniego rozmiaru jest wystarczające, aby wywołać tworzenie wodniczki przez błonę cytostomu. Hipoteza ta jest zgodna z równolegle przeprowadzonymi badaniami Rosenbauma i Wittnera [62] oraz Brutkowskiej [4]. Wymienieni autorzy stwierdzili, że dodanie substancji niepokarmowych może spowodować wytwarzanie się wodniczek w tym środowisku, w którym przedtem zjawisko to nie występowało. Nie ulega jednak wątpliwości, że do powstania pinocytozy u ameb, a także w komórkach ssaków konieczna jest obecność określonego związku w środowisku. Indukcja polega na adsorpcji czynnika na zewnętrznej, mukopolisacharydowej warstwie błony, co powoduje jej inwaginację i w rezultacie utworzenie wodniczki.

Dla ameb właściwości indukujące wykazuje szereg soli, aminokwasów, białek i barwników. Seaman [66], Seaman i Mancilla [68] wykazali, że u *Tetrahymena* powstawanie wodniczek pokarmowych jest również procesem indukowanym chemicznie.

Ricketts [58,59] prowadząc badania nad *Tetrahymena pyriformis* stwierdził, że tworzenie wodniczek u głodzonych osobników może być indukowane przez roztwory potencjalnie trawionych substancji. Wyróżnił przy tym szereg związków o różnych właściwościach indukujących i stwierdził, że odpowiedź komórki na ich obecność nie jest zjawiskiem typu wszystko albo nic, lecz zmienia się zależnie od stężenia substancji indukującej. U orzęsków nie rozwiazane pozostaje jednak zagadnienie miejsca działania czynnika stymulującego. Oczywiście jest, iż musi się ono znajdować na powierzchni komórki, a nie w wodniczce, ponieważ działa, zanim ta ostatnia zostanie utworzona. Ricketts [59] sugerował, że miejscem tym u *Tetrahymena* jest obszar części oralnej, być może związany z nieurzęsionymi kinetosomami, natomiast Seaman [67] przypuszczał, że substancja zaadsorbowana zostaje u podstawy aparatu gębowego.

Innym ważnym zagadnieniem związanym z pobieraniem pokarmu jest sam sposób tworzenia się wodniczki i odrywanie się jej od dna

cytostomu. Na podstawie obserwacji przeżyciowych *Paramecium* [75], a także *Tetrahymena* [45] autorzy wyrażali zgodne opinie, że wodniczki tworzą się poprzez rozciąganie błony stanowiącej dno aparatu gębowego. Schneider [65] przypuszczał, że następuje to w drodze wbudowywania się w ściany rosnącej wodniczki istniejących w cytoplazmie makromolekuł. Możliwy jest też inny mechanizm, polegający na wzbudowywaniu się już wytworzonych całych fragmentów błony znajdujących się w cytoplazmie w postaci pęcherzyków. To przypuszczenie potwierdzają zdjęcia z mikroskopu elektronowego uwidoczniające istnienie pęcherzyków otoczonych pojedynczą błoną (a więc taką samą jak błona wodniczek) — w okolicy cytofaryngsu u *Tetrahymena patula* [43] oraz u *Tetrahymena pyriformis* [19]. Autorzy ci nie wykluczają jednak możliwości, że jest to po prostu materiał pobierany ze środowiska zewnętrznego. Tego samego typu pęcherzyki obserwował również Jurand [30] u *Paramecium aurelia*, obecność ich jednak wyjaśniał istnieniem zjawiska pinocytozy na dnie cytostomu.

Po powiększeniu swej objętości wodniczka odrywa się. Dokładne obserwacje przyżyciowe tego procesu są bardzo trudne ze względu na jego szybkość, jak również niewielkie wymiary obserwowanych struktur. Istnieją jedynie przypuszczenia co do przyczyn powodujących odrywanie się wodniczki.

Według opinii Lunda [41] i Masta [42] odpowiedzialne są tu przede wszystkim włókna postezofagalne. Współczesne obserwacje nad ultrastrukturą tych włókien u *Paramecium* [64] oraz badania Elliota i Clemmonsa [19] nad *Tetrahymeną* potwierdziły te przypuszczenia.

ZJAWISKO CYKLOZY I JEGO FUNKCJA

Po oderwaniu się od dna cytostomu wodniczki pokarmowe przebywają przez jakiś czas wewnątrz ciała pierwotniaka, odbywając drogę prowadzącą do miejsca ich wyrzucenia. Zachowanie się wodniczek najdokładniej zostało poznane u *Paramecium*. Według klasycznych obserwacji Nirensteina [53] wodniczki poruszają się wraz ze strumieniem cytoplazmy po określonej drodze, zataczając tzw. duży i mały obieg. Do innych wniosków prowadziły jednak badania Lubockiej i Dembowskiego [40], którzy obserwowali bardzo różne i nieregularne drogi przemieszczania się wodniczek pokarmowych u *Paramecium* i nigdy nie widzieli obiegów opisywanych przez Nirensteina. Według nich drogi zależne są częściowo od zawartości wodniczek, częściowo od stopnia nasycenia pokarmowego pierwotniaka. Badania Koenumy [34] również nie wykazały stałego obszaru, po którym porusza się cytoplazma. Ruch cyklotyczny obejmuje obszar całej endoplazmy. Rejestracja fotograficzna i filmowa ruchu kryształów i wodniczek *Paramecium aurelia* immobilizowanych surowicą odpornościową [35, 36, 38] dała zupełnie inne wyniki. Okazało się, że strumień cytoplazmy ma określoną drogę (rys. 1) a wodniczki pokarmowe są biernie przezeń unoszone.

Nieregularność dróg wodniczek obserwowanych przez Lubocką i Dembowskiego [40] można wytłumaczyć mechanicznym zatrzymywa-



Rys. 1. Schemat cyklozy u *Paramecium* (wg Kuźnickiego i Sikory). Na czarno zaznaczono strefę poruszającej się cytoplazmy. Strzałka wskazuje kierunek ruchu cytoplazmy

niem się większych wodniczek w miejscu, gdzie trakt, po którym przepływa cytoplazma, jest węższy. Nieznany wciąż jednak pozostaje mechanizm cyklozy, aczkolwiek sugestia Jahna i Bovee [29], że warunkuje ją układ anktynomiozynowy, znalazła ostatnio potwierdzenie [37].

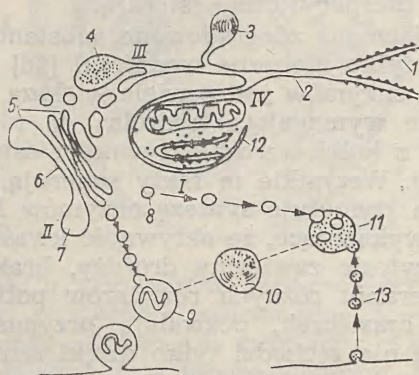
Koenuma [34], Jahn i Bovee [29] za główną przyczynę mechanochemiczną ruchu cytoplazmy uważają aktywny poślizg na granicy żel-zol. Swoje przypuszczenia opierają na obserwacjach rozkładu szybkości strumienia cytoplazmy w ciele *Paramecium*. Koenuma [34] u *P. caudatum* a Jahn i Bovee [29] u *P. multimicronucleatum* wykryli, że ruch cytoplazmy jest najszybszy na granicy żelu i endoplazmatycznego zolu i maleje stopniowo wraz ze wzrostem odległości od warstwy ektoplazmatycznego żelu.

Badania Kuźnickiego i Sikory [35] oraz Kuźnickiego, Sikory i Fabczaka [38] nie potwierdziły tych wyników. U *P. aurelia* szybkość strumienia w różnych częściach komórki zależy od przekroju drogi strumienia cytoplazmy. Najwolniejszy jest przepływ, gdzie strumień cytoplazmy jest najszybszy, najszybszy w najwęższej części drogi. Brak zatem relacji między maksimum szybkości a odległością od żelu ektoplazmatycznego. Kuźnicki i Sikora [36] wysunęli hipotezę o istnieniu odwrotnej zależności pomiędzy szybkością cyklozy a aktywnością lokomotoryczną pierwotniaka.

Żaden z autorów nie zdołał zaobserwować cyklozy u osobników pływających, natomiast była ona dobrze widoczna u pierwotniaków unieruchomionych przy pomocy różnych metod (Bills [37]; Hosoi [28]; Koenuma [33,34] — alkohol izopropylowy; Yamashita [73] — metyloceluloza lub siarczan niklu; Yamada [72] — metyloceluloza; Kuźnicki i Sikora [35] — surowica odpornościowa) względnie u osobników niepływających [42]. Gdy orzęski znajdujące się w zawiesinie bakterii przestają pływać i wykazują intensywną endocytozę, szybkość strumienia cytoplazmy zwiększa się. Kiedy natomiast intensywnie pływają w poszukiwaniu pokarmu — szybkość cyklozy spada. Niezależnie od tego czy hipoteza ta znajduje potwierdzenie, wydaje się nie ulegać wątpliwości, że zadaniem cyklozy jest transport i dystrybucja materiałów pokarmowych wewnątrz komórki.

TRAWIENIE W WODNICZKACH I PROCESY TOWARZYSZĄCE

Podczas przebywania wewnątrz ciała pierwotniaka wodniczki przechodzą szereg charakterystycznych zmian związanych z procesem trawienia. Proces ten u pierwotniaków, jak i we wszystkich komórkach, wymaga syntezy hydrolaz i następnie dostarczenia ich do miejsca działania. De Duve [10] i jego współpracownicy pierwsi opisali w komórkach ssaków grupę pęcherzyków zawierających kwaśne hydrolazy i zdefiniowali jako lizosomy. De Duve [11] dzieli lizosomy na dwie zasadnicze grupy: lizosomy pierwotne (primary lisosomes), czyli pęcherzyki zawierające enzymy hydrolityczne, nie biorące jeszcze udziału w procesie trawienia, i lizosomy wtórne (secondary lisosomes). Lizosomy wtórne to wodniczki różnych typów: 1) pokarmowe, często też nazywane fagosomami, 2) autofagiczne, czyli cytolizosomy i 3) resztkowe (residual vacuoles). Wszystkie te struktury zawierają zarówno kwaśne hydrolazy, jak i materiał, który jest trawiony. Novikoff i współ. [55] sugerują, iż w komórkach ssaków enzymy hydrolityczne syntetyzowane w rybosomach przedostają się do szorstkiego retikulum endoplazmatycznego, następnie przechodzą przez gładkie retikulum endoplazmatyczne i aparat Golgiego do pęcherzyków lub wodniczek Golgiego i stąd są transportowane do wodniczek pokarmowych lub autofagicznych (rys. 2). U pierwotniaków nie udowodniono takiej kolejności wydarzeń, choć z wielu badań wynika, że istnieją tam podobne procesy.



Rys. 2. Drogi enzymów syntetyzowanych w rybosomach (wg Novikoffa)

I — prowadząca od rybosomów poprzez szorstkie retikulum endoplazmatyczne (1), gładkie retikulum endoplazmatyczne (2), woreczki (6) i pęcherzyki Golgiego (8), do wodniczki pokarmowej (9) lub ciał wielopęcherzykowych (11), powstałych z wodniczek pinocytotycznych (13), II — do wodniczek Golgiego (7), III — bezpośrednio do tzw. ciał gęstych (4), IV — bezpośrednio do wodniczki autofagicznej (12)

U pierwotniaków kwaśną fosfatazę znalazło wielu badaczy: Weisz [74] — u *Stentor coeruleus*; Seaman [66], Allen i współ., [1], Klammer i Fennel [32] — u *Tetrahymena*; Müller i współ., [47] — u *Paramecium*; Golgfischer i współ., [24] — u *Campanella umbellaria*. Müller i jego współpracownicy [46, 47, 48, 50] skoncentrowali swoje badania na *Tetrahymena* i *Paramecium* ustalając lokalizację kwaśnej fosfatazy. Stosując

mikroskopię elektronową Elliot i Bak [17] zidentyfikowali najpierw wodniczki o średnicy 0,5 — 1 μ u *Tetrahymena pyriformis* jako lizosomy (bez udowodnienia tego metodami cytochemicznymi), następnie [18] znaleźli w tych wodniczkach kwaśną fosfatazę i zdefiniowali je wobec tego jako lizosomy pierwotne. Wydaje się, że do tej samej kategorii składników można zaliczyć struktury opisywane dawniej u *Paramecium* jako granule barwiące się czerwienią obojętną [31, 42, 75]. Między innymi Rosenbaum i Wittner [62] wykazali, że aktywność kwaśnej fosfatazy oraz ziarnistości barwiące się czerwienią obojętną mają to samo położenie. Granule te w komórkach karmionych tuszem lub głodzonych znajdują się na peryferiach ciała, a u pierwotniaków karmionych bakteriami — koło wodniczek pokarmowych. Podobne zjawiska stwierdziła Chapman-Andresen [8] u ameb. Lizosomom odpowiadają też barwiące się czerwienią obojętną granule w fibroblastach [56].

Przy zastosowaniu techniki elektroforetycznej Allen i współ. [1] wyizolowali u *Tetrahymena pyriformis* sześć kwaśnych fosfataz. Orzęski hodowane z bakteriami lub na pożywce peptonowej zawierały więcej rodzajów kwaśnej fosfatazy niż hodowane w chemicznie zdefiniowanym środowisku. Wyniki te zostały potwierdzone przez Klammera i Fennhala [32] oraz Elliota i Clemmons'a [19].

Różnorodność hydrolaz stwierdzono również u *Paramecium*. W wodniczkach pokarmowych *P. multimicronucleatum* Müller [44] wykrył obecność kwaśnej dezoksyrybonukleazy, niespecyficznego esterazy karboksylowej oraz lipazy, w granulach zaś (uznanych za pierwotne lizosomy) kwaśną fosfatazę i niespecyficzną esterazę.

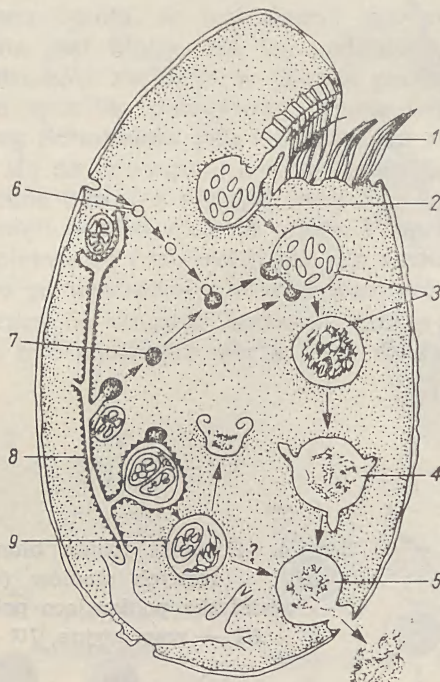
Komórki pobierające już zdegradowane substancje (aminokwasy witaminy itd.) tworzą tylko nieliczne wodniczki [66] i wymagają nielicznych hydrolaz. Ilość enzymów jest o wiele większa w komórkach, które pobierają pożywienie wymagające hydrolaz do rozłożenia [1]. Müller i współ. [50] opisali z kolei wzrost aktywności esterazy u karmionych *Tetrahymena corlissi*. Wszystkie te fakty sugerują, że pobieranie wodniczek pokarmowych stymuluje syntezę enzymów hydrolitycznych. Badania Rickettsa [58] wykazujące, że aktywność kwaśnej fosfatazy wyraźnie rośnie po endocytozie zawiesiny drożdży, brak natomiast wzrostu aktywności po pobieraniu różnych rozmiarów polietylenowych i poliwinylotoluenowych cząsteczek, pozwalają przypuszczać, iż trawienie wewnątrzkomórkowe nie zachodzi tylko dzięki samej endocytozie, lecz ma tu również znaczenie wartość odżywcza pobieranego materiału. Odmienne wyniki otrzymał Lagunoff [39]. Poziom aktywności enzymów trawiennych u ameby *Chaos chaos* pozostaje zawsze na tym samym poziomie. W amebie istnieje więc stała pula lizosomalnych kwaśnych hydrolaz, na którą nie ma wpływu aktywność pobierania lub wydalania.

Bezpośrednio po utworzeniu się wodniczka pokarmowa nie zawiera enzymów oprócz tych, które mogą być w pobranym materiale [19, 46]. Enzymy przedostają się do wodniczki dopiero po pewnym czasie od wnikięcia jej do cytoplazmy. Proces ten zachodzi w drodze zlewania się lizosomów pierwotnych z wodniczkami, co udowodnili w komórkach ssaków Rose [61], Straus [70], Gordon i współ [25] i Ericsson [20].

Informacje dotyczące penetracji enzymów do wodniczek u pierwotniaków oparte są na analizie zdjęć z mikroskopu elektronowego. Zdjęcia Schneidera [65] wyraźnie sugerują zlewanie się lizosomów pierwotnych z wodniczkami pokarmowymi u *Paramecium caudatum*. U *Tetra-*

hymena proces łączenia zachodzi z wodniczkami zarówno pokarmowymi, jak i pinocytotycznymi [19].

Droga enzymów hydrolitycznych od momentu ich powstania do miejsca działania nie jest jednakowa u różnych gatunków orzęsków. U *T.pyriformis* [18, 19] kwaśna fosfataza występuje w świetle szorstkiego retikulum endoplazmatycznego (co sugeruje, że enzymy powstają właśnie na jego terenie) i dopiero po utworzeniu lizosomu zlewa się z wodniczką pokarmową, autofagiczną lub pinocytotyczną (rys. 3). Jest bardzo

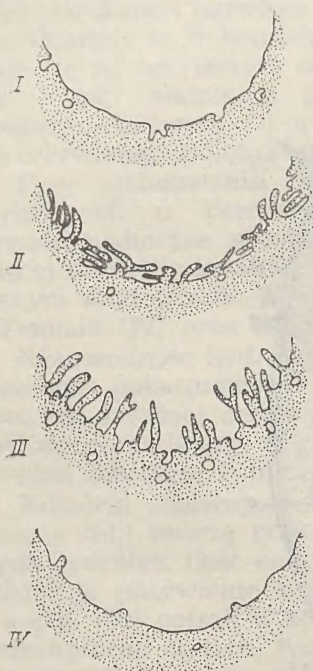


Rys. 3. Drogi trawienia u *Tetrahymena pyriformis* (wg Elliota i Clemmonsa)
 1 — urzęsienie gębowe, 2 — włókna postezofagalne, 3 — wodniczki pokarmowe,
 4 — substancje pokarmowe oddawane do cytoplazmy, 5 — wodniczka resztkowa,
 6 — wodniczka pinocytotyczna, 7 — lizosom pierwotny, 8 — szorstkie retikulum
 endoplazmatyczne, 9 — wodniczka autofagiczna

prawdopodobne, że te ostatnie mogą się też łączyć z wodniczkami pokarmowymi, jak u ameb [5,8]. W przypadku *Campanella umbelaria* enzymy dostają się bezpośrednio do wodniczki pinocytotycznej bez utworzenia lizosomów pierwotnych [24].

Wodniczka pokarmowa pierwotniaka ulega zmianom morfologicznym również i w czasie wędrówki wewnątrz komórki [42]. Schneider [65] wyróżnił trzy następujące fazy, przez które przechodzą wodniczki pokarmowe *Paramecium*: 1) wodniczka pobierająca pokarm (Ingestionvakuole) — mająca gładką błonę — w tym stadium nie następuje jeszcze trawienie; 2) wodniczka trawienna (Digestionvakuole) — jej błona jest pofałdowana, do wnętrza dostają się enzymy i następuje trawienie; 3) wodniczka defekacyjna (Egestionvakuole) — zawierająca niestraw-

wione pozostałości pobranego materiału gotowe do wyrzucenia. Na podstawie obserwacji *Metafolliculina andrewsi* Uhlig i współ. [71] wyróżnili dodatkowe stadium pośrednie pomiędzy wodniczką trawienną i wodniczką wydalniczą, nazywane przez nich wodniczką resorpcyjną (Resorptionvakuole). Charakteryzuje się ona bardzo silnie pofałdowaną błoną. Podobne pofałdowanie wykazują również błony niektórych wodniczek na zdjęciach uzyskanych przez Schneidera [65] (rys. 4).



Rys. 4. Schemat zmian błony wodniczek podczas różnych stadiów (wg Uhliga)

I — wodniczka pobierająca pokarm, II — trawienna, III — resorpcyjna, IV — defekacyjna

Po strawieniu zawartość wodniczek w postaci zdegradowanych związków dostaje się do cytoplazmy. Może się to odbywać dzięki zmianom właściwości błony wodniczek, prowadzącym do zwiększania jej przepuszczalności lub też dzięki zwiększeniu powierzchni, co zachodzi poprzez odrywanie się małych wodniczek drogą mikropinocytozy, która została opisana przez Müllera i Rohlicha [45], Elliota i Clemmons [19] — u *Tetrahymena*, Schneidera [65] — u *Paramecium*, Rotha [63], Hausmana i Stockema [27] — u ameb. Najbardziej prawdopodobne wydaje się to, że oba mechanizmy — zmiana właściwości błony i zwiększenie powierzchni odgrywają istotną rolę w przechodzeniu związków z wodniczki do cytoplazmy.

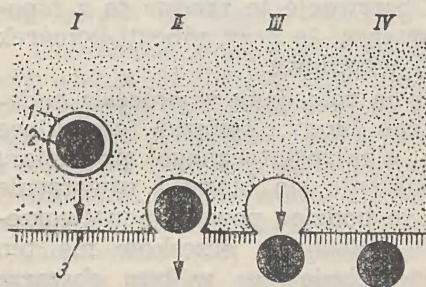
PROCES DEFEKACJI

Defekacja jest najmniej poznanym etapem cyklu pokarmowego pierwotniaków. Proces ten u orzęsków zachodzi zawsze w tym samym, ściśle określonym miejscu komórki, zwanym cytopyge, cytoprokt lub anus. Schneiderowi [65] udało się uzyskać przy pomocy mikroskopu

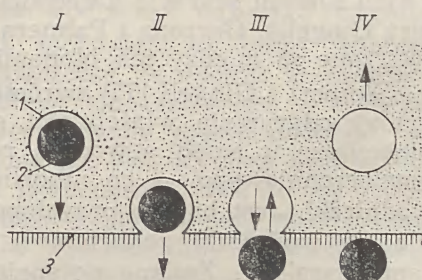
elektronowego zdjęcie tego obszaru. Uzyskany obraz wskazuje, że u *Paramecium caudatum* teren cytopyge różni się od pozostałych części pelikuli tym, że zbudowany jest tylko z pojedynczej błony.

Dotychczas nie wykonano bezpośrednich obserwacji dotyczących samego procesu defekacji. Jedyne obraz wodniczki wyrzucanej z komórki do środowiska, uzyskany przez Juranda [30], należy uznać chyba za artefakt. Ze zdjęcia wynika, że cytopyge otwiera się aż tak szeroko, że część cytoplazmy graniczy bezpośrednio ze środowiskiem zewnętrznym, co jest zjawiskiem nieznanym i bardzo mało prawdopodobnym.

Panuje powszechna opinia, że wyrzucona zawartość wodniczki pokarmowej pozbawiona jest błony. Na tej podstawie przyjmuje się, że defekacja u pierwotniaków zachodzi w drodze procesu egzocytozy, będącego odwróceniem zjawisk endocytozy. Błona wodniczki defekacyjnej — trzecia faza wg Schneidera [65] — zlewa się z błoną komórkową, a następnie otwiera się na zewnątrz, wyrzucając swą zawartość do środowiska (rys. 5). Można również przyjąć inną hipotezę, którą Hausman i Stockem [27] wysunęli w stosunku do ameb. Proponowany przez nich proces defekacji w pierwszej fazie wygląda jak egzocytoza. Różnica polega tylko na tym, że po wyrzuceniu swej zawartości wodniczka ponownie zamyka się i wraca do wnętrza komórki, gdzie po dostarczeniu do niej enzymów może być ponownie użyta (rys. 6). Hausman i Stockem



Rys. 5. Ogólny schemat egzocytozy
1 — błona wodniczki pokarmowej,
2 — zawartość wodniczki, 3 — błona komórkowa



Rys. 6. Schemat defekacji u ameb
(wg Hausman i Stockema)
1 — błona wodniczki pokarmowej,
2 — zawartość wodniczki, 3 — błona komórkowa

[27] opierają swoje przypuszczenia na dwóch obserwacjach: 1. Cząsteczki detritusu wyrzucane z komórki są pozbawione błony, co wyklucza, podobnie jak w wypadku orzęsków, wydalenie typu sekrecji mleka, czyli odsznurowywanie się z błoną. 2. Brak jest na zewnętrznej błonie ameby obszarów pozbawionych warstwy mukopolisacharydowej, co pozwala przypuszczać, że błona wodniczki, która tej warstwy nie ma, nie może być wbudowana w błonę komórki. Ze względu na skąpą ilość obserwacji, a zwłaszcza brak danych dotyczących warstwy mukopolisacharydowej u orzęsków, trudno jest stwierdzić, która z tych dwóch hipotez jest bliższa rzeczywistości.

ZACHOWANIE SIĘ BŁON PODCZAS ENDO- I EGZOCYTOZY

Wszelkie zjawiska związane z tworzeniem wodniczki pokarmowej oraz trawieniem i wydalaniem jej zawartości polegają w dużej mierze na zlewaniu się błon. De Duve i Wattiaux [13] opierając się na badaniach licznych autorów sugerują, że proces ten może mieć miejsce dzięki podobieństwu chemicznemu łączących się błon. Nie tłumaczy to jednak mechanizmu tego zjawiska. Próbę taką podjęli liczni autorzy badając zlewanie się błon komórkowych jak też błony lizosomu z błoną komórkową w przypadku egzocytozy. Woodin i Wienke [78] opierając się na badaniach zjawiska sekrecji protein z komórek leukocytów, postulują, że zasadniczą rolę w zlewaniu się błon lizosomu z błoną komórkową odgrywa usuwanie z obu tych błon jonów wapnia i ATP — co powoduje wzrost możliwości połączeń pomiędzy tymi dwiema błonami. To usuwanie jonów wapnia i ATP inicjowane jest przez hydrolizę ATP przeprowadzaną przez system enzymatyczny znajdujący się w błonie lizosomu. Zupełnie odmienną hipotezę wysunął Banks [2]. Autor ten również podkreśla znaczącą rolę, jaką w procesie fuzji odgrywają jony wapnia. Jednakże na podstawie badań nad wyrzucaniem katecholaminy z komórek chromafinowych dochodzi do wniosku, że powierzchnia granul chromafinowych, jak i wewnętrzna powierzchnia błony komórkowej naładowane są ujemnie i dlatego nie mogą łączyć się ze sobą. Dostarczanie jonów wapnia, który tworzy mostki pomiędzy błoną granuli, a błoną komórkową, umożliwia łączenie się tych błon, a tym samym sekrecję katecholaminy. Obserwacje te zgodne są z hipotezą Gingella, Garroda i Palmera [23] mówiącą, że przy adhezji komórek tworzone są między ich błonami mostki wapniowe.

Wolpert i Gingell [77] zwrócili uwagę na rolę, jaką w procesie endocytozy odgrywają właściwości elektryczne błony. Związki indukujące pinocytozę u ameb powodują redukcję elektrostatycznego potencjału powierzchniowego — co umożliwia wpuklenie się błony i utworzenie wodniczki. Jest bardzo prawdopodobne, że bodziec powodujący tworzenie się wodniczki pokarmowej na dnie cytostomu orzęsków ma ten sam charakter. Zmianę potencjału powierzchniowego w tym obszarze mogłyby wywoływać zarówno czynniki chemiczne (substancje indukujące), jak i mechaniczne (uderzenia cząsteczek zawiesiny). Jednakże oba te bodźce nie działają w wypadku zlewania się lizosomu pierwotnego z wodniczką pokarmową, czy wodniczki defekacyjnej z plazmalemą. Problemy te wyjaśnia natomiast przyjęcie hipotezy Poste'a i Alisona [57], którzy na podstawie licznych doświadczeń różnych autorów dochodzą do wniosku, że zmianę elektrostatycznego potencjału powierzchniowego potrzebną do zainicjowania fuzji błon, powoduje dostatecznie ścisły kontakt (zbliżenie) dwóch powierzchni. Zmiana potencjału powierzchniowego powoduje następnie zmiany konformacyjne makromolekuł w błonie, usunięcie z niej jonów wapnia i ATP oraz zmiany w przepuszczalności i oporze błony. Prowadzi to do „rozluźnienia” struktury błony i umożliwia powstanie połączeń między cząsteczkami dwu błon. Ostatnim stadium tego procesu jest stabilizacja nowo powstałej struktury, co związane jest z powrotem wapnia i ATP do błon.

De Duve [12] zwrócił uwagę, że wszelkie zjawiska związane z wodniczkami pokarmowymi zachodzą zawsze w jednym kierunku: od wy-

tworzenia się wodniczki przez zlanie się błony komórkowej poprzez łączenie się fagosomu z lizosomem pierwotnym do egzocytozy, gdzie następuje łączenie się błony wodniczki i błony komórkowej. Musi więc istnieć jakiś mechanizm uniemożliwiający przebieganie tego procesu w odwrotnym kierunku. Autor ten postuluje istnienie dwóch typów przestrzeni komórkowych otoczonych różniącymi się od siebie błonami: egzoplazmatycznej, do której zalicza wodniczki powstałe w drodze endocytozy, oraz lizosomy wtórne (ponieważ utworzone są z błony stanowiącej wcześniej błonę komórkową graniczącą ze środowiskiem pozakomórkowym) i lizosomy pierwotne — ze względu na ich zdolność do łączenia się z wodniczkami. Aparat Golgiego, jak i retikulum endoplazmatyczne zalicza natomiast do przestrzeni endoplazmatycznej. Lizosomy pierwotne tworzone są właśnie na jej terenie, tak więc bezpośrednio po ich powstaniu błona ma charakter endoplazmatyczny. Łączyć się ze sobą (zlewać) mogą jednak wyłącznie błony jednego typu. Tak więc musi zajść nieodwracalna zmiana błony lizosomu pierwotnego. Grove i współ. [26] oraz Rambourg [60] stwierdzili stopniową zmianę właściwości błony w obrębie aparatu Golgiego, co pozwala przypuszczać, że zmiana następuje na tym właśnie terenie.

Drugim ważnym zagadnieniem dotyczącym błony, a związanym z procesem endocytozy jest problem uzupełniania plazmalemy (zewewnętrznej błony komórkowej) zużytej na wytwarzanie wodniczek. Badania licznych autorów [6, 8, 21, 69, 76] wykazują, że u ameb odbywa się to na zasadzie wbudowywania się do błony komórkowej specjalnie wytwarzanych na terenie aparatu Golgiego wodniczek egzocytotycznych.

Dotychczas brak jest informacji, jak zachowują się błony podczas odżywiania się *Ciliata*, choć można przypuszczać, że ogólnie mechanizm kompensacji strat błony może być podobny, albo zachodzić w wyniku egzocytozy wodniczek pokarmowych. Jest również prawdopodobne, że u orzęsków tworzona endocytotycznie błona nie jest używana do uzupełniania strat po oderwaniu się wodniczki pokarmowej, lecz do jej utworzenia się. Potwierdzają to badania Millera i Stone'a [43] oraz Elliota i Clemmons'a [19] wykazujące istnienie pęcherzyków o pojedynczej błonie w okolicy tworzącego się fagosomu. Jednakże problemy dotyczące tych zjawisk nie są jeszcze jednoznacznie rozstrzygnięte i wymagają dalszych badań.

LITERATURA

- [1] Allen S. A., Misch M. S. and Morrison B. M. — *Histochem. Cytochem.*, 11, 706—719, 1963.
- [2] Banks P. — W: A. W. Cuthbert, *Calcium and Cellular Function*, Macmillan and Coltd, 148—162, 1970.
- [3] Bills C. E. — *Biol. Bull.*, 42, 7—13, 1922.
- [4] Brutkowska M. — *Acta Protozool.*, 1, 71—80, 1963.
- [5] Chapman-Andresen C. — *Compt. Rend. Trav. Lab., Carlsberg*, 36, 161—186, 1967.
- [6] Chapman-Andresen C. and Lagunoff D. — *Compt. Rend. Trav. Lab., Carlsberg*, 35, 419—436, 1966.
- [7] Chapman-Andresen C. and Nilsson J. R. — *Exp. Cell. Res.*, 19, 631—633, 1960.

- [8] Chapman-Andresen C. and Nilsson J. R. — Compt. Rend. Trav. Lab., Carlsberg, 36, 10, 189—207, 1967.
- [9] Corliss J. O. — Parasitology, 43, 49—87, 1953.
- [10] De Duve C. — W: A.V.S. de Reuck and M. P. Comeron, *Ciba Foundation Symposium on Lysosomes*, J. A. Churchill Ltd, London, 1—35, 1963.
- [11] De Duve C. — Fed. Proc., 23, 1045—1049, 1964.
- [12] De Duve C. — W: J. T. Dingle and H. B. Fell, *Lysosomes in biology and pathology*, North Holland Publ. Compt., Amsterdam, 3—40, 1969.
- [13] De Duve C. and Wattiaux R. — Ann. Rev. Physiol., 28, 435—492, 1966.
- [14] Dembowski J. — Prace Zakł. Biol. Og. Inst. Nenckiego, I, 1, 1—37, 1922a.
- [15] Dembowski J. — Prace Zakł. Biol. Og. Inst. Nenckiego I, 2, 1—16, 1922b.
- [16] Dembowski J. — Prace Zakł. Biol. Og. Inst. Nenckiego, 5, 1—16, 1922c.
- [17] Elliot A. and Bak I. J. — J. Cell Biol., 20, 113—130, 1964.
- [18] Elliot A. M. — Science, 149, 640—641, 1965.
- [19] Elliot A. M. and Clemmons G. L. — J. Protozool., 13, 311—323, 1966.
- [20] Ericsson J. L. E. — Exp. Cell. Res., 55, 95—106, 1969.
- [21] Flickinger C. J. — J. Cell Biol., 43, 250—262, 1969.
- [22] Furgason W. H. — Arch. Protistenk., 94, 224—266, 1940.
- [23] Gingell D., Garrod D. R. and Palmer J. F. — W: A. W. Cuthbert, *Calcium and Cellular Function*, Macmillan and Co Ltd, 59—64, 1970.
- [24] Goldfischer S., Cavasso N. and Favard P. — J. Microscop., 2, 621—628, 1963.
- [25] Gordon G. B., Miller L. R. and Bensch K. G. — J. Cell Biol., 25, 41—55, 1965.
- [26] Grove S. N., Bracker C. E. and Horré D. J. — Science, 161, 171, 1968.
- [27] Hausman E. and Stockem W. — Cytobiologie, 5, 281—298, 1972.
- [28] Hosoi T. — J. Fac. Sci. Im. Univ. Tokyo, Sect IV/4, 299—305, 1937.
- [29] Jahn T. L. and Bovee E. C. — W: T. T. Chen, *Research in protozoology*, Pergamon Press, N. Y., I, 41—200, 1967.
- [30] Jurand A. — J. Protozool., 8, 125—130, 1961.
- [31] Kitching J. A. — Protoplazmatologia 3D, 3b, 1—54, 1956.
- [32] Klammer B. and Fennel R. — Exp. Cell. Res., 29, 166—175, 1963.
- [33] Koenuma A. — J. Shinsku. Univ., 4, 49—57, 1954.
- [34] Koenuma A. — Annotes zool. jap., 36, 66—71, 1963.
- [35] Kuźnicki L. and Sikora J. — Acta Protozool., 8, 439—445, 1971.
- [36] Kuźnicki L. and Sikora J. — Acta Protozool., 243—250, 1972.
- [37] Kuźnicki L. and Sikora J. — Acta Protozool., 13, 1973 — w druku.
- [38] Kuźnicki L., Sikora J. and Fabczak S. — Acta Protozool., 11, 237—242, 1972.
- [39] Lagunoff D. — Compt. Rend. Trav. Lab., Carlsberg, 34, 433—450, 1964.
- [40] Lubocka A. and Dembowski J. — Acta Biol. Exp., 15, 19—35.
- [41] Lund E. E. — J. Morphol., 69, 563—573, 1941.
- [42] Mast S. O. — Biol. Bull., 92, 31—72, 1947.
- [43] Miller O. L. and Stone G. E. — J. Protozool., 10, 280—288, 1963.
- [44] Müller M. — Acta Biol. Acad. Sci. Hung., 13, 283—297, 1962.
- [45] Müller M. and Röhlich P. — Acta morph. Acad. Sci. Hung., 10, 297—305, 1961.
- [46] Müller M., Röhlich P. and Törö I. — J. Protozool., 12, 27—34, 1965.
- [47] Müller M., Röhlich P., Toth J. and Törö I. — W: A. V. S. de Reuck and M. P. Cameron, *Ciba Foundation Symposium on Lysosomes*, J. A. Churchill Ltd, London, 201—216, 1963.
- [48] Müller M. and Törö I. — J. Protozool., 9, 98—102, 1962.

- [49] Müller M., Törö I., Polgar M. and Druga A. — Acta Biol. Sci. Hung., 14, 209—213, 1963.
- [50] Müller M. Toth J. and Törö I. — Nature, 187, 65, 1960.
- [51] Münch R. — Cytobiologie, 2, 108—122, 1970.
- [52] Nachmias V. T. — Exp. Cell. Res., 43, 583—601, 1960.
- [53] Nirenstein E. — Z. allgem. Physiol., 5, 435—510, 1905.
- [54] Novikoff A. B. — W: J. Brachet and A. E. Mirsky, The Cell, Academic Press, N. Y., II, 423—438, 1961.
- [55] Novikoff A. B., Essner E. and Quintana N. — Fed. Proc., 23, 1010—1022, 1964.
- [56] Ogawa K., Mizuno N. and Okamoto H. — J. Histochem. Cytochem., 9, 202, 1961.
- [57] Poste G. and Alison A. C. — J. Theor. Biol., 32, 165—184, 1971.
- [58] Ricketts T. R. — Exp. Cell. Res., 66, 49—58, 1971.
- [59] Ricketts T. R. — J. Protozool., 19, 373—375, 1972.
- [60] Rambourg A. — W: P. Dustin, Cell Abstr. and Papers — XII Int. Congr. of Cell Biol., Brussels 1968, Excerpta Med., Amsterdam, 166, 75, 1968.
- [61] Rose G. G. — J. Biophysic. and Biochem. Cytol., 3, 697—704, 1957.
- [62] Rosenbaum R. M. and Wittner M. — Arch. Protistenk., 106, 223—240, 1962.
- [63] Roth L. E. — J. Protozool., 7, 176—185, 1960.
- [64] Schneider L. — Z. Zellforsch. mikrosk. Anat., 62, 193—224, 1964a.
- [65] Schneider L. — Z. Zellforsch. mikrosk. Anat., 62, 225—245, 1964b.
- [66] Seaman G. R. — J. Protozool., 8, 204—212, 1961a.
- [67] Seaman G. R. — J. Biophys. Biochem. Cytol., 9, 243—244, 1961b.
- [68] Seaman G. R. and Mancilla R. — W: L. Ludvik, J. Lom and J. Vavra, Progress in Protozool., Proc. First. Inter. Cong. Protozool., Praha, 1961, 165, 1963.
- [69] Stockem W. — Histochemie, 18, 217—240, 1969.
- [70] Straus W. — J. Cell. Biol., 20, 497—507, 1964.
- [71] Uhlig G., Komnick H. und Wolfarth-Botterman K. E. — Helgol. wiss. Meerunters., 12, 61—77, 1965.
- [72] Yamada K. — J. Sci. Hiroshima Univ., 22, 127—153, Ser. B, Div., 1 (Zoology), 1969.
- [73] Yamashita Y. — Zool. Mag., 73, 39—44, 1964.
- [74] Weisz P. — Biol. Bull., 97, 108—110, 1949.
- [75] Wichterman R. — *The Biology of Paramecium*, Blokiston Co., Inc. N. Y. — Toronto, 1953.
- [76] Wize G. E. and Flickinger C. J. — Exp. Cell Res., 67, 323—328, 1971.
- [77] Wolpert L. and Gingell D. — W: Symposia of the Society for Experimental Biology XXII, Cambridge at the University Press, 169—198, 1968.
- [78] Woodin A. M. and Wienpeke A. A. — Biochem. J., 90, 498—508, 1964.

OD REDAKCJI

Umieszczając poniżej artykuł dyskusyjny Mestwina Stanisława Kostki Redakcja zdaje sobie sprawę z tego, że treść jego powinna zainteresować przede wszystkim ekonomistów. Zarazem sądzimy, że kształtowanie nowych kierunków ekonomii, uwzględniających obok tradycyjnego rachunku ekonomicznego także „rachunek przyrodniczy”, ma dla spraw ochrony przyrody i racjonalnego kształtowania środowiska życia współczesnego człowieka znaczenie zasadnicze. Decyzje gospodarcze o doniosłych skutkach ekologicznych z natury rzeczy oparte muszą być na założeniach ekonomicznych. Od nauk ekonomicznych zależy więc w ostatecznym rachunku, czy w tej dziedzinie teoria nadążać będzie za praktyką, czy niemałe już obecnie zdobycze nauk przyrodniczych oraz techniki zostaną celowo wykorzystane w kształtowaniu środowiska życia.

Liczymy na to, że artykuł wywoła dyskusję, i chętnie drukować będziemy wszelkie wypowiedzi związane z poruszoną w nim problematyką, choć — zdawać by się mogło — jest ona dość odległa od nauk biologicznych.

Zasięg problematyki poruszonej w artykule świadczy nadto o konieczności nasilania procesów integracyjnych zachodzących obecnie w nauce. Znajdzie to także niewątpliwie wyraz na II Kongresie Nauki Polskiej, który obradować będzie w dniach 26—29 czerwca 1973 r.

OCHRONA PRZYRODY JAKO ELEMENT PROCESÓW GOSPODARCZYCH

(uwagi do teorii ekonomii politycznej)

1. WSTĘP

Związek ochrony przyrody z gospodarowaniem, czyli ekonomią jest odczuwany powszechnie. Pomimo tego w praktyce w zdecydowanej większości przypadków ochronę zasobów przyrody przeciwstawia się gospodarczemu ich wykorzystywaniu. Świadczy o tym m.in. aktualny podział lasów Polski na gospodarcze i ochronne.

Czy można ochronę zasobów naturalnych przeciwstawiać gospodarczemu użytkowaniu tych zasobów? Czy ochrona zasobów naturalnych na przykład przed: — zbyt szybkim zużyciem w danym okresie — zbyt szybkim zużyciem na danym terytorium, — zużyciem przez określone instytucje, osoby itd. to nie to samo, co dokonywanie wyboru w ograniczonych środkach zaspokajania nieograniczonych potrzeb? Czy teoria ekonomii politycznej, ograniczając zakres swoich szczegółowych zainteresowań niemal wyłącznie do analizy procesów: produkcji, dystrybucji, a ostatnio także konsumpcji dóbr produkowanych (produktów), uwzględnia kompleks zagadnień gospodarczych, jeżeli pomija np. mikro- i makroekonomiczną analizę nakładów i kosztów wydatkowanych w związku z ochroną, dystrybucją i konsumpcją dóbr stanowiących wyłączny rezultat oddziaływania sił przyrody? Czy wolno mówić o opłacalności społecznej przedsięwzięcia, w którym wymierny efekt działalności gospodarczej jest obciążony niewymiernymi (raczej trudno wymiernymi) nakładami społecznego wysiłku wydatkowanego m.in. na: ratowanie zdrowia ludzkiego, usuwanie skutków klęsk żywiołowych, tworzenie piękna i harmonii tam, gdzie je pochopnie zniszczono?

Czy problematykę ochrony przyrody można rozpatrywać w kategoriach ekonomicznych: nakładów, kosztów, wyników, cen, zysku, dochodu, kalkulacji, rachunku ekonomicznego, wartości, wymiany, renty, konsumpcji? Jeżeli tak, to jakie reperkusje będzie to miało dla dotychczasowego dorobku i przyszłych zamierzeń ochrony przyrody?

To tylko nieliczne z pytań, na które w dobie obecnej należałoby możliwie wyczerpująco odpowiedzieć, jeżeli nauka ma „...wytyczyć drogi stopniowego osłabienia, a potem rozwiązywania sprzeczności, jaką wywołuje rozwój uprzemysłowienia i urbanizacji w stosunku do naturalnego środowiska człowieka...” [2].

Celem niniejszego opracowania jest próba wyjaśnienia istoty związku, który łączy działalność ludzką określaną pojęciem „ochrona przyrody i jej zasobów” z działalnością gospodarczą społeczeństwa.

2. ISTOTA TREŚCI TERMINU „OCHRONA PRZYRODY” Z EKONOMICZNEGO PUNKTU WIDZENIA

Ochrona przyrody i jej zasobów — termin nie zdefiniowany jednoznacznie — jest dotąd powszechnie uznawana za domenę przyrodników. Wydaje się jednak, że jest to pogląd niesłuszny, jeżeli weźmie się pod uwagę, że już Cycero i Wergiliusz w starożytnym Rzymie wskazywali na skutki wycięcia lasów na terenach górskich Basenu Morza Śródziemnego. Również w najnowszych czasach wśród działaczy ochrony przyrody można spotkać przedstawicieli bardzo różnych profesji. Co jest wspólne tym wszystkim, którzy zaangażowali się w działalność nie zawsze popularną? Jeżeli nawoływania starożytnych poetów porówna się z głośnymi i dramatycznymi interwencjami współczesnych „ochroniarzy” i bardziej szczegółowo rozważy się kontrowersje dotyczące m.in. budowy zapory w Czorsztynie, budowy szpitala w otulinie Wielkopolskiego Parku Narodowego, projektu melioracji Biebrzy, budowy fabryki silikatów w Augustowie itp., można stwierdzić, że istnieje odwieczny problem ekonomicznego wyboru pomiędzy zaspokajaniem z jednej strony — potrzeb teraźniejszości i dającej się określić względnie dokładnie przyszłości; z drugiej strony — potrzeb dalekiej przyszłości.

W pierwszym przypadku można określić dokładnie bieżące, konkretne potrzeby pojedynczych ludzi, grup społecznych, instytucji, resortów, organizacji społecznych, a nawet całych pokoleń w ekonomicznych miernikach naturalnych i społecznych i wielkości te wprowadzić do bilansu z istniejącymi możliwościami zaspokojenia tych potrzeb.

W drugim przypadku, jako że potrzeby dotyczą przyszłości, mierzonej często skalą sekularną lub milleniarzną, ich ilość i jakość może być co najwyżej szacowana. Opierający się na takim szacunku rachunek bilansu potrzeb z możliwościami ich zaspokojenia, z uwagi na ogromną ilość nie dających się dokładnie określić istotnych czynników, które należy wprowadzić do bilansu, jest bardzo trudny, często technicznie niewykonalny.

Zainteresowania ekonomistów koncentrują się przede wszystkim na potrzebach dającej się przewidzieć przyszłości, gdzie cele gospodarcze i środki ich realizacji można ująć w formuły liczb i wzorów matematycznych, umożliwiających rachunek ekonomiczny. Tak rozumiane gospodarowanie dotyczy zatem niemal wyłącznie dóbr i usług posiadających cechy ekonomicznych kategorii „produkt” i „towar”. Jest niemal prawidłowością, że w wartościowej analizie czynników kształtujących określony proces gospodarczy, np. proces produkcji lub dystrybucji, za istotne uznaje się wyłącznie te czynniki, które dają się charakteryzować miernikami wartościowymi. W wycenie efektów produkcji np. rolniczej z reguły pomija się zróżnicowane, wartościowo charakteryzowane nakłady ziemi. Wartościowo scharakteryzowany efekt elektrowni ciepłej nie jest obciążony wartościowo charakteryzowanymi nakładami wody zużywanej do chłodzenia. Czy przeprowadzony rachunek jest prawidłowy, jeżeli nie uwzględnia tych nakładów? Do chwili obecnej w podstawach ekonomii ucza, że szeroko rozumiana ziemia nie ma wartości pojmowanej w nakładach społecznie niezbędnej pracy. W kategoriach dotychczas wydatkowanej pracy częściowo zgoda, lecz w kategoriach pracy spodziewanej? Czy można określić pojęciem „gospoda-

rowanie" np. całkowite wycięcie 120-letniego drzewostanu na suchym, północnym brzegu pięknego, niedostępnego obecnie jeziora w odległości 40 km od 1-milionowej aglomeracji, jeżeli uważne przesłedzenie zamierzeń np. planu 10-letniego ujawni szosę I klasy w odległości 0,5 km od jeziora? Teraźniejsza wartość użytkowa i wartość wspomnianego drzewostanu wynikają z faktu, że jest on tylko środkiem produkcji drewna (aktualnie ujawniające się potrzeby dotyczą wyłącznie drewna). Istnieją jednak dane, że wymieniony drzewostan za 10 lat stanie się trudnym do zastąpienia materialnym warunkiem zaspokojenia rekreacyjnych potrzeb 1-milionowej aglomeracji. Ludność wymienionej aglomeracji, co wynika z ustaleń naukowych w krajach wysoko rozwiniętych [1, 7], będzie przypisywała mniejsze znaczenie produkcyjnej wartości użytkowej wymienionego drzewostanu oraz wartości wynikającej z nakładu pracy na produkcję drewna. Ogromne znaczenie uzyska natomiast trudna do zastąpienia rekreacyjna wartość użytkowa tego drzewostanu i jego ogromna wartość jako środka usług rekreacyjnych.

Aktualne badania w krajach wysoko rozwiniętych dowodzą, że wartość¹ takich lasów przerasta nieraz 100-krotnie i więcej wartość dotychczasową [1, 7]. Ztego wynika, że lasy i wody o rekreacyjnych wartościach użytkowych zyskują cechy dóbr rzadkich. Dobra te bardzo często mają walory muzealne. O wartości dóbr muzealnych, rozumianej w kategoriach czasu niezbędnego na ich odtworzenie, mogą świadczyć m.in. koszty budowy Zamku w Warszawie. Kto pierwszy poznaje się na tej wartości, gdy dobro jeszcze istnieje, jego wielostronna użyteczność nie jest powszechnie uświadamiana i istnieją fascynujące doraźnymi efektami projekty eksploatacji? Wydaje się, że dotychczas w zdecydowanej większości przypadków pierwszymi, którzy uświadamiali sobie rząd tej wartości, byli przede wszystkim przedstawiciele ruchu ochrony przyrody w odniesieniu do zasobów naturalnych i ruchu ochrony zabytków w odniesieniu do produktów pracy ludzkiej. Wartość, szacowana początkowo indywidualnie, z biegiem czasu, w miarę postępu i rozwoju świadomości przyjmuje charakter wartości społecznej. Hipoteza wartości postawiona przez „ochroniarza” weryfikuje się w działaniu społecznym. Jak praktyka dowodzi — w zdecydowanej większości przypadków — in plus. Jeżeli uznałoby się, że jest to prawidłowość, z faktu tego wynikają określone konsekwencje.

Zanim wyodrębnione elementy zasobów naturalnych, np. drzewostany, woda w powietrzu, glebie i sztucznych zbiornikach, określone gatunki zwierząt i roślin uzyskają cechy ekonomicznej kategorii „produkt”, stanowią one wyłączne rezultaty oddziaływania sił przyrody. Czy gospodarowanie tymi dobrami rozpoczyna się dopiero wówczas, gdy uzyskają one cechy produktów? Czy też wcześniej? A jeżeli tak, to kiedy? Wydaje się, że odpowiedź na to pytanie będzie jednoznaczna: wymienione dobra „wchodzą” w orbitę procesów gospodarowania z chwilą, gdy stają się ograniczone w stosunku do występujących potrzeb. Dóbr tych jednak nie wyjaśniają znane definicje będących w po-

¹ Wielkość tej wartości jest obliczana metodami, które wymagają weryfikacji w przypadku ich zastosowania w socjalistycznym systemie gospodarczym, lecz rząd tej wielkości jest właściwy również dla przypadków, gdzie wartość jest rozumiana w kategoriach czasu pracy społecznie niezbędnej (MSK).

wszechnym użyciu ekonomicznych kategorii charakteryzujących dobra materialne. Czy można określić np. partię pierwotnego drzewostanu w Puszczy Białowieskiej terminami: „dobro wolne”, „dobro gospodarcze”, „produkt”, „towar”, stosując się wyłącznie do znanych z podręczników ekonomii definicji tych terminów? Jak rozumieć stwierdzenie O. Langego: „...wszystkie dobra, którymi zajmuje się ekonomia polityczna, są produktami...” [4], jeżeli skądinąd wiadomo, że wspomniany drzewostan — bez wątpienia dobro materialne — jest istotnym czynnikiem kształtowania wielkości dochodu narodowego rozpatrywanego z punktu widzenia m.in. działalności hotelu „Iwa” w Białowieży i działalności „Orbisu”? Zgodnie z ustaleniami teorii ekonomii politycznej nie jest on także „środkiem produkcji”. Jest jednakże powszechnie zrozumiałe, że jeżeli wspomniany drzewostan „uszlachetniłoby się” nakładami (wykonałoby się odpowiednio dostosowaną do warunków sieć dróg i ścieżek, zapewniłoby się skorelowane ze specyfiką tego dobra środki komunikacji, np. konie wierzchowe, bryczki itp.), drzewostan ten z całą pewnością stanowiłby ważny środek gromadzenia międzynarodowych środków płatniczych. Jak nazwać to dobro? Proponuję — środek usług. Czy ów „środek usług” nie ma przypadkiem cech ekonomicznej kategorii „towar”? Wydaje się, że jest on „towarem”, tyle że sprzedawanym „in situ”, tj. w miejscu swego powstawania i pozostawania. Dla istoty tego stwierdzenia drugorzędne znaczenie mają m.in.:

— czas wykorzystywania (konsumpcji) wymienionego dobra, który to czas może przyjmować wielkości od nieskończenie małych (zużycie natychmiastowe), np. wycięcie drzewostanu pod budowę autostrady itp., do nieskończenie wielkich (zużycie niedostrzegalne) np. oglądanie drzewostanu ze szlaku turystycznego itp.,

— odpłatność wykorzystywania,

— cel wykorzystywania itd.

Istotę powyższego stwierdzenia stanowi fakt, że wymieniony drzewostan istnieje i stanowi przedmiot lub środek pracy (mniejsza o to jakiej, ale pracy) jednych ludzi i przedmiot konsumpcji (wykorzystywania, użytkowania) innych ludzi. Czym jednak było to dobro, zanim stało się towarem? Z całą pewnością nie „produktem”, jeżeli uznaje się, że „produkt” jest rezultatem produkcji oznaczającej „...Działalność ludzką, przystosowującą zasoby i siły przyrody w celu wytworzenia (podkr. — MSK) dóbr...” [4].

Wspomniany drzewostan jest wyłącznie wytworem sił przyrody. Można jednak dodać, że jest on ponadto rezultatem działalności ludzkiej obliczonej na zachowanie wspomnianego drzewostanu dla bardziej lub mniej dokładnie określonych użytkowników. Istnieje wiele przesłanek do stwierdzenia, że brak wymienionej działalności zachowawczej człowieka spowodowałby zniszczenie wspomnianego drzewostanu, o czym można wnioskować w historii dewastacji lasów w Polsce i w wielu innych krajach. Przedstawione i inne przyczyny sprawiają, że formułuje się stwierdzenie, iż działalność ludzka obliczona na zachowanie wytworzonych wyłącznie przez siły przyrody² dóbr materialnych dla bardziej lub mniej dokładnie określonych użytkowników stanowi istotę ekonomicznej treści pojęcia „ochrona przyrody i jej zasobów”.

² Abstrahuje się od faktu, że w samej istocie siła robocza jest też siłą przyrody.

Ustalenie powyższe jest brzemienne w skutki. Przede wszystkim nakazuje wyodrębnić nową ekonomiczną kategorię dóbr materialnych – „naturalne dobra chronione”. Określenie „naturalne” wskazuje, że chodzi o dobra powstałe wyłącznie w rezultacie oddziaływania sił przyrody³.

3. NATURALNE DOBRA CHRONIONE

Uzasadnieniem wyodrębnienia naturalnych dóbr chronionych z ogólnego zbioru dóbr materialnych jest przede wszystkim fakt, że występują istotne, materialne czynniki procesów gospodarczych, które do chwili obecnej nie są uwzględniane w wartościowej analizie tych procesów. Do czynników tych należy zaliczyć przede wszystkim stanowiące wyłączny rezultat oddziaływania sił przyrody takie dobra, jak m.in.:

- woda (w atmosferze, na powierzchni ziemi, w glebie, w głębi ziemi, w organizmach roślin i zwierząt itd.),
- powietrze atmosferyczne (w glebie, w wodzie itd.) lub jego komponenty (tlen, azot, olejki eteryczne itd.),
- gleby (o określonej bonitacji) lub ich komponenty (próchnica, mikroorganizmy, części niespławialne itd.),
- świat roślin i zwierząt naturalnego pochodzenia,
- kopaliny,
- energia słoneczna i wiele innych elementów przyrody wyodrębnionych w zależności od celu analizy gospodarczej. Elementy te rozważane łącznie składają się na pojęcie naturalnego środowiska człowieka — rozumianego w jego ekologicznym sensie jako miejsce, w którym żyje społeczeństwo ludzkie [6].

Wymienione dobra w pewnych przypadkach mogą mieć charakter produktów, np.: woda w glebie dzięki przeprowadzonym melioracjom, woda w atmosferze dzięki zabiegom fitomelioracyjnym (pasy polochronne), olejki eteryczne w powietrzu dzięki specjalnemu hodowaniu roślin je wydzielających, próchnica w rezultacie nawożenia organicznego itd. Należy jednak podkreślić, że świadome kształtowanie materialnych warunków zaspokojenia potrzeb społecznych nie musi się od razu uciekać do produkcji wymienionych dóbr. Wystarczy bowiem nie dopuścić do utraty zdolności wytwórczej sił przyrody poprzez wprowadzenie ścisłego limitu wielkości realizowanych potrzeb, np. drogą przepisu prawnego lub wprowadzenia ceny użytkowania i społeczeństwo zapewnia sobie określoną ilościowo i jakościowo wielkość dóbr, których dostarcza sama przyroda. Czy tę formę działalności społecznej można nazwać produkcją? Przecież w procesie wytwórczym omawianych dóbr jedynym istotnym czynnikiem są siły przyrody. Działanie człowieka ogranicza się wyłącznie do limitowania wielkości zaspokajających potrzeb. Stało się chyba dostatecznie zrozumiałe, że proces ochrony przyrody, a dokładniej — ochrony ściśle określonych dóbr materialnych stanowiących wy-

³ W kompleksie dóbr materialnych można byłoby bowiem wyodrębnić jeszcze „produkowane dobra chronione”, np. stare zamki, obrazy itp. Zagadnienia tych dóbr z ekonomicznego punktu widzenia jest odrębnym problemem badawczym i praktycznym.

łączny rezultat oddziaływania sił przyrody — jest jednym z istotnych procesów gospodarczych. Proces ten w odniesieniu do konkretnych dóbr materialnych jest zawsze procesem historycznie wcześniejszym od procesu produkcji. Wpierw chroni się dobra materialne, stanowiące wyłączny rezultat oddziaływania sił przyrody, następnie, gdy ilość i jakość tych dóbr nie odpowiada rozwijającym się potrzebom, dobra te zaczyna się produkować.

Kategorię „dobra chronionego” (to samo moim zdaniem dotyczy produktu) należy stosować zawsze do ściśle określonych potrzeb ludzkich i wynikających z tych potrzeb wartości użytkowych. Drzewostan sosnowy w wieku 100 lat nad przydatnym do kąpieli jeziorem z punktu widzenia potrzeb na drewno może być produktem (jest rezultatem celowej i światowej działalności wytwórczej, realizowanej w konsekwencji chronicznego braku drewna), z punktu widzenia potrzeb na transpirowaną do atmosfery wodę — dobrem wolnym — natomiast z punktu widzenia potrzeb rekreacyjnych — dobrem ograniczonym, które trzeba chronić m.in. przed niepożądaną z rekreacyjnego punktu widzenia produkcją drewna lub przed posiadającym cechy nieograniczonej eksploatacji wykorzystywaniem rekreacyjnym. Można przyjąć, że z punktu widzenia potrzeb rekreacyjnych wymieniony drzewostan jest rezultatem wyłącznego oddziaływania sił przyrody (praca była wydatkowana jedynie w związku z potrzebami na drewno). Rekreacyjna zatem wartość użytkowa wspomnianego drzewostanu pierwotnie nie wynika z pracy. Pojawiła się ona jako rezultat nowych potrzeb społecznych. Ponieważ las o tej wartości użytkowej jest ograniczony, więc trzeba nim gospodarować:

- chronić przed niepożądanym społecznie wykorzystaniem,
- produkować, jeżeli potrzeby mają tendencję rozwojową,
- dzielić udział w jego wykorzystywaniu.

Gdy rekreacyjne wartości użytkowe naturalnego drzewostanu nie odpowiadają rozwijającym się potrzebom, człowiek zaczyna je usprawniać. Przykładem dóbr chronionych są elementy przyrody w kompleksie ujęte granicami parków narodowych i rezerwatów. Chronione przed wykorzystywaniem w celach produkcji surowców, służą zaspokojeniu innych, równie ważnych jak surowce potrzeb społecznych, np. naukowych, dydaktycznych, estetycznych, emocjonalnych itp. Jak dowodzi praktyka, rozwój potrzeb społecznych sprawia, że wymienione dobra nie tak dawno np. chronione w związku z potrzebami turystyki obecnie trzeba chronić przed turystyką. Niektóre rezerваты trzeba chronić nawet przed naukowcami, którzy dążąc do realizacji własnych celów badawczych najmniejszymi nakładami, często zapominają o tym, że wykorzystują dobro, które ma służyć zaspokojeniu nie tylko bieżących, ściśle określonych potrzeb naukowych, lecz także zaspokojeniu bliżej nie określonych, lecz przecież ważnych przyszłych potrzeb społecznych. Można zatem stwierdzić, że w zbiorze dóbr materialnych warunkujących zaspokojenie ludzkich potrzeb uzasadnione jest wyodrębnienie naturalnych dóbr chronionych i analizowanie ich udziału w procesach gospodarczych. Opierając się na przedstawionych rozważaniach stwierdza się, że naturalne dobra chronione stanowią ograniczoną w stosunku do potrzeb część zbioru dóbr materialnych powstałych w rezultacie wyłącznego oddziaływania sił przyrody. Istnienie tych dóbr wynika z dzia-

łałości ludzkiej obliczonej na zachowanie tych dóbr na rzecz mniej lub bardziej dokładnie określonych użytkowników. Użytkownicy dóbr chronionych, np. instytucje naukowo-badawcze, szkoły, organizacje turystyczne, indywidualne osoby itd., mogą wykorzystywać wymienione dobra w celach wielostronnych. To oznacza, że dobra chronione mają określony udział w procesach gospodarczych.

4. UDZIAŁ DÓBR CHRONIONYCH W PROCESACH GOSPODARCZYCH

Dobra chronione, podobnie jak dobra wolne i produkty, mogą być wykorzystywane w różny sposób, co wynika przede wszystkim z różnych wartości użytkowych tych dóbr. Stwierdzono, że ściśle określone wartości użytkowe sprawiają, iż dobra chronione stają się istotnymi czynnikami procesów społecznych.

Mogą powstać wątpliwości, co do rozgraniczania treści pojęć: „dobra chronione” i „produkty”. Jak rozgraniczyć bowiem glebę mającą cechy „produktu” od gleby o cechach „dobra chronionego”? Jakimi kryteriami się kierować określając drzewostan, który jest środkiem produkcji drewna — pojęciem „dobro chronione” — gdy wiadomo, że nie można wykluczyć udziału pracy ludzkiej w jego powstaniu? Każde rozgraniczenie pojęć jest trudne, jako że pojęcia są tylko uproszczeniami złożonej rzeczywistości, dokonywanymi przez ludzką wyobraźnię. Uważa się, że podstawowym kryterium podziału powinien być ewidencjonowany udział pracy ludzkiej w powstawaniu wymienionych dóbr. Zagadnienie to jednak wymaga rozwinięcia i odrębnego omówienia.

Dobra chronione mogą uczestniczyć w następujących procesach gospodarczych: ochrony, produkcji, dystrybucji, konsumpcji.

Pożądane byłoby rozważenie poszczególnych przypadków.

4.1. DOBRA CHRONIONE W PROCESACH OCHRONY

Można przyjąć, że podobnie jak procesy produkcji są uwarunkowane istnieniem i oddziaływaniem środków produkcji, procesy ochrony, np.:

- gleb przed erozją,
- powietrza przed zanieczyszczeniem lub zbyt szybkim ruchem,
- wody przed zanieczyszczeniem lub zbyt szybkim spływem,
- roślin i zwierząt przed wyginieciem itd. są również uwarunkowane oddziaływaniem dóbr materialnych.

Wśród dóbr tych produkty (zapory inżynierskie, biologiczna zabudowa zlewni, zadrzewienia pyłochłonne itp.) to jedynie część. Pozostałą część stanowią dobra chronione, z których przykładowo można wymienić:

- 1) lasy pierwotne wykorzystywane w celach ochrony:
 - a) gleb przed zmyciem lub wypłukaniem,
 - b) wód powierzchniowych przed zbyt szybkim spływem,
 - c) wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem rumoszem skalnym i zmywaną lub wypłukiwaną glebą,
 - d) wód głębszych przed zanieczyszczeniami antropogenicznymi,
 - e) rzadkich zwierząt i roślin przed wyginieciem lub uszczupleniem ich stanu;

- 2) naturalne powierzchniowe zbiorniki wodne w celach ochrony:
 - a) wód powierzchniowych przed zbyt szybkim spływem,
 - b) wód głębinnych przed utratą konsumpcyjnych wartości użytkowych,
 - c) gleb przed przesuszeniem,
 - d) rzadkich zwierząt wodnych lub ziemnowodnych przed wyginieniem lub uszczupleniem ich stanu;
- 3) chronione zwierzęta drapieżne w charakterze środków ochrony rzadkich kopytnych lub gryzoni;
- 4) torfowiska jako środki ochrony rzadkich roślin i zwierząt;
- 5) jaskinie jako środki ochrony rzadkich zwierząt lub elementów przyrody nieożywionej;
- 6) ekosystemy, biocenozy, fitocenozy, zoocenozy jako środki ochrony mniejszych, wyodrębnianych z nich elementów itd.

Staje się więc zrozumiałe, że dobra chronione mogą występować w charakterze nakładów w procesach ochrony lub jako wyniki procesów ochrony. To oznacza, że dobra te można rozpatrywać w kategoriach rachunku ekonomicznego — przynajmniej w postaci rzeczowej. Można bowiem porównywać efektywność wykorzystywania lasu naturalnego jako środka oddziaływania (środka pracy) na spływ danej zlewni z efektywnością wykorzystania środków zabudowy inżynierskiej. Porównania te można przeprowadzać w kategoriach mierników naturalnych, np. w metrach sześciennych spływającej (zatrzymywanej, filtrowanej itd.) wody. Takie porównywanie daje między innymi informację o substytucyjności lub komplementarności np. dóbr chronionych i dóbr produkowanych, stanowiąc podstawę wyceny korzyści lub strat społecznych w kategoriach kosztów cen, zysków itp. mierników wartościowych. Rozwinięcie tego zagadnienia stanowi odrębny problem naukowo-badawczy.

4.2. DOBRA CHRONIONE W PROCESACH PRODUKCJI

Dobra chronione mogą być i są wykorzystywane jako środki produkcji. Można wymienić w szczególności:

- naturalne drzewostany jako środki produkcji drewna,
- naturalne lasy jako środki produkcji wody,
- naturalne gleby jako środki produkcji żywności,
- naturalne wody jako środki produkcji ryb, energii elektrycznej itd.

Zgodnie z wcześniejszym ustaleniem można stwierdzić, że środkami produkcji są nie tylko wymienione dobra naturalne, ale także dobra produkowane, lecz w innych celach, niż to wynika z aktualnego ich wykorzystywania. Z dóbr chronionych tego typu można między innymi wymienić:

- sadzone w celu produkcji drewna drzewostany, wykorzystywane w charakterze środków produkcji zwierzyny⁴,

⁴ Nie wykazuje się i nie ewidencjonuje nakładów paszy, którą zwierzyna pobiera z posadzonego drzewostanu. Chodzi w tym przypadku o tę paszę, którą pobiera zwierzyna tzw. „nadliczbowa”, tj. ta, która jest nadwyżką ponad ekologiczną pojemność łowiska rozpatrywaną z punktu widzenia produkcji drewna.

— sadzone w celu produkcji drewna drzewostany, wykorzystywane w celach filtracji powietrza zanieczyszczonego przez przemysł,

— siane rośliny w celu produkcji ziarna, wykorzystywane jako naturalna pasza zwierzyzny łownej lub materialna podstawa rozwoju pszczelarstwa itd.

Wspólną cechą tych dóbr jest to, że mimo iż stanowią one niezbędny warunek (istotne czynniki) różnych procesów produkcyjnych — ich oddziaływanie w charakterze nakładów produkcji jest pomijane w rachunku efektów produkcji. Interesy produkcji wskutek ograniczonych zasobów wymienionych dóbr są z reguły zabezpieczane przepisami prawnymi i nakładami pracy ochronnej.

Czy w takim przypadku nie występują nakłady pracy społecznej? A w sferze nauki i administracji? Czy ponadto społeczeństwo, ustanawiając i przestrzegając przepis prawny, w samej istocie nie ponosi dodatkowych nakładów pracy? A nakłady na:

— intensyfikację produkcji rolniczej w związku z systematycznie rosnącą ograniczonością gleb?

— intensyfikację produkcji drewna w związku z systematycznie rosnącą ograniczonością drzewostanów?

— instalację elektrofiltrów i oczyszczalni ścieków?

— rewindykację szkół przemysłowych, górniczych, łowieckich? oraz na wiele innych społeczno-gospodarczych form działalności finansowanych z reguły:

— bezpośrednio — z środków budżetu państwa,

— pośrednio — obniżonymi efektami przedsiębiorstw produkcyjnych.

Można zaryzykować stwierdzenie, że dopóki zagadnienie udziału dóbr chronionych w procesach produkcji nie doczeka się analiz ekonomicznych, dopóty będzie brak pewności, czy społeczne korzyści uzyskiwane nakładami tych dóbr są najlepszymi z możliwych. Jest to ogromny problem badawczy, który coraz częściej w ostatnich latach znajduje się w sferze zainteresowań ekonomistów. Dość wspomnieć problematykę wyceny ziemi, drzewostanów i uzasadnianie konieczności uwzględniania nakładów zasobów naturalnych w rachunku ekonomicznym [5].

4.3. DOBRA CHRONIONE W PROCESACH DYSTRYBUCJI

Efekty gospodarcze instytucji realizujących działalność dystrybucyjną są uzależnione od wykorzystywania dóbr chronionych. Turystyka krajowa i zagraniczna nie miałyby racji istnienia; gdyby nie istniały określone dobra materialne stanowiące warunek zaspokajania między innymi potrzeb: poznawczych, estetycznych, emocjonalnych, zdrowotnych, rekreacyjnych. Czy można sobie wyobrazić aktualne dewizowe efekty działalności „Orbisu”, gdyby:

— w lasach polskich nie bytowała zwierzyna, która warunkuje zaspokojenie potrzeb estetycznych i emocjonalnych zagranicznych myśliwych?

— jeziora mazurskie, masywy górskie, określone krajobrazy utraciły swoje dotychczasowe, specyficzne, niepowtarzalne walory?

— powietrze w naszym kraju posiadałoby walory toksyczne?

— nadmorskie plaże były pokryte grubą warstwą mazutu i rozkładającymi się szczątkami ryb i ptaków?

Czy byłyby taka, jak jest obecnie, ilość turystów odwiedzających Tatrzański, Pieniński, Białowiecki i inne parki narodowe, gdyby na tak małych skrawkach powierzchni ziemi nie było tak zróżnicowanych ilościowo i jakościowo elementów naturalnego środowiska, zaspokajających jednocześnie tak wiele zróżnicowanych potrzeb społecznych? Czy udział turystyki w kształtowaniu wielkości dochodu narodowego Bułgarii, Jugosławii, Hiszpanii byłby tak duży, gdyby kraje te nie miały takich unikalnych dóbr naturalnych, jak dostępne do kąpieli przez ponad 5 miesięcy w roku przybrzeżne wody, brzegi o urozmaiconej rzeźbie, powietrze o określonej temperaturze, energia słoneczna o określonym natężeniu itp. dobra naturalne w kompleksie tworzące atrakcyjne turystyczne warunki naturalne?

Staje się zatem zrozumiałe, że działalność usługowa uzdrowisk, kąpielisk, wczasowisk, handlu wewnętrznego i zagranicznego, instytucji i organizacji turystycznych, transportu i wielu innych form usług dla społeczeństwa jest uzależniona od określonej ilości i jakości dóbr chronionych, które wespół z produktami stanowią materialną podstawę działalności dystrybucyjnej. Dobra chronione w procesach dystrybucji mogą być substytuowane produktami i usługami produkcyjnymi. Ekonomiczna analiza udziału dóbr chronionych w działalności dystrybucyjnej jest warunkiem optymalizacji wykorzystania tych dóbr z mikro- i makroekonomicznego punktu widzenia.

4.4. DOBRA CHRONIONE W PROCESACH KONSUMPCJI

Konsumpcja, jako ostateczny cel wszelkiej działalności gospodarczej [3], dotyczy nie tylko produktów, lecz także dóbr chronionych. Ekonomiczne zainteresowania problematyką konsumpcji ograniczają się dotychczas niemal wyłącznie do produktów i usług produkcyjnych. Określenie „konsumpcja lasu o rekreacyjnej lub zdrowotnej wartości użytkowej” może się okazać terminem dziwnym. Tymczasem, jeżeli uzna się, że „...Akt konsumpcji polega na jednorazowej lub rozłożonej w czasie destrukcji (unicestwieniu) przedmiotu konsumpcji, a w wypadku usługi — na częściowym wyczerpaniu części zdolności usługowej w wyniku zaspokojenia określonej potrzeby...” [3], określenie powyższe traci kontrowersyjność. Dla istoty tego stwierdzenia drugorzędne znaczenie ma bowiem czas konsumpcji, który — jak uznano wyżej — może przyjmować wielkości od nieskończenie małych (konsumpcja natychmiastowa) do nieskończenie wielkich (konsumpcja trudno dostrzegalna).

Konsumenci dóbr chronionych wykorzystują rezultaty procesów ochrony bezpośrednio (zaspokajanie potrzeb indywidualnych bez pośrednika) lub pośrednio (rezultaty ochrony są udostępniane, sprzedawane, dzielone, wymieniane przez instytucje dystrybucyjne, agencje itd.).

Do finalnych konsumentów dóbr chronionych można zaliczyć między innymi:

- pojedyncze osoby zbierające grzyby, kąpiące się, biwakujące, wędrujące i w inny sposób wykorzystujące dobra chronione;
- grupy wypoczywające na polanach leśnych i plażach;
- samotnych i grupowych turystów na naturalnych szlakach turystycznych (wodnych, górskich itp.);
- wszystkich ludzi wykorzystujących bezpośrednio wody, gleby, powietrze, naturalną roślinność, świat zwierzęcy itp. dobra chronione.

4.5. KONSEKWENCJE SPRZECZNOŚCI W UŻYTKOWANIU DÓBR CHRONIONYCH

Do czasu, gdy ilość i jakość wymienionych dóbr rozpatrywana z punktu widzenia ściśle określonych potrzeb jest nieograniczona, mają one cechy dóbr wolnych, co oznacza, że można nie kontrolować ich użytkowania. Ograniczoność kwalifikuje je na dobra chronione, co wyraża się między innymi obserwowanymi sprzecznościami, dotyczącymi sposobów wykorzystywania tych dóbr, pierwotnie łagodzonymi i rozwiązywanymi z reguły metodami administracyjnymi. Przykładami są między innymi sprzeczności pomiędzy:

- turystami pieszymi a turystami na pojazdach mechanicznych,
- szukającymi ciszy i samotności a biwakującymi zbiorowo,
- estetami a producentami (spory o pozostawianie starych drzew i drzewostanów, nienaruszonej rzeźby terenów na obszarach płytkiego zalegania kopalin itd.);
- produkcją a transportem (np. spory o tereny przydatne do produkcji rolniczej lub produkcji leśnej, a jednocześnie konieczne na cele budowy autostrad, szlaków kolejowych, linii wysokich napięć, rurociągów itd.);
- produkcją a gospodarką komunalną (np. spory o kierunek rozbudowy miast pomiędzy resortami gospodarki komunalnej, rolnictwa lub leśnictwa) i wiele innych.

Ujawniające się sprzeczności zmuszają do gospodarowania wymienionymi dobrami, które może się nieraz ograniczać wyłącznie do wprowadzenia przepisów limitujących określone formy i rodzaje użytkowania. Nie trudno zrozumieć, że limitowanie użytkowania jako metoda gospodarowania ma ograniczoną przydatność. Jeżeli potrzeby mają tendencję rozwojową, prędzej czy później dochodzi najpierw do omijania przepisu ograniczającego, następnie do lekceważenia i wreszcie przepis traci całkowicie użyteczność. Elastyczne systemy gospodarcze w przypadku rozwojowych tendencji potrzeb na dobra chronione szybko reagują produkcją dóbr i usług zastępujących dobra chronione, np.:

- nawadnia się suche gleby naturalne (w samej istocie produkuje się gleby o większej niż dotychczas wilgotności i zasobności);
- zmienia się skład gatunkowy i strukturę wiekową drzewostanów (produkuje się drzewostany o pożądanej, odpowiadającej rozwijającym się potrzebom jakości);
- naturalne kąpieliska zastępuje się basenami kąpielowymi,
- naturalne zbiorniki i ciekły wodne użytkowane jako śmietniki zastępuje się fabrykami utylizującymi odpady (oczyszczalnie ścieków).

Opóźnienie w decyzjach produkcji dóbr i usług substytuujących dobra chronione z reguły prowadzi do poważnych perturbacji gospodarczych i społecznych, wynikających przede wszystkim z braku informacji o rzeczywistych nakładach i efektach społecznych niekontrolowanego użytkowania dóbr chronionych. Perturbacje te objawiają się głównie stratami górniczymi, łowieckimi itp. lub innymi nakładami społecznymi. O wielkości tych nakładów świadczą częściowo koszty rekultywacji gleb i rekonstrukcji roślinności na Śląsku lub koszty utrzymania zieleni w dużych miastach.

Wydaje się, że wiele z tych kosztów dałoby się uniknąć, gdyby organy odpowiedzialne za decyzje gospodarcze otrzymywały na czas obiektywne, szczegółowe informacje ilościowe i jakościowe o aktual-

nym i spodziewanym użytkowaniu dóbr chronionych. Czy zachodziłaby potrzeba np. apelu o ochronę wód przed ściekami, gdyby organ odpowiedzialny za decyzję w sprawie uruchomienia konkretnej produkcji, a jednocześnie za optymalne zaspokajanie potrzeb społecznych, otrzymał w porę obiektywne informacje ilościowe w aspektach jakości i wartości o skutkach wykorzystania zbiornika lub cieku wodnego (powietrza, lasu, gleby) jako śmietnika lub utylizatora odpadów przemysłowych, komunalnych, komunikacyjnych itp.? Staje się zatem oczywiste, że potrzebne jest nie tylko śledzenie wykorzystania dóbr chronionych, lecz także planowanie, programowanie, organizacja i zarządzanie i kontrola ich wykorzystywania.

W pewnych ściśle określonych przypadkach wykorzystywanie dóbr chronionych może być sterowane przepisami, w innych jednakże konieczne jest zastosowanie ceny korzystania, która w warunkach gospodarki towarowo-pieniężnej jest jednym z najlepszych mechanizmów sterujących procesy gospodarcze [7]. Cena korzystania może występować w różnych formach, z których między innymi można wymienić: podatek, tenutę dzierżawną, bilety wstępu, karty pływackie. Zastosowanie ceny (nie zawsze realizowanej — czasami szacowanej) wykorzystywania dóbr chronionych ułatwia nie tylko kontrolę wymienionego wykorzystywania i wnioskowanie o wykorzystywaniu przyszłym, lecz warunkuje przede wszystkim racjonalność społecznego postępowania gospodarczego w tych przypadkach, gdy dobra chronione stanowią niezbędne i niezastąpione czynniki procesów gospodarczo-społecznych.

ZAKOŃCZENIE

Na podstawie przedstawionych rozważań można stwierdzić, że wynik analizy jakiegokolwiek procesu gospodarczego będzie nieprawidłowy, jeżeli w analizie tej będzie się pomijać udział dóbr chronionych w kształtowaniu prawidłowości rządzących tym procesem. Problemu tego nie można rozwiązać bez szczegółowej charakterystyki dóbr chronionych w ekonomicznych miernikach naturalnych i społecznych. Charakterystyka taka jest warunkiem optymalnego rozwiązywania sprzeczności pomiędzy różnymi i szybko różnicującymi się potrzebami społecznymi oraz możliwościami zaspokojenia tych potrzeb.

Pominięto dokładniejsze omówienie udziału usług ochronnych w zjawiskach i procesach gospodarczych. Jest to zagadnienie równie ważne jak zagadnienie dóbr chronionych. Mogą powstać kontrowersje co do związku terminu „dobra chronione” z terminem „zasoby naturalne”. W opracowaniu niniejszym chodziło nie tyle o podanie ostatecznych ustaleń, do których jest jeszcze bardzo daleko, ile o wykazanie, że ochrona przyrody i jej zasobów jest ważnym problemem ekonomicznym, który powinien znaleźć należne mu miejsce w systemie nauk ekonomicznych. Reasumując można stwierdzić że:

1. Ochrona przyrody i jej zasobów jest integralną składową procesów gospodarowania dobrami materialnymi.

2. Istotę ekonomicznej treści pojęcia „ochrona przyrody i jej zasobów” stanowi świadomie i celowo realizowana działalność człowieka w przyrodzie, obliczona na zachowanie dóbr materialnych powsta-

łych w rezultacie wyłącznego oddziaływania przyrody na rzecz mniej dokładnie określonych użytkowników.

3. Rezultatami ochrony przyrody są materialne „naturalne dobra chronione” i czynności ochronne pojedynczych osób i instytucji zajmujących się ochroną. Czynności te proponuje się określać pojęciem „usługi ochronne”.

4. Dobra chronione i usługi ochronne są istotnymi czynnikami procesów gospodarczych i jako takie są one dobrami i usługami gospodarczymi.

5. Dobra chronione i usługi ochronne mogą spełniać różne funkcje gospodarcze, występujące przede wszystkim w charakterze istotnych czynników procesów: ochrony, produkcji, dystrybucji i konsumpcji.

6. Użytkowanie (wykorzystywanie, konsumpcja) dóbr chronionych i usług ochronnych ma wiele cech wspólnych z użytkowaniem (wykorzystywaniem, konsumpcją) innych dóbr i usług gospodarczych.

7. Użytkowanie dóbr i usług ochronnych można rozpatrywać z wielu punktów widzenia, m.in. czasu użytkowania, miejsca użytkowania, form użytkowania, celu użytkowania itd.

8. Dobra „ochronne”, np. lasy, służą, podobnie jak dobra gospodarcze np. „lasy gospodarcze”, celom gospodarczym. To oznacza, że używanie pojęć „lasy ochronne” i „lasy gospodarcze” jako przeciwstawnych nie wydaje się prawidłowe.

9. Realia gospodarki narodowej wymagają, by szczegółowo analizować udział dóbr chronionych i usług ochronnych w wyodrębnianych z różnych przyczyn procesach gospodarczych.

10. Analiza dóbr chronionych i usług ochronnych w procesach gospodarczych wymaga szczegółowej charakterystyki tych dóbr w ekonomicznych miernikach naturalnych i społecznych, tj. w kategoriach wartości użytkowej i wartości.

11. Różne formy użytkowania dóbr chronionych i usług ochronnych mogą pozostawać w określonym stosunku do innych form użytkowania tych dóbr lub w stosunku do innych form użytkowania innych niż chronione dóbr materialnych.

12. Badanie wzajemnego związku różnych form użytkowania dóbr chronionych i usług ochronnych z innymi dobrami i usługami jest warunkiem prawidłowego wyboru takich form użytkowania zasobów naturalnych, które odpowiadać będą optymalnemu zaspokajaniu bieżących i przyszłych potrzeb społecznych.

13. Ochrona dóbr materialnych powstałych w rezultacie wyłącznego oddziaływania sił przyrody przed ich zużyciem w zbyt wąskich granicach czasu i w zbyt szerokich granicach przestrzeni przez różne podmioty gospodarowania jest chronologicznie pierwszym etapem gospodarowania danym rodzajem dóbr materialnych, poprzedzających etap produkcji tych dóbr.

14. Konieczne są dalsze interdyscyplinarne badania naukowe w celu bardziej wyczerpującego określenia miejsca i zakresu ochrony przyrody w różnych strefach gospodarczej i społecznej działalności. Badania te warunkują optymalne rozwiązywanie sprzeczności pomiędzy różnicującymi się potrzebami społecznymi i możliwościami zaspokojenia tych potrzeb.

LITERATURA

- [1] Gray J.R., Anderson L.W. — *Use of Natural Resources in the Ruidoso Ranger District*, Bull. 489 Agricultural Experiment Station, New Mexico State, University, 1964.
- [2] Jaroszewicz P. — *O większy udział nauki w społeczno-gospodarczym i kulturalnym rozwoju Polski* (przemówienie na inauguracji Roku Nauki Polskiej) 24.01.1973.
- [3] *Konsumpcja w gospodarce planowej* — praca zbiorowa, PWE, Warszawa, 1971.
- [4] Lange O. — *Ekonomia Polityczna*, t. I PWN, Warszawa, 1959.
- [5] Nowożyłow W.W. — *Nakłady i wyniki w planowaniu optymalnym*, PWN, Warszawa, 1970.
- [6] Odum E. — *Podstawy Ekologii*, PWRiL, Warszawa, 1963.
- [7] Pabst H.R. — *Ansätze zur Bewertung der Sozialfunktionen des Waldes*, Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, B.35, Stuttgart, 1971.

ZNACZENIE BADAŃ EKOLOGICZNYCH DLA RACJONALNEGO UŻYTKOWANIA BIOSFERY *

Osiągnięcia ekologii polskiej w ogóle, a w tym zakresie podstaw racjonalnej gospodarki w biosferze, stawiają ją w czołówce badań światowych. Dorobek ekologii polskiej doczekał się specjalnych opracowań (por. wykaz wybranych pozycji), toteż mogę tu wymienić przykładowe osiągnięcia zupełnie skrótowo. Duży dorobek nie oznacza bynajmniej, że sytuacja jest zadowalająca; o tym jednak później.

Wcześniej lub później do racjonalnej gospodarki w biosferze przydatne będą prawdopodobnie wszystkie lub większość informacji ekologicznych. Wymienię tu pokrótce jedynie te, których przydatność i użyteczność już jest oczywista. Dorobek jest nierównomierny w poszczególnych z wymienionych niżej punktów — w niektórych znaczny, w innych dopiero się rozwijający.

Populacjologia:

- zależność między strukturą przestrzenną i wiekową a liczebnością i jej dynamiką;

- zależność między „stacjonarną” a migracyjną częścią populacji i związek z kondycją, przeżywalnością itd.;

- trudność bądź niemożliwość powiększenia liczebności populacji przez sztuczne dogęszczanie, możliwość zaś — przez zmiany w środowisku, prawdopodobnie poprzez modyfikację stosunków między organizmami;

- poznanie wymogów i aspektów życiowych szeregu gatunków zwierząt i roślin, w tym gatunków aklimatyzowanych i introdukowanych, co pozwala planować zasiedlenie i dobór gatunków w środowiskach zdegradowanych lub specyficznych (np. zasolone, zatrute, miejskie itd.);

- wytypowanie szeregu gatunków i grup wskaźnikowych — np.: porosty i odczyn kory niektórych drzew jako wskaźnik koncentracji SO_2 ; mchy jako wskaźniki zagrożenia metalami ciężkimi, ze względu na duże zdolności kumulacji tych metali w tkankach itd.;

- wyhodowanie odmian odpornych na pewne czynniki środowiskowe, w tym biotyczne;

- analiza reakcji szeregu gatunków na różnego rodzaju toksyny;

- analiza reakcji szeregu gatunków na „wydeptywanie” (wykonana z punktu widzenia odporności szaty roślinnej na ruch turystyczno-rekreacyjny).

* Nie poruszam tu zupełnie spraw ekologii człowieka i ekologii morza.

Populacja w ekosystemie:

- opisy i prawidłowości dynamiki szeregu gatunków;
- wykazanie znaczenia zależności konkurencyjnych dla szeregu gatunków;
- wykazanie reakcji szeregu gatunków na eksploatację, w tym drapieżnictwo (mszyce, wrotki, *Chironomidae*, gryzonie, zwierzęta łowne itd.);
- analiza odżywiania się (składu i ilości pobieranego pokarmu w zależności od czynników środowiskowych);
- analiza bilansu bioenergetycznego szeregu gatunków.

Biocenozy i ekosystemy:

- rozpoznanie naturalnej roślinności potencjalnej na znacznym obszarze kraju, dające podstawy do racjonalnego przyrodniczo zagospodarowania terenu szatą roślinną;
- łąkarskie i leśne oraz glebowe klasyfikacje siedlisk (znaczenie — jak wyżej);
- oszacowanie bilansów energetycznych kilku ekosystemów, oceny roli różnych grup organizmów i części ekosystemów w ich produkcji oraz rozpoznanie szeregu prawidłowości i powiązań w obrębie różnych ekosystemów w ramach badań nad produktywnością biologiczną;
- oceny kumulacji, jak również rozkładu trucizn w różnych ekosystemach i ich częściach składowych;
- opis prawidłowości sukcesji ekologicznych w szeregu konkretnych sytuacji.

Ingerencja w ekosystemy pod kątem ich uzdrowienia, rekultywacji, zwiększenia odporności itd.:

Dorobek w tym zakresie jest dość duży, jednakże rozproszony. Można by go arbitralnie podzielić na:

1. Ingerencje biologiczne mające na celu poprawę środowiska,
2. Zabiegi techniczne:
 - a) podejmowane w celach gospodarczych, zwykle szkodliwe dla środowiska,
 - b) podejmowane dla poprawy środowiska.

1. Ingerencje biologiczne mające na celu poprawę środowiska:

- przebudowa składu gatunkowego lasów i łąk w celu ich lepszego dostosowania do środowiska, a tym samym poprawy kondycji, zdrowotności, odporności na niekorzystne czynniki środowiskowe i biotyczne;
- fitomelioracja w sensie kształtowania szaty roślinnej dla poprawy środowiska, np. podniesienie żyzności gleb (np. przez rośliny motylkowe) i ochrony przed erozją (zabudowa roślinna cieków i ich otoczenia, zboczy górskich, dróg itd.);
- rekultywacja środowisk zniszczonych (kopalnie odkrywkowe, hałdy, wyrobiska, tereny zatrute gazami, pyłami itd.) przez introdukcję gatunków roślin o odpowiednich właściwościach oraz oparcie się o prawa sukcesji ekologicznej;
- badania nad introdukcją drapieżnych lub pasożytniczych stawonogów, jak również grzybów i bakterii, w celu redukcji bądź regulacji liczebności gatunków szkodliwych;

— ogniskowo-kompleksowa metoda ochrony lasu, polegająca na wzbogaceniu w ubogich, jednogatunkowych drzewostanach, zoocenozy (pełniacej rolę regulacyjną) poprzez wzbogacenie na niewielkiej przestrzeni szaty roślinnej oraz inne środki uatrakcyjnijające środowisko dla fauny (budki, zbiorniki wodne, dokarmianie itp.);

— analiza roli środowiskowej i biocenotycznej pasów leśnych oraz innych elementów różnicujących (miedze, krzewy itd.) w agrocenozach;

— introdukcja gatunków roślin przystosowanych do znoszenia specyficznych warunków (zatrucie, zapylenie itd.);

— introdukcja gatunków oraz operowanie liczebnością i strukturą populacji w celu kierunkowego kształtowania środowiska: np. ryby roślinożerne hodowane w celu likwidacji nadmiernie rozwiniętej roślinności, ryby planktonożerne — dla usuwania zakwitów planktonu (na razie badania na etapie wstępnym — opanowanie masowej hodowli i analizy odżywiania), duże obsady ryb w stawach, kształtujące rozwój zespołów planktonu i bentosu;

— szata roślinna w aglomeracjach miejskich — jej rola pyło- i gazochłonna, odświeżanie środowiska, ochrona przed hałasem, tworzenie mikroklimatu i bioklimatu (substancje specyficzne oddziałujące na fizjologię i psychikę);

— kompleksowe metody ochrony roślin — poprzez odpowiednie środki, dawki i terminy oraz kombinację zabiegów chemicznych i biologicznych, dążące do minimalizacji szkodliwych efektów dla środowiska.

2. Zabiegi techniczne:

a) nie uwzględniające problemów ochrony środowiska.

W tego typu sytuacjach prowadzone są badania mające na celu ocenę stopnia szkodliwości przekształceń środowiska dla biosfery. Dysponujemy sporym zasobem wyników prac dotyczących wpływu na biocenozy:

— zatruc i zanieczyszczeń różnego rodzaju w ekosystemach lądowych i wodnych;

— zapylenia;

— zmiany sytuacji hydrologicznej w efekcie melioracji, wielkich budowli wodnych in.;

— budowy dróg, transportu itd.;

— wydeptywania szaty roślinnej;

— różnych sposobów (konkretnych środków chemicznych, wielkości dawek i ich częstotliwości) chemicznej ochrony roślin, jak również obserwacji nad kumulacją oraz rozkładem różnych trucizn w szeregu sytuacji;

b) podejmowane dla ochrony środowiska.

W tych sytuacjach rola badań ekologicznych polega na analizie wpływu zabiegów na biocenozy i ekosystemy, oraz na konfrontacji zjawisk zachodzących z przewidywanymi. Można tu zaliczyć:

— stwierdzenie poprawy stanu czystości jeziora dzięki usuwaniu przeżyźnionych wód głębinowych i zastępowaniu ich czystsza wodą dopływów powierzchniowych;

— analizę procesów glebowych i biocenoz na terenach „rolniczego” oczyszczania ścieków;

— analizę procesów w różnego rodzaju stawach oczyszczania ście-

ków, w tym w stawach z intensywną hodowlą ryb, stymulujących samooczyszczenia i wykorzystujących nadmiar substancji organicznej na budowę swojej biomasy;

— badanie procesów biologicznych w oczyszczalniach ścieków różnego rodzaju;

— badania przemian biotycznie-środowiskowych przy kompostowaniu odpadów.

Z powyższego hasłowego przeglądu dorobku ekologii polskiej w zakresie ochrony biosfery widać, że jest on duży. Wydaje się, że ekologia polska i pod tym względem nadąza za czołowymi potęgami ekologicznymi świata, co bynajmniej nie świadczy, że mamy być z sytuacji zadowoleni; jest ona wysoce niedoskonała.

Wprawdzie w większości zagadnień ochrony i gospodarki w biosferze są prowadzone badania, często dorobek jest obfity ilościowo, a nawet cenny jakościowo, jednakże cechuje go kilka grzechów głównych:

— za małą docelowość badań (za dużo prac opisowych);

— za małą koordynację, a nawet informację o badaniach;

— prawie brak prób podsumowań i uogólnień, choć dorobek światowy, a nawet krajowy jest często olbrzymi;

— za małe uwzględnienie badań wielospecjalnościowych, w tym środowiskowych oraz za małe powiązanie różnych badań, nawet prowadzonych w tym samym ekosystemie.

Uległo to znacznej poprawie dzięki Międzynarodowemu Programowi Biologicznemu, a zwłaszcza problemowi węzłowemu 0.9.1.7. („Produktywność ekosystemów”), który skupia znaczną ilość różnych instytucji i specjalistów. Niemniej sytuacja nadal jest wysoce niezadowolająca.

W dalszym rozwoju ekologii jako nauki o racjonalnym gospodarowaniu biosferą konieczne będą zarówno badania podstawowe, jak i działalność ściśle związana z praktyką, która zresztą z reguły kolosalnie wzbogaca zasób wiedzy podstawowej.

W zakresie prac teoretycznych jako ważne i pilne nasuwają się problemy następujące:

— bogactwo i dobór gatunków a stabilność biocenoz i ekosystemów;

— struktura (różnicowanie środowiska, zróżnicowanie i zmienność rozmieszczenia organizmów, wielkość i wiek, ruchliwość, stosunki poziomów troficznych, specjalizacja pokarmowa itd.) a funkcja biocenoz, zespołów, populacji;

— badania nad krążeniem materii;

— modele funkcjonowania ekosystemów, które pozwalają na szybkie sprawdzenie efektów różnych działań na ekosystem. Przy tym praca nad modelowaniem matematycznym ekosystemu zmusza do jasnego zdania sobie sprawy z braków i luk, do hierarchizacji zadań badawczych, do wiązania ze sobą różnych składowych ekosystemu, do spojrzenia na ekosystem jako całość. Tak więc bez przesady można chyba powiedzieć, że praca nad modelowaniem matematycznym ekosystemów w celu prognozowania ich zmian i reakcji może stać się istotnym środkiem do przezwyciężenia głównych, wymienionych wyżej bolączek ekologii. Jest to szczególnie ważne wobec znanej długotrwałości badań ekologicznych. Jest samo przez się zrozumiałe, że modelowanie nie może się ograniczać jedynie do strony matematyczno-cybernetycznej,

że konieczna jest praca empiryczna, głównie eksperymentalna, jednakże konstruowanie modelu może pozwolić na optymalizację tych badań;

— organizacja krajobrazu, docelowe jego zróżnicowanie w celu stabilizacji i optymalizacji warunków środowiskowych i biotycznych. Kierunek ten powinien się opierać na podsumowaniu dorobku w tej dziedzinie oraz na dalszych pracach nad kontaktami i oddziaływaniach różnych ekosystemów i ich fragmentów (mikroklimat, krążenie wody i pierwiastków, migracje organizmów itd.);

— zależności typu sterowniczego — czynniki o niewielkiej roli bezpośredniej w przepływie energii i krążeniu materii, mogące jednak o tych procesach decydować przez ich stymulowanie bądź ukierunkowanie (mikroelementy, substancje specyficzne, dostarczanie pewnych substancji w okresach ich braku itd.).

Oczywiste jest, że prócz wymienionych tu problemów nadal istotne będą prace nad powiązaniem w ekosystemach, typu wymogów środowiskowych, drapieżnictwa, pasożytnictwa, konkurencji itd. Oczywiście jest też, że wymienione problemy powinny być badane w różnych sytuacjach — od ekosystemów naturalnych do skrajnie uproszczonych i zmienionych przez człowieka. Nie powtarzam tu szeregu problemów wymienionych w części poświęconej osiągnięciom, większość z nich zasługuje na kontynuację i rozwijanie.

Wymieniono wyżej szczególnie ważne i pilne, jak się wydaje, problemy podstawowe. Badania te muszą być długofalowe. Tymczasem problemy ochrony biosfery i środowiska są często, a nawet przeważnie — naglące. Do takich należą sprawy rekultywacji, decyzji o lokalizacji obiektów przemysłowych, rekreacyjnych itd., decyzji o sposobie użytkowania terenu (lasy, łąki, pola itd.), w tym ulepszenia jego użytkowania i organizacji.

Przykładowo wspomnę tu o znanym fakcie nieprzemyślnych melioracji bagien, których rola retencyjna w bilansie wodnym kraju jest znacznie ważniejsza niż wykorzystanie pod użytki zielone; o nieracjonalnym zajmowaniu gleb najślabszych pod uprawy, podczas gdy znacznie racjonalnej byłoby hodować na nich lasy; to samo dotyczy potrzeby pozostawienia łągów na wielu terenach podmokłych, przyrzecznych itd., restauracji niesłusznie zlikwidowanych licznych drobnych zbiorników retencyjnych itd. Znanym paradoksem jest masowe produkowanie i stosowanie nawozów sztucznych, które w ogromnym procencie wpływają do wód wzmagając ich zanieczyszczenie, a przy tym powodują niekorzystne zmiany w glebach, podczas gdy z drugiej strony stoimy wobec problemu nadmiaru żywności — ścieków i odpadków; narzuca się potrzeba zużycia tych ścieków i odpadów jako nawozów, zamiast nawozów mineralnych, poprzez rolnicze wykorzystanie ścieków, kompostowanie itd.; poprawiłoby to m.in. strukturę gleby, co z kolei umożliwiłoby utrzymanie w niej substancji mineralnych, zapobiegałoby ich wypłukiwaniu.

W celu ochrony wód, a zarazem wychodząc naprzeciw potrzebom zróżnicowania krajobrazu rolniczego, zagospodarowania dla turystyki i rekreacji itd. należy koniecznie stworzyć pasy krzewów, łąk i lasów wokół zbiorników i cieków wodnych. Są to przykłady pilnych posunięć organizacyjnych, a tym samym — „decyzji ekologicznych”.

W tym zakresie niezbędny jest oczywiście plan przestrzennego zagospodarowania kraju i jego rejonów, a więc inicjatywa musi wyjść

od geografów i planistów. Opiniodawstwo musi objąć szeroki zespół specjalności — oprócz wymienionych — geologów, hydrologów i gleboznawców itd., ale także i niezbędnie — ekologów, jako specjalistów najlepiej rozumiejących funkcjonowanie ekosystemów. Bardzo często wiedza, na której decyzje zostaną oparte jest niewystarczająca. Skoro jednak decyzje muszą być podjęte, lepiej je oprzeć o pełniejsze, choć nie pełne, rozeznanie i krąg specjalistów. Niezbędna jest odpowiednia organizacja i środki, aby doprowadzić do takiego wielostronnego opiniodawstwa i podejmowania decyzji.

Jak wyżej wskazywano, dorobek i potencjał ekologii polskiej jest duży, ale rozproszony, często prowadzony żywiołowo, bez określonej tezy roboczej, dublowany przez różne placówki itd. Główny problem — jak ten potencjał racjonalnie i efektywnie wykorzystać. Powołanie do życia problemów węzłowych i instytucji koordynujących było istotnym krokiem w tym zakresie. Wydaje się, że ulepszenie tej drogi i eliminacja niedociągnięć może być właściwym rozwiązaniem. Niezbędne kroki w tym kierunku to:

— wytypowanie, po szerokiej dyskusji w komitetach naukowych, najważniejszych problemów i powierzenie ich instytucjom koordynującym, ze wskazaniem, jakie instytucje i specjalności powinny być objęte planem; prowadzenie badań pod protektorem kilku komitetów naukowych; zapewnienie organizacji (pisemne recenzje niezbyt wąskiego zespołu opiniodawców, odpowiednio finansowane itd.) zabezpieczającej maksymalną racjonalność i efektywność badań;

— hierarchizacja badań i prowadzenie ich metodą stopniowych przybliżeń — najpierw informacje najważniejsze, ew. potem, stopniowo, coraz bardziej szczegółowe;

— konieczność zapewnienia efektywnej współpracy różnych resortów i kontroli badań w koordynowanych placówkach.

LITERATURA*

- [1] Andrzejewski R. — *Ekologia a łowiectwo*, Wiad. ekol., 17, 227—233, 1971.
- [2] Backiel T., Grygierek E. — *Ekologia a rybactwo. Kilka zagadnień*, Wiad. ekol., 18, 3—16, 1972.
- [3] Figuła K. — *Rola ekologii w zagadnieniach melioracyjnych*, Zesz. nauk. WSR, Kraków, S. Melioracja, 1, 45—61, 1963.
- [4] Gawłowska J. — *Ochrona przyrody i jej rola w 25-leciu PŁ*, Nauka Pol. 1, 51—67, 1971.
- [5] Greszta J., Morawski S. — *Rekultywacja nieużytków przemysłowych*, PWRiL, Warszawa, 264 str., 1972.
- [6] Herman W. — *Ekologia a zootechnika*, Wiad. ekol., 16, 277—284, 1970.
- [7] Kajak Z. — *Potrzeby i możliwości badań w zakresie przeciwdziałania niekorzystnym skutkom eutrofizacji*, Wiad. ekol., 18, 148—168, 1972.
- [8] Kajak Z. — *Z dorobku ekologii polskiej w 25-leciu powojennym*, Wiad. ekol., 18, 239—265, 1972.

* Obszerny przegląd ekologicznego piśmiennictwa polskiego zawiera *Polish Ecological Bibliography*, wydawana przez Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny k. Warszawy.

- [9] Kajak Z., Dobrowolski K. A. — *Osiągnięcia ekologii w 25-leciu Polski Ludowej*, Nauka Polska, 6, 44—61, 1970.
- [10] Kostrowicki A. S. — *Z problematyki badawczej systemu człowiek-środowisko*, Przegl. geogr., 42, 3—18, 1970.
- [11] Kostrowicki A. S. — *Możliwości oceny środowiska przyrodniczego przy pomocy wskaźników roślinnych*, Przegl. geogr., 43, 335—338, 1971.
- [12] Listowski A. — *O rolnictwie dni jutrzejszych*, Post. Nauk. roln., 2/71, 3—20, 1971.
- [13] Medwecka-Kornaś A. — *Ekologia a ochrona przyrody*, Wiad. ekol., 17, 337—352, 1971.
- [14] Mikulski Z. — *Hydrologia a hydrobiologia*, Ekol. Pol., B, 14, 91—97, 1968.
- [15] Obmiński Z. — *Ekologia a węzłowe problemy współczesnego leśnictwa*, Wiad. ekol., 16, 107—116, 1970.
- [16] Obmiński Z. — *Funkcja lasów i zadrzewień w środowisku przyrodniczym człowieka jako problem naukowo-badawczy*, Post. Nauk. roln., 2/71, 21—26, 1971.
- [17] Okruszko H., Prończuk J. — *Rozwój i osiągnięcia nauki w zakresie melioracji, łąkarstwa i torfoznawstwa*, Wiad. Inst. Melior. i Użytków Ziel., 10, 129—140, 1971.
- [18] Petruszewicz K. — *Ekologia w Międzynarodowym Programie Biologicznym*, Ekol. Pol., B, 9, 263—265, 1963.
- [19] Petruszewicz K. — *Ważniejsze osiągnięcia ekologii polskiej na tle trendów rozwojowych w tej gałęzi biologii*, Wiad. ekol., 18, 229—238, 1972.
- [20] Prończuk J. — *Użytki zielone w świetle nowoczesnych pojęć ekologicznych i gospodarczych*, Wiad. ekol., 16, 207—214, 1970.
- [21] Sandner H. — *Ekologia a ochrona roślin*, Wiad. ekol., 17, 95—103, 1971.
- [22] Siuta J. — *Ekologia a rolnictwo (wybrane zagadnienia)*, Wiad. ekol., 17, 3—17, 1971.
- [23] Stangenberg M. — *25 lat limnologii polskiej 1945—1970*, Nauka Polska, 1, 65—83, 1971.
- [24] Trojan P. — *Zadania i możliwości ekologii w zakresie problematyki „Człowiek i Środowisko”*, Wiad. ekol., 18, 282—293, 1972.
- [25] Węgorek W. — *Integracja metod walki z chorobami, szkodnikami i chwastami jako nowoczesny kierunek działania ochrony roślin*, Post. Nauk. roln., 1/97, 99—114, 1966.

R. H. Wright: *Nauka o zapachu*. PWN, Warszawa, 1972, str. 214, ilustr.

Seria popularnej biologicznej literatury naukowej PWN (w krajach anglosaskich nazywałoby się ją „bio-science paperbacks”) przyswoiła nam nową, cenną pozycję piśmiennictwa tego typu, *Naukę o zapachu*, wydaną w oryginale przez znaną londyńską oficynę wydawniczą Georg Allen and Unwin osiem lat wcześniej.

Określenie „popularna literatura naukowa” ma w przypadku tej serii znaczenie szczególne. Znajdujemy bowiem w niej książki (jak np. świetne *Zachowanie się zwierząt* W. G. Van der Kloota — omówione w „Kosmosie” A, 21, 1972, nr 2) „czytające się” nie trudniej niż pozycje z bratniej „Biblioteki Problemów” (choćby podobny tematycznie do omawianego dziś tom 159, *Oko i mózg* R. L. Gregory’ego). Opatrzono są one jednak spisami oryginalnego, źródłowego piśmiennictwa, co od razu nadaje im o szczebel wyższą rangę.

Dawne kanony dramaturgii postulowały jedność akcji, miejsca i czasu. Recenzowana książka spełnia te postulaty. Do pewnego stopnia jest dramatem: mówi o sprawach walki zwierząt o „chleb powszedni”, o „miłości” i trudnych sprawach orientacji w otaczającym świecie. Tyle, że „chlebem” bywa fermentujący banan, „miłość” ogranicza się do spraw czysto seksualnych (ale czy tu autor odbiega od współczesnych literatów, dramaturgów i scenarzystów?...), „orientacja” zaś dotyczy dosłownie rozpoznania miejsca i drogi. No i bohaterami nie są tak modne dziś bestiae humanae, ale zwykłe, tak piękne w swej zgodności z naturą, animalia — zwierzęta. Choć w gruncie rzeczy prawdziwym bohaterem książki jest jednak ukryty między jej wierszami człowiek. Uparty, dociekliwy, pomysłowy człowiek-badacz. Czasem zwyciężający w walce wręcz z nieznanym, czasem zadowolający się namiastką zwycięstwa (jak w przypadku syntetyzowania sztucznych chemicznych atraktantów płciowych miast badania naturalnych), czasem ponoszący porażkę (bo czyż w końcu wiemy już, jak *Drosophila* kieruje się do banana?!).

Akcją książki jest poznawanie tajemnic węchu — jego fizjologii, psychologii wrażeń, wzajemnego związku obu tych aspektów, no i biologicznej roli tego mało spopularyzowanego zmysłu.

Miejscami akcji są laboratorium i — teren.

Czas akcji: przełom lat 1950 i 1960, co zwłaszcza odzwierciedla się w spisach piśmiennictwa.

Dobry dramat jest wielopłaszczyznowy. Dobra książka naukowa również powinna być taka. Nie ma wątpliwości, że autor omawianej publikacji zdawał sobie z tego w pełni sprawę. Postawił też sobie od razu jako cel opowiadanie „o fascynującej i ważnej a ciągle jeszcze niewyjaśnionej tajemnicy, związanej z odczuwaniem zapachu” przedstawiając jednocześnie „mechanizm dociekań naukowych i jego działanie, nie tylko przy stołach laboratoryjnych, lecz także wśród tomów fachowej literatury i w umysłach pracujących badaczy” (s. 9).

Pierwsze dwa rozdziały mają charakter wstępny. Poświęcone są celowi nauki, podstawowym założeniom nauk przyrodniczych i ich metodzie.

Jeśli chodzi o pierwszą sprawę, to Wrighta nie można z pewnością nazwać romantykiem. Pamiętam, jak na posiedzeniu naukowym poświęconym Instytutowi im. Nenckiego prof. Jan Dembowski po omówieniu tematyki ówczesnego Zakładu Biologii powiedział, że powodem dla którego nią się zajmujemy, jest to, iż „ona nas interesuje”. Taki cel badań (zresztą expressis verbis nie ujawniony) byłby

przez autora zaliczony do motywów indywidualnych. Cel wspólny jest według niego „bardzo prosty: nauka musi się opłacać” (s. 11). Miejmy nadzieję, że nie będzie on tak szczerze sformułowany przez nadchodzący II Kongres Nauki Polskiej. Stąd bowiem bliska droga do perspektyw, którymi kończy się *Stara Ziemia* Jerzego Żuławskiego...

Cytaty wyrażają często myśl autora, który z nich korzysta. Na pewno dotyczy to autora tak skoncentrowanego jak Wright. Toteż jego założeń naukowych poszukamy w cytatach: »Uczmy się marzyć, [...] ale strzeżmy się publikowania naszych marzeń zanim [...] nie udowodnimy ich prawdziwości« (Kekulé) oraz, że »najważniejszym zadaniem [...] jest dochodzenie za pomocą czystej dedukcji do uniwersalnych, podstawowych praw, według których zbudowany jest Wszechświat.« Zaś »tylko intuicja oparta na dokładnym zrozumieniu doświadczenia może je osiągnąć« (Einstein). Brak miejsca nie pozwala na dalszą charakterystykę autora, wyłaniającą się z różnych stwierdzeń, jak choćby to, że zupełnie niesłusznie uważa się, iż idealny naukowiec powinien być „obojętnym obserwatorem o chłodnym umyśle” (s. 13). Czytelnik sam musi rozstrzygnąć wątpliwość, czy autor podziela wiarę Faradaya w „jedność Natury — to znaczy, że wszystkie zjawiska występujące w przyrodzie można połączyć w jeden system myślowy” (s. 11).

Intryga naszego „dramatu o węchu” zaczyna się w rozdziale trzecim. Staje w nim problem, jak to się dzieje, że węch, „ten nieukierunkowany zmysł może wywoływać ukierunkowane reakcje”, takie jak tropienie śladu przez psa, ucieczkę jelenia od zwietrzonego myśliwego, odnalezienie fermentującego banana przez wywilżnię owocową (*Drosophila*) czy odnalezienie samiczki ómy z odległości wielu kilometrów przez samca. Następny rozdział ukazuje drogę poszukiwań odpowiedzi, pierwsze sukcesy i niepowodzenia badaczy muszki owocowej, by zakończyć się (s. 30) konkluzją, że „nieprawidłowa teoria prowadząca, do owocnego doświadczenia jest lepsza niż żadna”, zaś „jednym z [...] zadań [...] teorii jest pobudzanie do prowadzenia doświadczeń [...]”.

Podobnie rzecz się ma z następnymi sześcioma rozdziałami, w których tytułowa problematyka — omawiana na przykładach odnajdywania miejsca na złożenie jaj przez różne owady (s. 42—45), atraktantów płciowych (s. 46—64), orientacji węchowej u ryb (s. 81—96) i psów (s. 97—107) — rozsnuta jest na kanwie fascynujących opisów rozwiązywania postawionych pytań i ożywiona nieco tajemniczymi sprawami przyciągania przez wędzarnie „dymnych much”, albo innych owadów przez domowy środek bielący, płyn do prania „Tri”, a nawet zwykłą naftę (s. 45—46).

Jedność akcji nie może jednak być traktowana dosłownie. Dobra powieść kryminalna zawiera zawsze wątki uboczne, zawężające intrygę, nadające jej zawiesistość, stanowiące *differentiam specificam* tego gatunku literackiego w porównaniu z prostą nowelą detektywistyczną. Coś jak różnica pomiędzy muzycznym rondem lub tematem z wariacjami a allegrem sonatowym. Gdyby Wrighta porównywać do znanego kompozytora, to nie byłby podobny do Bacha, ale raczej do Czajkowskiego czy Mahlera. Jego *Nauka o zapachu* jest „symfonią popularnonaukową”. Nim rozpocznie mówić o roli zapachów w życiu owadów, wspomina o innych ich zmysłach (s. 40—41). Węchową orientację *Nemeritis canescens* szukającej gospodarza ożywia uwagą o próbach uczenia preimaginalnego tej owadziarki (s. 44). Sprawę atraktantów chemicznych wiąże ze sterylizacją i innymi sposobami zwalczania szkodników (s. 62—64).

Zwłaszcza druga połowa książki nasycona jest zagadnieniami pokrewnymi do wątku podstawowego.

Rozpoczyna ją rozdział o zapachu jako źródle informacji, podający w skondensowanej postaci pojęcia ilości informacji, pojemności kanału informacyjnego

i pokrewne (s. 108—112) — wykorzystane następnie (s. 113—114, 172—177) do zagadnienia klasyfikacji zapachów. W tej części znajdziemy podstawowe wiadomości o neuronie i impulsie nerwowym (s. 111—119, 120—121) oraz zagadnienia natężenia wrażeń zmysłowych (s. 125—133) wiążące impulsację nerwową z omówioną w pierwszej części sprawą wrażliwości węchowej (s. 66—79) — zwłaszcza z prawem Webera-Fechnera. Tutaj czytelnik znajdzie też pewne sprawy z rachunku prawdopodobieństwa (s. 133—137), jak np. równanie Poissona. Do tego dochodzi omówienie receptora węchowego człowieka (s. 116—118, 120, 123—124) i dróg nerwowych oraz reprezentacji węchu z mózgu (s. 122). Uzupełniają te wiadomości wzmianki o częściowej anosmii u ludzi (s. 173—176).

Ostatnie 65 stron czytelnik mniej zżyty z chemią organiczną i fizyką powinien czytać z wypoczętym umysłem. Zagadnienie bowiem od czego zależy zapach poprzedza autor wykładem chemii — związków aromatycznych (s. 140—154), omówieniem stereoizomerii (s. 156—163). Na tej dopiero podstawie omawia hipotezę „gniazdek receptorowych” odpowiadających kształtom cząsteczek chemicznych (s. 164—177), by wreszcie wkroczyć w problematykę kwantową wibracyjnej hipotezy zapachu zaproponowanej przez Dysona (s. 179—204), „okraszoną” całą „momentu przejścia” — wytłumaczoną zresztą ilustracjami jej modelu mechanicznego.

Finis coronat opus. Czym autor kończy swą książkę? Zdaniem, które trzeba zaakceptować przed otwarciem jakiegokolwiek książki z zakresu nauk eksperymentalnych (nie tylko takich zresztą): „W następnych latach będziemy świadkami dalszego postępu i nowych odkryć, które wykażą, że część faktów i wiele idei podanych w tej książce są nieprawdą”.

Porównywaliśmy parokrotnie książkę Wrighta do innej literatury — pięknej i muzycznej. (Skłonność do porównań jest bowiem cechą umysłu ludzkiego i znane są testy psychologiczne polegające np. na przypisywaniu barw dźwiękom lub vice versa). Nikt nie wyczerpuje tematu do samego „dna”. W każdym razie nie oczekuje się tego od Amerykanina. W żadnym razie nie oczekuje się tego od tej książki. Nie można więc winić autora za to, że pomija np. ciekawą z punktu widzenia etologii sprawę roli węchu w szeroko pojętym zachowaniu się seksualnym człowieka. Choć po prawdzie mógłby nieco rozwinąć np. sprawę związku percepcji przez ludzi zapachu piżma z płcią i dojrzałością płciową — wskutek czego składnik ten z reguły jest wykorzystywany w przemysle perfumeryjnym.

Niewiele w ogóle można autorowi uczynić zarzutów.

Wydaje się, że raz „poniosła go” lojalność wobec „osmocentrycznego” światopoglądu — wyrażonego w parakartezjańskiej zasadzie „olfacio ergo cogito” (s. 124). Oto z zacytowanych (s. 52) wyników pracy Mayra z 1950 r. dotyczących roli czułek w izolacji seksualnej dwóch gatunków wywilżni — *Drosophila pseudoobscura* i *D. persimilis* — wyciągnął wniosek, że gra tu rolę powonienie, chociaż sam (s. 40) mówił, że narządy te są również siedliskiem zmysłu wibracyjnego lub słuchu. Raczej ten drugi aspekt, rolę wibracji skrzydeł partnerów potwierdziły prace Browna (1965) i Bastocka (1956) (cytuje je we wspomnianej książce Van der Kloot).

Poza tym trochę jest nieporządku z wykazami piśmiennictwa, zamieszczonymi po każdym rozdziale. Nie wiadomo na przykład, dlaczego owa praca Mayra jest wymieniona dopiero na końcu następnego rozdziału (s. 65). Pracy zaś G. J. Romanesa (*Mental evolution in animals*, London, 1884) w ogóle w spisie nie podano (s. 101). To są jednak drobiazgi. Poza tym spisy piśmiennictwa są poprawne i nie zauważyłem w nich błędów. Niewątpliwa to zasługa uważnej pracy korektorskiej, w czym duży udział — jak wiadomo — biorą „bezimienni” nie wymienieni w książce, pracownicy redakcji.

Trudno bez oryginału orzec, czyją winą jest zdanie (s. 17): „Prawo łączy obserwacje, ale nie może łączyć przyczyny i skutku” (podkr. moje J. C.). Z tym

nie można się zgodzić — prawo bowiem [czasem] może nie łączyć przyczyny i skutku. Jeśli zawiął tu tłumacz, Władysław S. Brud, to byłoby to jedyne potknięcie w jego ze wszech miar pięknym przekładzie. Jeśli zaś redaktorka temu nie była przypadkiem specjalistką od fizjologii i psychologii powonienia, to jemu również zawdzięczamy zapewne terminologiczną poprawność tego trudnego tekstu. Jest bowiem — jak się wydaje — zasadą, że PWN nie powołuje do mniejszych publikacji redaktorów naukowych.

Książka wydana jest na dobrym papierze, jednego, czysto białego koloru (w każdym razie w moim egzemplarzu recenzyjnym; oby tak bywało z drogimi książkami, za które wypada płacić z własnej kieszeni!). Fotografie w tekście są dość czytelne, zaś te na podwójnej kredowej wkładce — zupełnie dobre. To czyni przyjemne obcowanie z tą książką, skorowidze zaś nazwisk i rzeczowy, podające zgodne z tekstem liczby stron — ułatwiają korzystanie z niej.

Jerzy Andrzej Chmurzyński

J. Bystrek: *Zarys lichenologii*, PWN, Warszawa, 1972, 251 str., 41 rys.

Autor opierając się na własnym doświadczeniu dydaktycznym i naukowym oraz na znajomości obszernej literatury napisał książkę przeznaczoną dla szerokiego grona czytelników, przede wszystkim dla młodzieży i nauczycieli. Poklasyfikował w niej porosty ze względu na ich morfologię, uwzględniając budowę zewnętrzną i anatomiczną. W budowie anatomicznej bierze pod uwagę, nie tylko wzajemny układ dwóch komponentów, co zazwyczaj było głównym kryterium podziału porostów, lecz także zróżnicowanie strzępek w zależności od ich roli w organizmie roślinnym.

Interesujący dział o rozmnażaniu się porostów wnosi bogate informacje o rozmnażaniu wegetatywnym i budowie owocników porostów. Ma to duże znaczenie w książce użytkowanej nie tylko przez specjalistów, którzy przy oznaczaniu uciekają się zwykle do cech makroskopowych. Autor służy czytelnikowi bogactwem przykładów porostów odznaczających się właściwymi im sposobami rozmnażania, co jest także bardzo pomocne w identyfikowaniu — określaniu gatunków.

Autor dostarcza interesujących wiadomości na temat sztucznej syntezy i hodowli porostów na pożywkach, ich sposobu wzrostu oraz długości życia. Podaje też w swej książce różne poglądy, niektóre z nich do dziś dyskusyjne, w sprawie symbiozy dwóch komponentów — glonu i grzyba w porostach.

Porosty stanowią interesujący materiał do badań nad składem chemicznym, szczególnie związków organicznych jak tłuszcze, enzymy, kwasy organiczne oraz do badań nad praktycznym zastosowaniem tych związków. Dlatego też autor dość dokładnie omawia kwasy porostowe, ich skład chemiczny i metody wykrywania. Podaje też klucz do oznaczania kwasów porostowych na podstawie reakcji barwnych. Są to cenne informacje nie przekazywane dotychczas w polskiej literaturze lichenologicznej.

Przegląd systematyczny porostów oraz ich rozmieszczenie geograficzne na świecie na tle głównych formacji roślinnych dają dobry pogląd o powszechności tych roślin na Ziemi i ich znaczeniu w przyrodzie.

Podkreśla też autor znaczenie praktyczne porostów w życiu człowieka, głównie ich duże właściwości antybiotyczne.

Ostatni akcent książki na temat ochrony porostów jest apelem do czytelnika o zachowanie naturalnych środowisk leśnych, skalnych, drzew — „pomników”, w których można ocalić zasługujące na ochronę gatunki porostów, a wraz z nimi inne rośliny.

J. Bystrek wykorzystał obszerną literaturę, ponad 100 pozycji specjalistycznych, w tym obszerne monografie, odczuwa się brak niektórych pozycji piśmiennictwa polskiego, np. prac Z. Tobolewskiego.

Praca napisana jest prostym językiem, łatwo trafia do czytelnika. Bezpośredni kontakt z tekstem nawiązuje się przez liczne, dobrze wykonane ilustracje. Pod względem wydawniczym książka jest dobrze podana; błyszczący, powlekany papier dobrze kontrastuje z drukiem, czcionki w tekście dobrze zróżnicowane.

Zarys lichenologii jest bardzo pożyteczną i interesującą książką popularno-naukową upowszechniającą znajomość porostów, a jej autor dobrze wykazał się umiejętnością syntetycznego przekazywania wiadomości.

Irena Rejment-Grochowska

Novák F. A.: *Wielki atlas roślin*, PWRiL, Warszawa, 1972, 1072 fotografie czarnobiałe i 32 barwne, stron 591, cena 210 zł.

Ostatnio ukazało się w naszych księgarniach polskie tłumaczenie dzieła F. A. Novaka *Wielki atlas roślin*. Tłumaczenia z języka czeskiego doknał mgr inż. A. Ostrowski, a przedmowę napisała Izabella Kiljańska.

Książka ma charakter popularnonaukowy. Część ilustracyjną poprzedza wstęp autora, w którym scalił wiele interesujących wiadomości z różnych dziedzin przyrodniczych. Taki charakter wprowadzenia w dalszą część książki pozwala na możliwie pełne zorientowanie czytelnika w zakresach powiązań ogólnoprzyrodniczych oraz w zróżnicowaniu istniejącym w świecie roślin. Autor zwraca uwagę czytelnika między innymi na typy odżywiania się roślin; podaje zarazem objaśnienia dotyczące autotrofów, heterotrofów, saprofity i pasożytów. Opisuje zróżnicowanie i wielkość form roślinnych, jak również zamieszcza dane o okresie ich życia oraz szybkości i typach rozmnażania. Omawia też budowę gametofitów i sporofitów roślin niższych. Ponadto nawiązuje do naturalnych układów roślinnych, spotykanych w przyrodzie, to znaczy zespołów roślinnych (fitocenoz-asocjacji). Definiuje pojęcie biotopu czyli środowiska.

Nieco uwagi poświęca autor czynnikom ekologicznym takim jak: woda, ciepło, światło, powietrze, gleba, wskazując zarazem na ich istotne znaczenie w określonych procesach życiowych roślin. Wzmiankuje również o problemach związanych z rozmieszczeniem geograficznym i zasięgami gatunków. Wyjaśnia istotę strefowości układów naturalnych roślin (pionową i poziomą) między innymi na przykładzie poszczególnych pięter roślinnych. Rozważa także zjawisko endemizmu roślin.

Skrótowo wprowadza czytelnika w historię badań nad różnymi metodami klasyfikacji roślin, szczególnie podkreślając wkład myśli linneuszowskiej. Wyjaśnia też rolę i znaczenie wprowadzenia nomenklatury binominalnej w procesie rozwoju nauk przyrodniczych.

Następnie przedstawia drabinę jednostek taksonomicznych (z podaniem w nawiasach końcówek danych jednostek), obrazując ją kwalifikacją taksonomiczną *Aster alpinus*. W dalszej części wstępu autor kreśli rozwój poglądów dotyczących zagadnień stałości gatunków oraz przedstawia w zarysie poglądy Lamarka, Darwina, Englera, Wettsteina — twórców systemów naturalnych, których oryginalne spojrzenie na przyrodę stało się podstawą stworzenia systemu filogenetycznego świata organicznego.

Dalej autor zajmuje się przeglądem historycznym pojawiania się i różnicowania form roślinnych w oparciu o historię Ziemi. Zwraca uwagę na regułę wyprzedzenia świata roślinnego w stosunku do świata zwierząt, co dało możliwość

wydzielenia epok roślinnych w historii Ziemi. Podaje również przykłady rozmieszczenia roślin reliktowych.

Zamieszczona tabela rozwoju świata roślinnego oparta o poszczególne epoki paleofityczne, jak również tabela rozwoju stopni organizacyjnych oraz schematy przypuszczalnych dróg ich rozwoju — ułatwią czytelnikom zaznajomienie się ze stosunkami pokrewieństwa poszczególnych grup roślinnych, w tym wypadku roślin wyższych (*Telomophytæ*). Dalej przedstawiono trzy schematy drzew rodowych roślin okrytonasiennych.

Część zasadniczą dzieła poprzedza przegląd całego systemu roślin. Układ zdjęć sporządzony jest pod kątem przeglądu gatunków roślin reprezentujących poszczególne rodziny, w ujęciu systematycznym.

Fotografie są dziełem ponad trzydziestu autorów. Na ogólną liczbę 1072 około 120 przedstawia rośliny zarodnikowe poczynawszy od bakterii do paprotników włącznie. Obok każdego zdjęcia lub grupy zdjęć tematycznie powiązanych, znajduje się zwięzły tekst, w którym po nazwach łacińskich podano w nawiasach kwadratowych numery zdjęć czarnobiałych (cyframi arabskimi), numery tablic barwnych (cyframi rzymskimi), następnie maksymalną wysokość w cm lub m oraz okres kwitnienia (cyframi rzymskimi). Oprócz wyżej wymienionych danych opis zawiera ogólną charakterystykę gatunku, jego przynależność systematyczną oraz interesujące dane o jego biologii i rozmieszczeniu geograficznym, podłożu i warunkach ekologicznych w jakich żyje. W wielu przypadkach podano dane cyfrowe odnośnie do zróżnicowania gatunków w obrębie poszczególnych jednostek taksonomicznych jak np.: „25 gatunków z rodzaju *Phyllocactus*...” lub „Woskownicowce (*Myricales*) obejmuje około 55 gatunków...”. Przy niektórych zdjęciach zamieszczono dane o ekologii zapylania i rozsiewania rośliny.

Atlas obejmuje zarówno gatunki rodzime, jak i obcego pochodzenia. Przy gatunkach pochodzących z zewnątrz podano ojczyznę rośliny. Rośliny egzotyczne przedstawione w atlasie są w większości hodowane u nas w parkach lub różnego typu szklarniach.

W atlasie tym zainteresowany czytelnik może znaleźć istotne informacje o własnościach użytkowych poszczególnych gatunków roślin, a więc estetycznych, kulinarnych, farmaceutycznych czy przemysłowych. W przypadku roślin chronionych zamieszczono odpowiednią adnotację.

Zajmujący zestaw zdjęć obejmuje przede wszystkim zbliżenia istotnych dla identyfikacji systematycznej organów, jak: kwiat, kwiatostan, nasienie, owoc, owocostan i inne. Przy zdjęciach czarnobiałych opis zawiera wyszczególnienie barw poszczególnych elementów rośliny. Niektóre fotografie przedstawiają skupienia roślin w ich naturalnych środowiskach występowania jak np.: *Dendrocalamus giganteus* pochodzący z Jawy (1040), czy *Koeleria glauca* — Strzęplica siwa (1063).

Na końcu książki zamieszczony jest alfabetyczny skorowidz polskich i łacińskich nazw roślin oraz wyszczególnienie autorów zdjęć.

Wielki atlas roślin jest znakomitą i logicznie uporządkowanym przeglądem zróżnicowania form roślinnych na świecie. Konstrukcja dzieła łączy w sobie z powodzeniem dwa istotne elementy poznawcze, mianowicie zbiór interesujących wiadomości teoretycznych o danym gatunku, jak również jego plastyczny obraz w postaci pięknie wykonanej fotografii.

Dzieło to może posłużyć zarówno jako interesująca lektura dla szerszego kręgu czytelników, jak również jako materiał ilustracyjny i dydaktyczny dla nauczycieli i studentów. Ze względu na duże walory popularyzacyjne części opisowej i estetyczną formę edycji godna jest polecenia wszystkim tym, którzy interesują się światem roślin.

G. Bogen: *Sowriemiennaja biologija*, Izd. Mir, Moskwa, 1970, ss. 411, cena 2 rb. 17 k.

Omawiana książka przetłumaczona została z języka niemieckiego, a jej oryginalny tytuł brzmi: G. Bogen „Knaurs Buch der modernen Biologie” Droemer Knaur, München — Zürich, 1967.

Książka G. Boga może pomóc nawet niedoświadczonemu czytelnikowi, nie mającego specjalnego przygotowania chemicznego i biologicznego, do zorientowania się w zasadniczych problemach współczesnej biologii, zrozumienia sensu i znaczenia nowszych osiągnięć i uzmysłowienia możliwości biologii na współczesnym etapie jej rozwoju.

Praca poświęcona została zagadnieniom biologii molekularnej i biochemii, o czym świadczą tytuły siedmiu rozdziałów: 1) fizjologia i biochemia komórki, 2) podstawy współczesnej genetyki, 3) submikroskopijna struktura komórki, 4) regulujące mechanizmy komórki, 5) molekularne podstawy pamięci, 6) podstawy współczesnej nauki o odporności, 7) pochodzenie życia.

Książka została bogato zilustrowana, zaopatrzona w dowcipne, poglądowe schematy, interesujące analogie, które ułatwiają czytelnikowi zrozumienie przedstawionej problematyki.

Podczas gdy klasyczna biologia badała każdy poszczególny obiekt oraz starała się stworzyć określony system dla całej różnorodności form, współczesna biologia spośród mnóstwa organizmów dobiera tylko te obiekty, które nadają się do rozwiązania konkretnych zagadnień, aby przebadać osobliwości życia, przeanalizować i wytłumaczyć ogólne zjawiska i procesy, charakterystyczne dla żywych organizmów.

Jesteśmy świadkami rewolucji w biologii, od drugiej połowy naszego stulecia zaczyna się nowa era w biologii. Liczne biologiczne mechanizmy dają się sprowadzić do procesów molekularnych, które można wytłumaczyć budową i właściwościami chemicznych cząsteczek, a także szczególnymi sposobami reakcji chemicznych, zachodzących w żywej komórce. W biologii powstała nowa dyscyplina tzw. biologia molekularna. Do zadań ostatniej należy wytłumaczenie zagadnień: dziedziczności, wzrostu, rozwoju dyferencjacji, bodźca, ruchu i pamięci.

Program biologii molekularnej stwarza fundamenty dla klasycznych biologicznych dyscyplin. Współczesna biologia włącza do kręgu swoich zainteresowań obok biofizyki i biochemii, także rentgenostrukturalną analizę i genetykę. Według G. Boga zadaniem biologii nie jest wcale dowieść, że „życie sprowadza się tylko do fizycznych i chemicznych procesów, ale zbadanie w jakim stopniu życie polega na fizycznych i chemicznych prawach i czy da się całkowicie wyjaśnić procesy życiowe w oparciu na tych podstawach”.

Książka przeznaczona przede wszystkim dla nauczycieli, dla uczniów klas licealnych oraz dla studentów pierwszych lat studiów uniwersyteckich, słuchaczy akademii medycznych i rolniczych, a także dla szerokiego kręgu różnych specjalistów interesujących się współczesnymi problemami biologii.

A może by wydawnictwa zainteresowały się wydaniem omawianej pozycji w języku polskim, co niewątpliwie zbliżyłoby naszego czytelnika do arcyważnych zagadnień współczesnej biologii molekularnej.

Jakub Mowszowicz

Tworzenie się uporządkowanej przestrzennie i stabilnej struktury cząsteczek białkowych*

Znakomita większość z poznanych już białek pozbawiona jest poprzecznych wiązań dwusiarczkowych. Zjawisko poprzecznego wiązania przez mostki dwusiarczkowe czy też inne bardziej wyspecjalizowane wiązania walencyjne, jak np. w kolagenie i elastynie, daje się zaobserwować głównie u białek strukturalnych i zewnątrzkomórkowych. Ze względu na bezpośredni kontakt ze zmieniającymi się warunkami otoczenia, białka te wymagają dużej stabilności. Przykładem jest fibrynogen — wysokocząsteczkowe białko krzepiwe krwi, który posiada szczególnie sztywną strukturę cząsteczki, uwarunkowaną licznymi poprzecznymi mostkami dwusiarczkowymi.

Makrocząsteczkę białkową w roztworze można do pewnego stopnia rozpatrywać jako wytwór równowagi wszystkich rodzajów sił drobinowych działających wewnątrz „kłębka”. Pod wpływem czynników denaturujących, równowaga sił w „kłębku” zostaje naruszona, co z reguły zachodzi skokowo i prowadzi do zniszczenia specyficznej, natywnej struktury makrocząsteczki. Przez wiele lat dyskutowano nad możliwością występowania w przyrodzie reaturacji białek, procesu odwrotnego do denaturacji. Stosowane kiedyś metody hydrodynamiczne i optyczne były zbyt mało precyzyjne, by uchwycić subtelne zmiany w połałdowaniu łańcucha białkowego. Doświadczalne badanie denaturacji i reaturacji było możliwe dopiero po zastosowaniu odpowiedniego obiektu badawczego, jakim niewątpliwie okazały się białka zwierające mostki dwusiarczkowe. Przez chemiczne przekształcenia reszt półcystynowych i ich utlenienie, można śledzić powstawanie odchyłeń od poprawnego „parowania” grup sulfhydrylowych.

Anfinsen i Haber (1961) wykazali na przykładzie enzymu globularnego rybonukleazy, że tworzenie się jej makrocząsteczki zawierającej pełną liczbę stabilizujących wiązań poprzecznych i w odpowiedni sposób upakowanej, całkowicie zapewnia samo istnienie pierwszorzędowej struktury białka. Zredukowany łańcuch rybonukleazy, zawierający 8 reszt półcystynowych, po utlenieniu powietrzem atmosferycznym, przyjmuje zawsze jeden ze 105 możliwych układów mostków dwusiarczkowych. Podobne zjawisko zaobserwowano również w przypadku innego globularnego białka enzymatycznego — lizozymu (White i wsp.). W procesie likwidacji i odtwarzania wiązań S-S przeprowadzonym w odpowiednim środowisku (rozpuszczalnik, pH, siła jonowa, temperatura itp.) w tych białkach mostki dwusiarczkowe powstają zawsze w tych samych miejscach, gdzie były przed ich zanikiem, a utworzony układ charakteryzuje się najniższą swobodną energią Gibbsa.

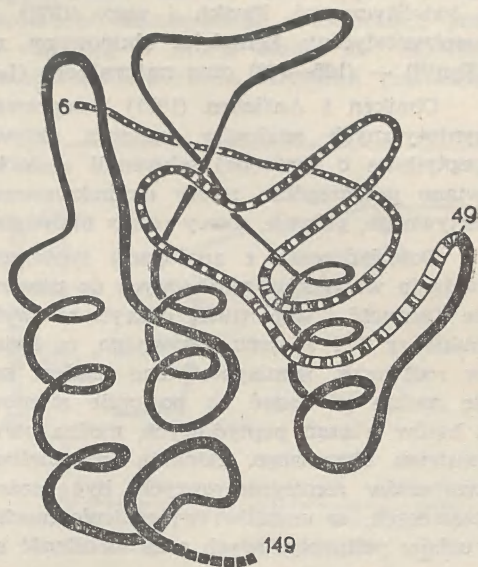
Jednakże zaobserwowano pewną oporność zredukowanego łańcucha rybonukleazy na zwiłanie się *in vitro* do formy globularnej. Anfinsen i wsp. (1961) usiłowali to tłumaczyć tym, że obok prawidłowych połączeń, powstają również niewłaściwie sparowane mostki dwusiarczkowe, które wymagają następnego przetrasowania. Różnica w czasie wymaganym do pełnej globulizacji *in vivo* i *in vitro* makrocząsteczek białkowych — zawierających wiązania S-S — całkowicie tłumaczy odkrycie białka enzymatycznego w „mikrosomach” licznych tkanek, które katali-

* W oparciu o artykuł laureata nagrody Nobla prof. C. B. Anfinsena, *Biochem. J.* 128, 737, 1972.

lizowało wymianę wiązań dwusiarczkowych (Goldberger i wsp., 1963; Vanetianer i Straub, 1963, 1964; Givol i wsp., 1965). Enzym związany jest z powierzchnią endoplazmatycznego retikulum, a jego aktywność daje się dopiero zauważyć po usunięciu cząstek rybosomalnych np. działaniem pewnych sterydów, karcynogenów czy antymetabolitów. Szczegółowe analizy wykazały, że jego masa cząsteczkowa wynosi 42 000, oraz że posiada trzy reszty półcystynowe, z których dwie tworzą wiązanie dwusiarczkowe, a trzecia z wolną grupą sulfhydrylową jest niezbędna do pełnienia funkcji enzymatycznej (De Lorenzo i wsp., 1966; Fuchs i wsp., 1967). Anfinsen sugeruje, że enzym zajmuje szczególną pozycję w strukturze błony komórkowej, dzięki której może brać udział, a nawet decydować o wydzielaniu poprawnie zbudowanych białek i hormonów. Mechanizm działania enzymu katalizującego tworzenie wiązań dwusiarczkowych nie jest jeszcze znany. Wiązania S-S najczęściej są zgrupowane w regionach hydrofobowych cząsteczek białkowych. Być może przyczyną serii reakcji międzylańcuchowych, prowadzących do utworzenia cząsteczek poprawnie zbudowanych przestrzennie, jest przejście mostków dwusiarczkowych przypadkowo utworzonych w polarnym środowisku wodnym do pozycji wewnątrz „kłębka”. Takie czysto termodynamiczne tłumaczenie związania się łańcucha polipeptydowego, oparte na przejściu ugrupowań hydrofobowych do obszarów o niskiej stałej dielektrycznej, jest również zgodne z tym, że wyżej omówiony enzym charakteryzuje się bardzo niską specyficznością działania. Steiner i wsp. (1965) wykazali, że substratem mogą być cząsteczki inhibitora trypsyny wyizolowanego z soi oraz cząsteczki rybonukleazy, a prędkość tego procesu jest głównie uzależniona od ilości możliwych kombinacji wiązań S-S. Inhibitor trypsyny z trzema możliwymi ułożeniami 2 wiązań S-S konwertuje w formę natywną dużo szybciej niż rybonukleaza, która może tworzyć 105 form izomerycznych.

I. CZĄSTECZKI BIAŁKOWE W ROZTWORZE

Na podstawie badań hydrodynamicznych i optycznych pierwotnie sądzono, że większość białek tworzy statyczne „kłębki”. Zastosowanie tak zwanych metod klasycznych, tj. wymiany jonów wodorowych i badania wrażliwości na proteolizę, wykazało niezwykłą elastyczność cząsteczek białkowych w roztworze. Pozwala to przypuszczać, że budowa cząsteczki białkowej ulega dość znacznym zmianom w stosunku do struktury wypadkowej, wywnioskowanej na podstawie analiz krystalograficznych (Schechter i wsp., 1969), niemniej jednak białka wykazują dość wysoki stopień stabilizacji konformacji cząsteczki. Dopiero pod wpływem czynników denaturujących następuje gwałtowne przejście poza wąski zakres normalnych odchyleń od konformacji natywnej. Przykładem takiej współzależności jest pochodna nukleazy zawierająca reszty aminokwasowe od 1—126, powstała po odszczepieniu 23 C-końcowych aminokwasów. Jej właściwości wiskozymetryczne oraz zdolność skręcania płaszczyzny polaryzacji przemawiają za wydłużoną, bezładnie zwiniętą strukturą, a więc brak końcowej spirali, która występuje w cząsteczce natywnej nukleazy, w przybliżeniu między resztami 122—134, wyklucza istnienie odpowiedniego współdziałania między rodnikami aminokwasowymi, niezbędnego dla stabilności konformacji (Taniuchi i Anfinsen, 1969). Jednakże fragment 1—126 musi przyjmować strukturę choćby nieco zbliżoną do aktywnego centrum nukleazy, ponieważ posiada około 0,12% aktywności naturalnego enzymu. Istnieje jednak możliwość rozerwania łańcucha nukleazy w dwóch miejscach, bez wpływu na strukturę cząsteczki, a co więcej, bez utraty aktywności enzymatycznej. Podczas trawienia nukleazy trypsyną w obecności tymidyno-3',5'-dwufosforanu i Ca^{2+} , ma miejsce ograniczenie proteolizy do wiązań między resztami 5 i 6 oraz 48 i 49 lub 49 i 50. Powstaje pochodna nazwana nukleazą T, która posiada 8—10% aktywności enzymatycznej (rys. 1).



Rys. 1. Schemat budowy cząsteczki nukleazy T

Oba fragmenty (6—48) i (49—149) lub (50—149), kiedy występują oddzielnie, nie posiadają uporządkowanej struktury. Po rekonstrukcji kompleksu tworzą makrocząsteczkę bardzo zbliżoną do natywnej nukleazy (oczywiście z wyjątkiem odczepionych 5 reszt aminokwasowych) (Taniuchi i Anfinsen, 1968).

II. SYNTETYCZNE ANALOGI ENZYMATYCZNE

Metodami klasycznymi zsyntetyzowano kilka dużych, biologicznie aktywnych oligopeptydów, między innymi ACTH (Schwyzer i Sieber, 1963), tyreokalcitoninę (Guttmann i wsp., 1968), insulinę (Katsoyannis i wsp., 1963; Meienhofer i wsp., 1963; Wang i wsp., 1964). Jednakże w ten sposób nie można otrzymać polipeptydów, co więcej, istnieją duże trudności przy oczyszczaniu produktów końcowych reakcji. Trudności te skłoniły uczonych do poszukiwania nowych rozwiązań, nowego podejścia do zagadnienia syntezy białek. Wynikiem takich poszukiwań jest propozycja nowej metody doświadczalnej, ogłoszona w 1964 r. przez amerykańskiego profesora Roberta Merrifielda. Opracowanie nowej metody syntezy peptydów w fazie stałej umożliwiło prowadzenie badań nad powiązaniem struktury białek i funkcją. Wśród białek o znanej strukturze przestrzennej i budowie centrum aktywnego, tylko rybonukleaza trzustki i nukleaza gronkowcowa nadaje się do takich badań. Oba enzymy są trawione przez subtilizynę (Richards, 1958) oraz trypsynę (Taniuchi i wsp., 1967; Taniuchi i Ansen, 1968) na fragmenty, które przez wiązania niekowalენტne mogą rekombinować z odtworzeniem własności fizykochemicznych i aktywności enzymatycznej. Budowa przestrzenna cząsteczki rybonukleazy S (Wyckoff i wsp., 1970) jest w zasadzie taka sama jak enzymu naturalnego (Kärthä i wsp., 1967). Syntetyczne preparaty wołowej rybonukleazy trzustkowej w dużym stopniu udało się oczyścić od peptydów o błędnej sekwencji. Gutte i Merrifield (1971) otrzymali enzym syntetyczny o czystości około 80%. Irwin Chaiken (1971) wykorzystując odporność nukleazy na trawienie trypsyną w obecności tymidyno-3',-5'-dwęfosforanu i Ca^{2+} otrzymał semisyntetyczną nukleazę T, zbudowaną z fragmentów —syntetycznego (6—47) i naturalnego (49—149), która charakteryzowała

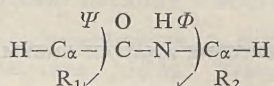
się czystością ponad 90%, jak wykazano różnymi testami chemicznymi, fizycznymi i katalitycznymi. Parikh i wsp. (1971) otrzymali podobnie wysoko oczyszczony semisyntetyczny kompleks zbudowany z fragmentów nukleazy: syntetycznego (Fen¹⁴⁰) — (108—149) oraz naturalnego (1—126).

Chaiken i Anfinsen (1971) przeprowadzili rozległe badania z zastosowaniem syntetycznych analogów centrum aktywnego nukleazy. Stosowano fragmenty peptydowe o skróconej sekwencji aminokwasowej z C- i N-końca, lub przestawiano poszczególne reszty aminokwasowe biorące udział w budowie centrum aktywnego, głównie cztery reszty histydynowe enzymu.

Doświadczenia z analogami syntetycznymi są szczególnie interesujące przy badaniu warunków niezbędnych do utworzenia centrum aktywnego. Tym bardziej, że Taniuchi i wsp. (1972) odkryli niezwykle podobieństwo w budowie kryształów nukleazy T i enzymu natywnego, co świadczy, że obie formy są bardzo podobne w roztworze. Semisyntetyczne analogi są bardzo przydatne ze względu na to, że można je badać na poziomie atomowym. Przez niewielkie zmiany długości i kątów wiązań peptydowych, można otrzymać chemicznie określone modyfikacje centrum aktywnego. Badania immunologiczne konformacji białek i rozmaitych wariantów semisyntetycznych, być może pozwolą poznać parametry struktury cząsteczek, co umożliwi wyjaśnienie mechanizmu spontanicznego zwijania się łańcuchów polipeptydowych oraz stabilność końcowego produktu.

III. GLOBULIZACJA ŁAŃCUCHA POLIPEPTYDOWEGO

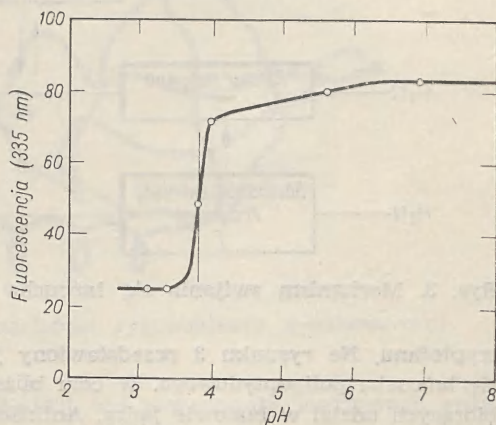
Ważną cechą łańcucha polipeptydowego, składającego się z kolejno ułożonych atomów, np.



jest możliwość obrotu reszt aminokwasowych R dookoła wiązania, którym są one połączone z α — atomem węgla. Jako rezultat obrotu mogą powstawać niezliczone postacie strukturalne różniące się między sobą ułożeniem rodników w przestrzeni. Postacie takie nazywają się w chemii organicznej konformacjami. Jeżeli na przykład każdemu z kątów ψ i Φ w jednostce peptydowej pozwolimy przyjąć dwie lub trzy różne wartości, jakie atomy tworzą podczas rotacji wokół tych dwu wiązań, można wyliczyć, że istnieje możliwość $(2 \times 2)^{148}$ lub $(3 \times 3)^{148}$ różnych ułożeń łańcucha polipeptydowego w 149 miejscach, jak w przypadku nukleazy gronkowcowej. Nawet gdyby przeznaczyć jedną nanosekundę na zbadanie każdej ewentualności, jest absolutną niemożliwością przebadanie wszystkich powstałych układów stereochemicznych.

Z badań kinetycznych zwijania się łańcucha nukleazy gronkowcowej do utworzenia natywnej konformacji wiadomo, że okres półtrwania tego procesu wynosi 0,1—0,2 sek. Muszą więc istnieć pewne wytyczone szlaki zwijania się i tworzenia jądra łańcucha polipeptydowego, prawdopodobne w odpowiednich warunkach. Do obserwacji tego procesu niezwykle przydatna okazała się jedyna reszta tryptofanu występująca w nukleazie w pozycji 140. W czasie globulizacji wydłużonego łańcucha nukleazy zdenaturowanej w środowisku kwaśnym, zachodzi stopniowe maskowanie tej reszty w związku z jej przejściem do bardziej hydrofobowego wnętrza cząsteczki. Towarzyszy temu podwyższenie intensywności fluorescencji po naświetleniu roztworu białka światłem o długości fali 285 nm.

Na rysunku 2 przedstawione jest typowe doświadczenie rejestrujące podwyższenie fluorescencji, w czasie którego mierzono intensywność fluorescencji przy różnych wartościach pH, poczynając od wartości, w której białko jest zdenaturowane aż do wartości, w których powstaje uporządkowana struktura cząsteczki.

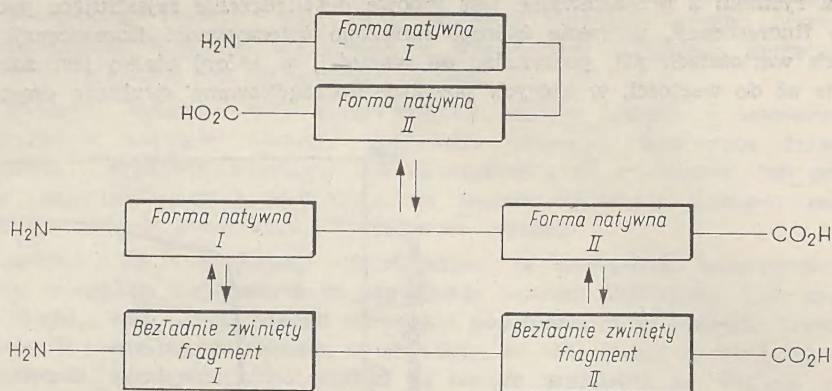


Rys. 2. Intensywność fluorescencji reszty tryptofanowej w pozycji 140 w zależności od pH

Stwierdzono, że renaturacja zachodzi dwustopniowo, okres półtrwania wstępnego, szybkiego stadium wynosi około 50 msek, a drugiego około 200 msek. Badania kinetyki renaturacji nukleazy w zależności od temperatury wykazały, że w odróżnieniu od drugiego stadium, pierwsze było niezależne od temperatury (Epstein i wsp., 1971). Ponieważ podobne właściwości termodynamiczne posiada proces tworzenia spiralnej konformacji α , Anfinsen (1972) sugeruje, że właśnie ten proces zachodzi podczas pierwszego etapu renaturacji, a więc zapoczątkowuje zwinianie się łańcucha polipeptydowego.

Badania różnych syntetycznych polipeptydów, wprowadzone na szeroką skalę w 1953 r., okazały się bardzo pomocne przy zrozumieniu struktur białek. Zainteresowanie tym problemem było tak duże, że już w 1954 r. udało się dokładnie ustalić za pomocą różnych optycznych i hydrodynamicznych pomiarów, że poli-L-glutaminian- γ -benzylowy może występować w dwóch konfiguracjach: w spirali i beładnie zwinionym łańcuchu. Powstanie tych konfiguracji zależy od charakteru rozpuszczalnika. Okazało się też, że te dwie formy mają różną skręcalność optyczną, że obserwuje się raptowne przejście jednej konfiguracji w drugą i na odwrót, oraz że przejściu temu towarzyszy nie tylko zmiana skręcalności optycznej, ale również parametrów hydrodynamicznych. Scheraga i wsp. wykorzystali ten poliaminokwas do badań nad wpływem na konformację łańcucha, na przemienienie wprowadzania aminokwasów sprzyjających jak i niszczących konformację α helixu. Skokowy charakter przejścia spirala - „klębek” w syntetycznych polipeptydach przypomina przejście związane z denaturacją białek, tym bardziej, że podczas denaturacji również w tę samą stronę zachodzi zmiana skręcalności optycznej. Jednakże białka to nie syntetyczne polipeptydy. Różne fragmenty łańcucha białkowego, po utworzeniu uporządkowanej struktury mają konformację spiralną α lub pofałdowaną β .

Według Anfinsena (1972) tylko pewne fragmenty łańcucha o odpowiedniej sekwencji łańcucha są odpowiedzialne za tworzenie struktury stabilnej białka w roztworze. W przypadku nukleazy gronkowcowej, prawdopodobnie taką rolę spełniają dwa odcinki o konformacji α helix, znajdujące się w C-terminalnym regionie enzymu, między którymi w makrocząsteczce natywnej umieszczona jest reszta

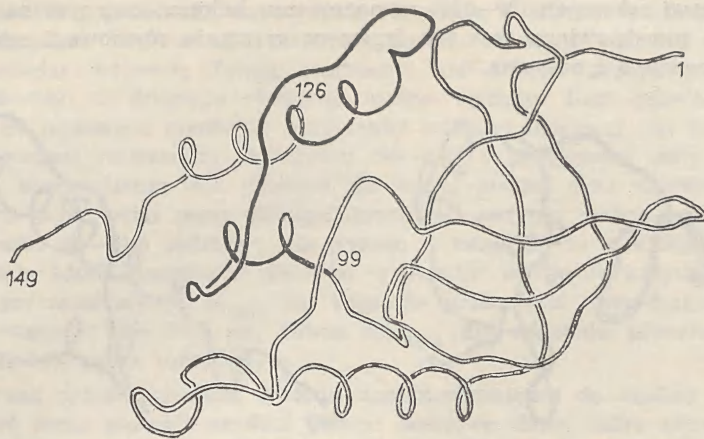


Rys. 3. Mechanizm zwiżania się łańcucha polipeptydowego według Ansena (1972)

tryptofanu. Na rysunku 3 przedstawiony jest schematycznie mechanizm zwiżania się łańcucha polipeptydowego. W celu bliższego zlokalizowania odcinków łańcucha biorących udział w budowie jądra, Anfinsen i wsp. (1972) przebadali C-terminalne fragmenty peptydowe enzymu. Fragment (99—149) jest odczepiany od łańcucha w wyniku działalności CNBr na resztę metionylową w pozycji 98, natomiast fragment (127—149) można wyizolować w czasie preparatyki długiego fragmentu (1—126). Każdy z tych fragmentów może niezależnie występować w okresowej równowadze między swoją formą nieuporządkowaną i natywną, tj. z konformacją jaką posiada w natywnej cząsteczce nukleazy. Jeżeli dwie takie przypadkowe i przejściowo zorganizowane struktury koegzystują w jednym łańcuchu, na drodze niekwalentnych oddziaływań między nimi może tworzyć się taki układ, który zapoczątkowuje serię kaskadowych interakcji prowadzących do przyjęcia natywnej struktury. Być może w niedalekiej przyszłości, po udoskonaleniu takich metod jak: dichroizm kołowy, magnetyczny rezonans jądrowy i analiza widm ramanowskich, będzie można śledzić okresowe stany równowagi. Obecnie problem ten częściowo został rozwiązany dzięki zastosowaniu specyficznej globuliny odpornościowej do badania budowy przestrzennej łańcucha polipeptydowego.

W wyniku immunizacji kozy nukleazą gronkowcową otrzymano surowicę odpornościową, z której następnie izolowano frakcję przeciwciał specyficznych dla nukleazy, na drodze immunoadsorpcji na kolumnie wypełnionej sepharozą z uprzednio przyłączonymi cząsteczkami nukleazy. Jeżeli tak wyizolowaną frakcję przeciwciał podda się frakcjonowaniu na drodze chromatografii powinowactwa, używając jako nośnika sepharozę ze związanymi fragmentami peptydowymi, to można wyizolować swoiste przeciwciała rozpoznające unieruchomione peptydy o konformacji identycznej z formą natywną, czyli taką przeciw której cząsteczki przeciwciała były syntetyzowane. Będą to przeciwciała skierowane przeciw tak zwanym determinantom konformacyjnym (Sela i wsp., 1967).

Na rysunku 4 przedstawiony jest schemat nukleazy gronkowcowej, z zaznaczonym odcinkiem sekwencji (99—149), który dostarcza materiału do utworzenia dwóch terminalnych spirali. Jeżeli frakcję przeciwciał, wyizolowaną na kolumnie zawierającej fragment (99—149) związany z nośnikiem dodano do roztworu nukleazy, aktywność enzymatyczna uległa gwałtownemu obniżeniu. Spadek aktywności enzymatycznej jest funkcją ilości przeciwciał i nie zależy od stężenia nukleazy w strefie nadmiaru przeciwciał. Przeciwciała otrzymane przez immunizację



Rys. 4. Struktura przestrzenna cząsteczki rybonukleazy gronkowcowej

zwierząt wyizolowanym fragmentem (99—149) nie powodowały inaktywacji enzymu. Wobec tego efekt inaktywujący jest funkcją zdolności rozpoznawania przez przeciwciała natywnej konformacji nukleazy. Na podstawie analizy kinetycznej procesu inaktywacji nukleazy przez specyficzne przeciwciała wyliczono stałą szybkości reakcji K dla połączenia przeciwciało-antygen (tab. I).

Badania przeciwciał anty fragment (99—149) w ultrawirówce wykazały, że są one wielowartościowe i tworzą mikroagregaty antygen-przeciwciało. Podczas rozdzielu przeciwciał anty fragment (99—149) na kolumnie wypełnionej sepharozą związaną z fragmentem (127—149), część przeciwciał ulegała adsorpcji. Przeciwciała, które wymywały się z kolumny były jednowartościowe i zachowały zdolność do inaktywacji nukleazy. Według Anfinsena (1972) są one skierowane prze-

Tabela I

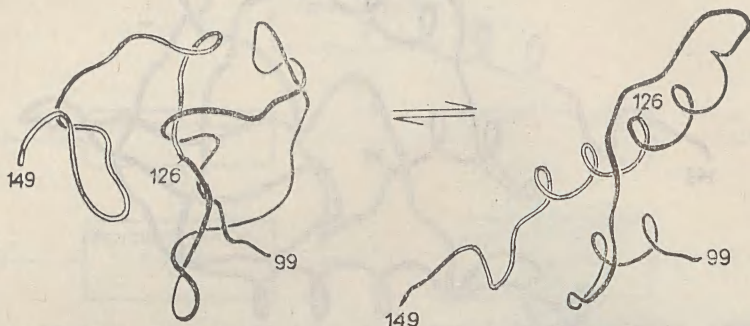
Oznaczenie stałej szybkości K procesu tworzenia kompleksu między przeciwciałami skierowanymi przeciw fragmentowi łańcucha polipeptydowego nukleazy (99—149) i cząsteczkami natywnego enzymu.

Ilość przeciwciał (μ l)	Przeciwciała związane (μ M)	$t_{\frac{1}{2}}$ (s)	$10^{-5} \times K$ ($M^{-1} \cdot S^{-1}$)
0	0		—
5	0,0381	46	3,95
5	0,0381	45	4,04
10	0,0762	22	4,13
10	0,0762	23	3,96
20	0,152	11	4,15
20	0,152	11	4,15

$$K = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}} \cdot (Ab)}$$

$$K = 4,1 \pm 0,1 \times 10^5 (M^{-1} \cdot S^{-1})$$

ciw odcinkowi sekwencji (99—126) zaznaczonemu kolorem czarnym na rysunku 5, na którym przedstawiony jest ten fragment w stanie równowagi między formą beładnie zwiniętą i natywną.



Rys. 5. Dwie formy fragmentu (99—149) — beładnie zwinięta i uporządkowana

Schemat I. Równania opisujące dwa stany równowagi fragmentu nukleazy (99—149).

$$\begin{aligned}
 E_b &\rightleftharpoons E_n & K_{\text{konf.}} &= \frac{(E_n)}{(E_b)} \\
 Ab + E_n &\rightleftharpoons Ab - E_n & K_{\text{asoc.}} &= \frac{(Ab - E_n)}{(Ab) \cdot (E_n)} \\
 & & K_{\text{konf.}} &= \frac{(Ab - E_n)}{K_{\text{asoc.}} \cdot (Ab) \cdot (E_b)}
 \end{aligned}$$

Objaśnienia: E — fragment (99—149); Ab — przeciwciała.

Tabela II

Określenie stałej równowagi $K_{\text{konf.}}$ dla reakcji opisującej przejście fragmentu nukleazy (99—149) z formy beładnie zwiniętej w formę natywną tj. taką, w jakiej przypuszczalnie występuje w enzymie natywnym

(Ab) ogólna ilość (μM)	(E_b) (μM)	t_1 (S) $\frac{1}{2}$	(Ab) niezwią- zane (μM)	(Ab) związane (μM)	$K_{\text{konf.}}$	% E_b w postaci E_n
0,076	0	18	0,076	0	—	—
0,076	0,65	20	0,068	0,0080	$2,20 \times 10^{-4}$	0,022
0,076	2,0	24	0,057	0,019	$2,02 \times 10^{-4}$	0,020
0,076	2,6	27	0,051	0,025	$2,29 \times 10^{-4}$	0,023
0,076	7,8	35	0,039	0,037	$1,47 \times 10^{-4}$	0,015
0,076	6,5	33	0,042	0,034	$1,51 \times 10^{-4}$	0,015

$$K_{\text{konf.}} = (2,0 \pm 0,4) \times 10^{-4}$$

$$K_{\text{konf.}} = \frac{(Ab - E_n)}{K_{\text{asoc.}} \cdot (Ab) \cdot (E_b)}$$

Objaśnienia: E — fragment (99—149); Ab — przeciwciała

Na schemacie I przedstawione są dwa równania, z których pierwsze opisuje przejście fragmentu (99—149) z formy nieuporządkowanej w natywną, a drugie interakcję między natywną formą fragmentu (99—149) i przeciwciałem anty fragment (99—149). Z drugiego równania można wyliczyć ilość przeciwciał niezwiązanych na podstawie obniżenia aktywności badanej nukleazy, po jej dodaniu do preinkubowanej mieszaniny fragmentu (99—149) i przeciwciał anty fragment (99—149). Po sprowadzeniu obu równień do jednej postaci oraz określeniu ilości niezwiązanych przeciwciał przez pomiar aktywności enzymu wobec wzrastających ilości fragmentu (99—149) obliczono, jak podano w tabeli II (że w każdym momencie tylko około 0,02% fragmentu (99—149) występuje w formie natywnej. Dokonano przy tym założenia, że K_{asoc} dla wiązania przeciwciał anty fragment (99—149) przez fragment (99—149) jest równa K_{asoc} dla wiązania przeciwciał anty fragment (99—149) przez nukleazę.

Opracowana przez Anfinsena metoda immunochemiczna do analizy struktury peptydów być może pozwoli uzyskać pewne ilościowe dane, które przydadzą się przy zrozumieniu problemu zwijania się i tworzeniu jądra łańcucha polipeptydowego.

Czesław Cierniewski

AKTYWNOŚĆ DEHYDROGENAZY BURSZTYNIANOWEJ I WOLNE RODNIKI W MITOCHONDRIACH ZDROWYCH I NAPROMIENIOWANYCH ZWIERZĄT*

W badaniach przeprowadzonych z homogenatami i mitochondriami wątroby po jej napromieniowaniu, stwierdzono spadek aktywności hydrogenazy bursztynianowej (oksydoreduktaza akceptorobursztynianowa I.33.99.1).

Z prac szeregu autorów wynika, że po upływie 24—48 godzin od napromieniowania homogenatów wątroby szczurów dawką 600—800 r *in vivo*, występuje obniżenie spadku aktywności dehydrogenazy bursztynianowej. W mitochondriach dawka powodująca obniżenie aktywności jest 1000 r (300 r nie ma żadnego wpływu), a u myszy napromieniowanie może być mniejsze i już po 24 godzinach 690 r powoduje obniżenie aktywności. Natomiast u świnek morskich już po 6 godzinach po napromieniowaniu dawką 900 r stwierdzono spadek aktywności.

Obecnie, istnieją również dane wskazujące, że sygnały wolnych rodników rejestrowane metodą EPR w mitochondriach i cząstkach przenoszących elektrony przede wszystkim pochodzą z białek zawierających atomy metali i flawinę.

Dehydrogenaza bursztynianowa jest jednym z najważniejszych enzymów łańcucha oddechowego i jak się przypuszcza jest głównym źródłem sygnałów EPR mitochondriów. W związku z tym zależność między aktywnością dehydrogenazy bursztynianowej i wielkością sygnału EPR w mitochondriach jest szczególnie interesującym problemem. Według Waldschmidta i współpracowników po napromieniowaniu *in vivo* szczurów, po 24 godzinach w temperaturze ciekłego powietrza, stężenie wolnych rodników przy dawce 400 r nie zmienia się a przy 900 r spada o 20%.

* Berdina M. N., Katin I. K., Kołomyjcewa I. K., Kajuszyn L. P., Marinow M. S., Kuzin A. M.: *Sukcinat dehidrogenaznaja aktivnost i swobodnyje radiokaty mitochondrij pieczeni intaktnych i obtuzennyh zivotnyh*, Biotfizyka, 1972, t. 17, n. 3, s. 547.

Autorzy postanowili sprawdzić zależność między zmianą aktywności dehydrogenazy bursztynianowej a stężeniem wolnych rodników w mitochondriach świnek morskich, po upływie 24 godzin od napromieniowania dawką 900 r. W celu porównania przeprowadzono podobne badania na szczurach.

Pomiary EPR przeprowadzono z mitochondriami w środowisku zawierającym 0,3 sacharozy, w temperaturze pokojowej i na aparaturze umożliwiającej pomiary wilgotnych próbek. Jako standardy stosowano Mn^{+2} . Aktywność dehydrogenazy bursztynianowej oznaczano neotetrazoliną.

Pomiary nieznacznie niesymetrycznych sygnałów EPR przeprowadzono na zawieszinie mitochondriów o stężeniu białka 50 mg/ml. Były one analogiczne do sygnałów EPR uzyskanych z wątroby szczurów w tych samych warunkach (współczynnik g zbliżony do współczynnika g wolnego elektronu, szerokość połówkowa linii = 23 Oe).

W mitochondriach otrzymanych z wątroby napromieniowanych świnek morskich po upływie 24 godzin od napromieniowania dawką 900 r sygnał zmniejszył się o 30% w porównaniu z próbą kontrolną. Aktywność dehydrogenazy bursztynianowej spadła o 20%.

Dalsze badania przeprowadzono na mitochondriach wątroby szczurów i świnek morskich wykazały, że aktywność dehydrogenazy bursztynianowej i stężenie wolnych rodników są większe u świnek morskich. Porównując aktywności dehydrogenazy świnek morskich i szczurów stwierdzić należy, że jest ona 1,5 raza większa u świnek morskich zaś stężenie wolnych rodników u świnek morskich jest 1,7 razy większe niż u szczurów (aktywność zmniejsza się o 20% a stężenie wolnych rodników o 30%). Być może te dwa procesy są od siebie uzależnione i obniżenie stężenia wolnych rodników w mitochondriach ma miejsce na skutek przejścia do cytoplazmy części enzymu ze struktur komórkowych. Nie jest natomiast prawdopodobne by napromieniowanie wywoływało bezpośrednią inaktywację enzymu.

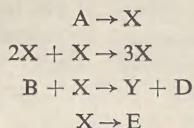
Rajewsky i współpracownicy stwierdzili 37% inaktywację dehydrogenazy bursztynianowej w mitochondriach wątroby szczurów przy napromieniowaniu *in vitro* dawką $8,10^6$ r, a Tanako i wsp. — przy dawce 197 kr. Najprawdopodobniej więc nie ma miejsca bezpośrednia inaktywacja dehydrogenazy bursztynianowej przy dawce 900 r *in vitro*.

Bardziej prawdopodobne jest, że w czasie napromieniowywania *in vivo* powstają inhibitory enzymu (np. kwas szczawiooctowy), co na skutek kompetencyjnego hamowania enzymu zmniejsza stężenie wolnych rodników. Dalsze badania kinetycznych parametrów dehydrogenazy bursztynianowej umożliwią wyjaśnienie charakteru popromiennego hamowania tego enzymu i związku stężenia wolnych rodników z jego aktywnością.

Istnieją dane, że powstanie sygnału EPR ma wpływ na zawartość endogennego substratu w mitochondriach. Możliwe, że w mitochondriach świnek morskich stężenie bursztynianu jest większe i że od tego zależy większe stężenie wolnych rodników. Po dodaniu przez autorów substratu do mitochondriów świnek morskich i szczurów intensywność sygnału EPR w pierwszym wypadku wzrosła o 30% a w drugim o 50%. Jednak możliwe jest również występowanie odmiennych warunków stabilizowania wolnych rodników w tych preparatach.

POWSTAWANIE FAL CHEMICZNYCH*

Chemiczne reakcje oscylacyjne wzbudziły znaczne zainteresowanie z powodu podobieństwa do pewnych zjawisk biologicznych. Być może tego rodzaju reakcje odgrywają pewną rolę w biologicznych układach regulujących. Reakcję między kwasem malonowym, siarczanem ceru i bromianem potasowym w rozcieńczonym kwasie siarkowym przebadano bardzo starannie. Wykazano już wcześniej (Busse), że w procesach autokatalitycznych i dyfuzyjnych mogą powstawać swoiste uporządkowane struktury. Podobnie Herschkowitz oraz Zajkin i Zabolynski wykazali, że tego rodzaju struktury mogą powstawać również w środowiskach homogenicznych. Prigogine i współpracownicy zbadali następujący ciąg reakcji



z punktu widzenia niestabilności chemicznej i zjawienia się nietrwałych struktur. Matematyczna analiza układu modelowego wykazała dwa typy rozwiązań równań kinetycznych, jedno dla nietrwałej struktury w stanie równowagi, drugie dla nieliniowych fal stężeniowych, dotychczas nie zaobserwowanych doświadczalnie. Autorzy przebadali układ zawierający kwas malonowy, jon cerowy i bromianowy oraz ferroinę jako wskaźnik w środowisku kwasu siarkowego, przytaczają również charakterystykę fal chemicznych.

Zhomogenizowano w temperaturze $30 \pm 0,05^\circ\text{C}$ po 10 ml kwasu malonowego (1,1538 M), siarczanu cerowego (0,0042 M) bromianu potasowego (0,2994 M) w 1,5 M kwasie siarkowym. Po 4 godzinach 5 ml roztworu przeniesiono do szklanej probówki „Corning” (0,5 cm długości 40 cm). Następnie do probówki dodano 10 kropli ferroiny jako wskaźnika i starannie wymieszano przez odwracanie probówki. Zaczęły się pojawiać niebiesko zabarwione fale reakcji, które przesuwają się od dna ku górze. Zjawienie się fal przy dnie probówki było periodyczne. Jeśli wprowadzono zakłócenia do układu przez wstrząsanie, fale zjawiały się ponownie, ale okres fal cyklicznych był większy.

W celu scharakteryzowania fal zmierzono ich okres stosując trzy różne stężenia wyjściowe kwasu malonowego. Położenie czoła fali zmierzono również w określonych odstępach czasu. Po okresie wstępnych wahań prędkość osiąga stałą wartość.

Zależność okresu fal chemicznych w zależności
od początkowego stężenia kwasu malonowego

Początek stężenia kwasu malonowego (M)	Okres czasu (min)
0,3845	$9,83 \pm 0,17$
0,2563	$11,36 \pm 0,09$
0,1709	$13,00 \pm 0,01$

Autorzy przytaczają również przypuszczalne rozwiązanie matematyczne.

Konstancja Jakutowicz

* Rastogi R. P., Yadawa K. D. S.: *Generation of chemical waves*, Nature — Physical Science, 1972, Nov. 6, vol. 240, n. 97. p. 19.

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

INSTYTUT BADAŃ NISKICH TEMPERATUR W JAPONII

Instytut ten znany w świecie z szerokiego zakresu tematyki i poziomu badań a należący do Uniwersytetu Hokkaido, zorganizował w Sapporo w 1941 r. dr K. Oguna. Inicjatywę powstania tej placówki poprzedziły pionierskie w świecie badania dr Nakaya nad wytworzeniem sztucznego śniegu w komorach chłodniczych.

Obecnie instytut ten rozwinął się w wielki ośrodek badawczy, w którym pracuje ponad 90 pracowników naukowych i techników w następujących 10 sekcjach: fizyki lodu i śniegu, stosowanej fizyki, meteorologii, oceanografii, szkód śniegowych, zamarzania gleby, pokrywy śnieżnej, uszkodzeń roślin przez niskie temperatury, biologii i medycyny. Zwiedziłem tę placówkę w jesieni ubiegłego roku dzięki zaproszeniu prof. A. Sakai, który zajmuje się tam badaniem wpływu niskich temperatur na rośliny drzewiaste.

Urządzenia chłodnicze, których budowę zakończono w 1969 r., jak też analityczna aparatura badawcza reprezentuje najwyższy poziom światowy. Wyposażenie chłodnicze liczy 32 duże komory chłodnicze rozmieszczone na dwu piętrach, z których największe pomieszczenia liczą 260, 157, 125 i 86 m² powierzchni. Nieco mniejsze pomieszczenia chłodnicze o powierzchni 8–45 m² rozmieszczone są na parterze i wyposażone są w różnorodną kontrolną aparaturę elektroniczną. Na pierwszym piętrze w niektórych komorach zainstalowana jest też różnej wielkości aparatura do wytwarzania promieniowania X. Tunel wietrzny typu Göttingen dla badań śniegu może wytwarzać przepływ powietrza z prędkością 40 m/sek. Ponadto w laboratoriach są lodówki o wysokich parametrach sprawności technicznej, dzięki którym można uzyskać temperatury jeszcze niższe jak w komorach. Zastosowano do chłodzenia trójchloroetylen (CHCl₃), przy pomocy którego otrzymuje się w komorach temperatury –20 i –40°C. Ale w niektórych pomieszczeniach przy zastosowaniu bardziej sprawnych urządzeń chłodniczych można otrzymać temperatury –60 i –80°C.

Instytut publikuje wyniki badań po japońsku z angielskim streszczeniem w czasopiśmie Teionkagaku, Low Temperature Science, seria fizyczna i biologiczna, a po angielsku w czasopiśmie „Contribution from the Institute of Low Temperature Science” w dwu seriach A (fizyka i geografia) oraz B (biologia i medycyna). Zwiedzenie tego Instytutu i zapoznanie się z aparaturą badawczą było dla mnie wielkim przeżyciem. W szczególności w laboratoriach, w których bada się uszkodzenia roślin przez niskie temperatury, aparatura była najbardziej współczesna. Wspomnę o aparaturze automatycznej, która mierzy w ciągu kilkunastu sekund z dokładnością do 0,01°C zamrożonych w ciekłym azocie (–196°C) spadki temperatur pędów drzew i krzewów. Pracownie wyposażone są też w lodówki z programem dla regulowania niskich temperatur do –120°C. Również wyposażenie pracowni biochemicznej w automatyczną aparaturę do oznaczania związków białkowych umożliwia prowadzenie badań na współczesnym poziomie.

Program badawczy tej sekcji wiąże się z potrzebami hodowli lasu w klimacie Hokkaido, który charakteryzuje się długimi i surowymi zimami, a leśnictwo tej wyspy, stanowiące ważną gałąź gospodarki narodowej, jest poważnym dostarczycielem drewna dla przemysłu. Drzewa niektórych gatunków cierpią tu nie tylko do mrozów zimowych, ale też są uszkodzane przez przymrozki jesienne i wiosenne.

Badania tego Instytutu koncentrują się na następujących problemach.

1. Przyczyny sezonowych różnic odporności tkanek roślin na niskie temperatury. Jeśli tkanki gałązek niektórych gatunków drzew giną w okresie lata w temp. -5°C to w okresie zimy mogą być zamrożone bez szkody do temp. -196°C i -269°C (ciekły hel). Odporność na niskie temperatury jest też uwarunkowana biologicznymi właściwościami gatunków drzew i krzewów.

2. Wpływ szczególnie niskich temperatur (-196°C) na tkanki drzew i krzewów oraz na badaniu procesu przezimowywania roślin w strefie polarnej i alpejskiej.

3. W warunkach klimatycznych wyspy Hokkaido ważna jest też znajomość wpływu przymrozków jesiennych i wiosennych na rośliny. Jak też studiowany jest wpływ procesu hartowania na wytrzymałość tkanek roślin na niskie temperatury.

4. W związku z hodowlą mieszańców drzew szybko rosnących i odpornych na choroby — modrzewia japońskiego i modrzewia mandżurskiego badana jest też ich odporność na niskie temperatury. Do bardzo interesująco pomyślanych należą badania nad odpornością pni na powstawanie uszkodzeń tak zwanych lat mrozowych w okresie słonecznych wiosennych dni i mroźnych nocy. W pracowni biochemicznej studiowany jest metabolizm roślin w zależności od temperatury. Badania te są podstawowe dla zrozumienia wpływu niskich temperatur na uszkodzenia tkanek roślin.

Również w sekcji biologicznej prowadzone są podstawowe badania dla wyjaśnienia mechanizmów przeżywania i śmierci tkanek roślin i zwierząt pod wpływem działania niskich temperatur. Bada się bezpośrednio proces zamarzania tkanek roślinnych i zwierzęcych. Prace te objaśniają nieco proces tworzenia się lodu wewnątrz komórek. Ten stan nie jest wtedy groźny dla życia komórek gdy przez szybkie zamrożenie tkanek roślinnych lub zwierzęcych do temperatury -196°C tworzą się wewnątrz komórek drobne kryształki lodu. Bada się również przyczyny wytrzymałości na niskie temperatury organizmów zwierzęcych jak też i roślinnych i rolę w tym procesie różnych substancji chemicznych.

Te kilka przykładów problemów badawczych wziętych z prac prowadzonych w obrębie tylko dwu sekcji daje obraz skali zagadnień tego Instytutu. Problematyka badań niektórych sekcji jest jak sądzę dla nas interesująca i byłoby celowe nawiązanie z tą placówką bliższych kontaktów i wymiany publikacji przez naszych biologów interesujących się tymi zagadnieniami.

Stefan Białobok

ZEBRANIE ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA NAUKOWA

**„OCHRONA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO W WIELKOPOLSCE”
(POZNAŃ — 17.X.1972)**

17 października 1972 r. odbyła się w Poznaniu sesja naukowa poświęcona zagadnieniu ochrony środowiska przyrodniczego w Wielkopolsce, zorganizowana przez Wydział VI Nauk Rolniczych i Leśnych Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk wspólnie z Instytutem Biologii Stosowanej Akademii Rolniczej w Poznaniu. W sesji wzięło udział około 200 osób z Wielkopolski i innych regionów kraju, w tym przedstawiciele zainteresowanych władz i reprezentanci różnych dziedzin gospodarki narodowej.

Przedstawiono 13 zwięzłych (20-minutowych) referatów. Po każdym z nich odbyła się dyskusja nie przekraczająca 10 minut, związana z treścią poszczególnych referatów. Niezależnie od tego po wygłoszeniu ostatniego z planowanych referatów wywiązała się dyskusja nad całokształtem tematyki sesyjnej, nieograniczona czasem.

Po wygłoszeniu słowa wstępnego przez wiceprezesa Oddziału IPAN w Poznaniu, prof. dr Władysława Węgorka, zostały przedstawione przez referentów cztery wątki tematyczne, pierwszy o charakterze bardziej ogólnym obejmującym ogólnobiologiczne aspekty wpływu środowiska na człowieka: na jego metabolizm (prof. dr Antoni Horst); na jego funkcje słuchowe (prof. dr Halina Ryffert); zagadnienie zmienności tego środowiska na przykładzie Wielkopolski (doc. dr Izabela Dąmbska); problem doskonalenia metodycznego aparatu służącego badaniu tej zmienności środowiska i możliwości jej sterowania (prof. dr Karol Mańka); oraz trzy dalsze bardziej szczegółowe związane ściślej z regionem poznańskim, mianowicie: ochrona środowiska glebowego (zmiany w użytkowaniu gruntów w województwie poznańskim (dr inż. Henryk Ginel); skażenie pestycydami środowiska glebowego Wielkopolski (prof. dr Władysław Węgorek); kumulacja fluoru w glebach rejonu Konina (prof. dr Witold Mucha); ochronę wód w Wielkopolsce — aktualny stan wód wielkopolskich (prof. dr Stanisław Kołaczkowski); zanieczyszczenie wód ciągu jezior dorzecza rzeki Wełny (prof. mgr Bolesław Dąbrowski); biologiczne zmiany naturalnych zbiorników wodnych okolic Konina (doc. dr Michał Iwaszkiewicz); i ochrona powietrza w Wielkopolsce — stan zanieczyszczenia atmosfery w Wielkopolsce (mgr Kazimierz Nowakowski); zanieczyszczenie powietrza w mieście Poznaniu (prof. dr Maria Szymtówna i mgr Michał Umbreit); destrukcyjna rola fluoru w powietrzu okolic Konina i Poznania (doc. dr Tadeusz Dziubek).

Prof. dr A. Horst unaocznili wzajemne metaboliczne uzupełnianie się ustrojów bytujących w danym środowisku i wynikające stąd ich uzależnienie od biocenoz tego środowiska. Dotyczy to w najwyższym stopniu człowieka, którego procesy fizjologiczne mogą się odbywać bez zakłóceń jedynie w warunkach niezachwianego naturalnego środowiska, co jest szczególnie istotne w zakresie przewycięzania trudności związanych z właściwymi także organizmowi ludzkiemu blokami metabolicznymi. Nieprzemyślane naruszanie naturalnych układów naturalnego środowiska może w tym względzie pociągnąć za sobą wysoce niebezpieczne skutki.

Ingerencja człowieka w naturalne środowisko może zagrozić nie tylko metabolizmowi, lecz także innym funkcjom człowieka, np. percepcji dźwięków, co stwarza

problem znaczenia środowiska przyrodniczego dla ochrony człowieka przed szkodliwym działaniem hałasu. Omawiając to zagadnienie prof. dr H. Ryffert przedstawiła m.in. wyniki badań kierowanej przez nią Katedry Akustyki UAM w Poznaniu nad zjawiskiem tłumienia dźwięków przez pasy zieleni, parki, a przede wszystkim lasy. Efekt tłumienia hałasu przez lasy jest nie tylko spostrzegalny, ale można go również określać ilościowo. Jego wielkość jest zależna od wieku, składu gatunkowego itp. cech rozpatrywanych drzewostanów. Można go wykorzystywać do zabezpieczenia przed ujemnym działaniem hałasu niektórych miejsc pracy, jak i do regenerowania organizmu człowieka osłabionego zarówno hałasem jak i innymi czynnikami towarzyszącymi mu w jego środowisku zawodowym i domowym.

Doc. dr I. Dąbska przytaczając wiele przykładów uzasadniła tezę, w myśl której Wielkopolska należy do tych regionów, w których ostatnio zachodzą szybkie zmiany środowiska przyrodniczego. Nawiązując do treści tej wypowiedzi prof. dr K. Mańka podkreślił fakt narastania potrzeby doskonalenia metod badania wspomnianych zmian. Jako metodę tego rodzaju reprezentującą nowe możliwości wskazał powstałą w ośrodku poznańskim (w Akademii Rolniczej i Instytucie Ochrony Roślin) tzw. „metodę szeregów biotycznych”. Metoda ta zmierza do liczbowego ujmowania łącznego oddziaływania wszystkich czynników ekologicznych badanych środowisk (najczęściej dotąd — glebowego) na kształtowanie się w nich określonych zjawisk życiowych (np. rozwoju poszczególnych organizmów fitopatogenicznych), opierając się na strukturalnej i funkcjonalnej analizie zbiorowisk mikroorganizmów występujących w tych środowiskach.

Jako wstęp do rozpatrywania zagadnień związanych z ochroną środowiska glebowego można uważać referat dr inż. H. Gineła o zmianach w użytkowaniu gruntów w województwie poznańskim w latach 1956—1970. Wynika z niego, że we wspomnianym okresie nastąpiło stosunkowo znaczne zmniejszenie się powierzchni użytków rolnych na rzecz przede wszystkim zalesień, w znacznie mniejszej mierze na rzecz celów związanych z budową dróg, gospodarką wodną, kopalnictwem itp. Były to więc zmiany z punktu widzenia ochrony środowiska glebowego raczej korzystne. Prof. dr W. Węgorek rozpatrując z kolei zagadnienie skażenia pestycydami środowiska rolniczego Wielkopolski podkreślił, że jakkolwiek region ten należy do jednego z bardziej chemizowanych (zaprawami nasiennymi i innymi fungicydami oraz herbicydami i insektycydami) obszarów Polski, nie dochodzi pod tym względem do przekroczenia granic podyktowanych koniecznościami (zabezpieczenie produkcji niezbędnych ilości żywności) i rozsądkiem. Doceniając jednak ważności zagadnienia rozwija się rozległe badania, mające na celu umożliwienie właściwego rozeznania zagrożenia m.in. środowiska glebowego przez pestycydy i podejmowania konkretnych poczynań w celu ograniczenia tego zagrożenia. Wreszcie prof. dr W. Mucha podzielił się z uczestnikami sesji wynikami badań nad kumulacją fluoru w glebach rejonu Konina. Kumulacja ta okazała się w związku z emisjami huty aluminium w Koninie stosunkowo wielka, co stwarza znaczne zagrożenie dla organizmów żywych, których uszkodzenie fluorem może nastąpić przez bezpośredni kontakt lub pośrednio (gleba — roślina — zwierzę). Ustabilizowane związki fluoru w glebach podlegają ogólnym prawom przemian i pobierania przez rośliny, przy czym najbardziej szkodliwe są formy łatwo przyswajalne, na powstawanie których wielki wpływ wywierają warunki środowiska glebowego. Szczególnie dużo łatwo przyswajalnych związków fluorowych powstaje w glebach leśnych (dzięki ich zakwaszeniu i nagromadzeniu w nich nienasyconych związków próchnicznych).

Zagadnienie stanu wód wielkopolskich poruszył pierwszy prof. dr S. Kołaczkowski. Ich zanieczyszczenie, powodowane przez ścieki większych miast i zakła-

dów przemysłowych, rośnie niestety z każdym rokiem. Więcej niż połowa rzek wielkopolskich zawiera wody martwe lub prawie martwe. Sytuację pogarszają częstokroć wadliwie prowadzone melioracje wodne. Wszystko to nie znaczy jednak, aby posuwający się naprzód proces zanieczyszczania wód był zjawiskiem nie dającym się opanować. Budowa nowoczesnych, odpowiednio dużych i sprawnych oczyszczalni ścieków, właściwa lokalizacja zakładów przemysłowych itp. zabiegi mogą znacznie uzdrowić sytuację. Bezpośrednie nawiązanie do referatu prof. S. Kołaczkowskiego stanowiła relacja prof. B. Dąbrowskiego, który przytoczył wyniki badań nad zanieczyszczeniem ciągu jezior dorzecza rzeki Welny, do której są skierowywane ścieki miasta Gniezna i jego przemysłu. Ścieki te nie są należycie oczyszczane, co pociąga za sobą stopniową utratę walorów użytkowych zarówno samej rzeki, jak i wspomnianych jezior. Na zmiany zachodzące w tych wodach najsilniej reagują ryby. Obserwuje się mianowicie stopniowe zanikanie poszczególnych ich gatunków, a nawet całkowite wyginiecie ryb. Do tego rodzaju strat dochodzą straty związane z utratą przydatności wody dla ludzi i zwierząt, straty rekreacyjne itp. O innym typie zmian zachodzących w zbiornikach wodnych w związku z oddziaływaniem przemysłu informował doc. dr M. Iwaszkiewicz, który badał zmiany biologiczne zachodzące w naturalnych zbiornikach wodnych okolic Konina wykorzystywanych dla celów chłodniczych przy produkcji energii elektrycznej. Temperatura jezior konińskich podniosła się w związku z tym o kilka do kilkunastu (11) st. C, co z kolei pociągnęło za sobą istotne zmiany w zachowaniu się ryb (przyśpieszenie lub wydłużenie się czasu ich rozrodu, stopniowe ustępowanie z Jeziora Licheńskiego sandacza i szczupaka itp.) i kilkakrotne zwiększenie się produkcji fitoplanktonu.

Zagadnienie zanieczyszczenia powietrza w Wielkopolsce poruszył jako pierwszy mgr K. Nowakowski. Jego zdaniem obszar Wielkopolski należy do terenów o średnim stopniu zanieczyszczenia atmosfery, które wiąże się z działalnością przede wszystkim 22 większych zakładów przemysłowych (w tym Huty Aluminium w Koninie i Poznańskich Zakładów Fosforowych, emitujących toksyczne związki fluoru). Największe średnioroczne zanieczyszczenia pyłowe występują w Kaliszu, Wągrowcu, Ostrowie Wlkp. i w przemysłowej części Konina. Dla zmniejszenia zanieczyszczeń powietrza w województwie poznańskim przewiduje się instalowanie urządzeń odpylających i redukujących substancje gazowe, eliminację drobnych źródeł zanieczyszczeń przez ich zastępowanie przemysłowym źródłem ciepła (elektrociepłownię) i przechodzenie na paliwo wysokokaloryczne, a w przypadku wielkich zakładów przemysłowych określone rozwiązania indywidualne. O wynikach badań nad zanieczyszczeniem atmosferycznym niektórych dzielnic m. Poznania poinformowała prof. dr M. Szymtówna i mgr M. Umbreit. We wszystkich tych dzielnicach zostało stwierdzone znaczne przekroczenie normy zapyłania dla terenów zamieszkałych ($250 \text{ ton/km}^2/\text{rok}$). W okresie 1969—1971 r. zostały stwierdzone w określonych punktach poszczególnych dzielnic następujące maksymalne zapylenia (w tonach na 1 km^2 i na 1 rok): Świerczewo 290,5, Jeżyce 300, Dębiec 441, Wilda 902, Grunwald 1510. Jako ostatni z referentów zabrał głos na sesji doc. dr T. Dziubek, który przedstawił wyniki swych wieloletnich badań nad zanieczyszczeniem powietrza w okolicach Huty Aluminium w Koninie i Poznańskich Zakładów Fosforowych pod Poznaniem przez emitowane przez te zakłady związki fluoru, i nad destrukcyjnym wpływem tych emisji na roślinność i zwierzęta. Okazało się m.in., że powietrze w okolicy fabryki nawozów fosforowych zawierało do $0,0027 \text{ mg F}$ w 1 litrze a w okolicy huty aluminium do $0,009 \text{ mg F/l}$, a wiadomo, że już przy zawartości $0,000,000,1 \text{ mg F/l}$ powietrza fluorki osadzając się na roślinach są dla nich toksyczne. Referent wskazał, że roślinność skażona fluorkami

jest jako pasza dla zwierząt toksyczna dla nich już od stężeń 4 mg% w przeliczeniu na suchą masę, czym też tłumaczy się spotykane w badanych okolicach bardzo znaczne wybrakowanie pogłowia bydła dochodzące w niektórych gromadach do około 95%.

W ożywionej dyskusji nad referatami najczęściej zainteresowania wzbudzały zagadnienia chemizacji rolnictwa.

Karol Mańka

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ядвига Семиńska</i> — Памяти проф. др. Ирены Цабейшек	227
--	-----

I

<i>Вацлав Гаевский</i> — Исследования генетической информации у микроорганизмов, растений и животных (основная проблема координированная Институтом биохимии и биофизики Польской академии наук)	231
<i>Зыгмунт Эвы</i> — Феромоны млекопитающих	235
<i>Генрик Шарски</i> — Разнообразие белков и механизмы эволюции	249
<i>Тадеуш Пенчак</i> — Сосуществование речных видов рыб в Польше в зависимости от условий среды	255
<i>Барбара Толлочко</i> — Питание инфузорий как функция мембран	265

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Мэствин Станислав Костка</i> — Сохранение природы — элементом хозяйственных процессов	280
<i>Здислав Каяк</i> — Значение экологических исследований для рационального использования биосферы	295

РЕЦЕНЗИИ

<i>Ежи Анджей Хмузиньски</i> — R. H. Wright: Наука о запахе, ПВН, Варшава, 1972 . . .	303
<i>Ирена Реймент-Гроховска</i> — Я. Быстрек: Очерк лишенологии, ПВН, Варшава, 1972	306
<i>Кишиштоф Енджейко</i> — Новак Ф. А.: Большой атлас растений, ПВРиЛ, Варшава, 1972	307
<i>Якуб Мовшович</i> — Г. Боген: Современная биология, Москва, 1970	309

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

<i>Чеслав Циерневски</i> — Образование упорядоченной пространственной и стабильной структуры белковых молекул; <i>Констанция Якутович</i> — Сукцинатдегидрогеназная активность и свободные радикалы митохондрий печени инактивных и облученных животных; <i>Констанция Якутович</i> — Возбуждение химических волн	311
---	-----

ТРУДЫ НАУЧНЫХ ИНСТИТУТОВ

<i>Стефан Бялобок</i> — Институт исследования низких температур в Японии	323
--	-----

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

<i>Кароль Манька</i> — Научная сессия „Охрана природной среды в Великопольше” . . .	325
---	-----

CONTENTS

<i>Jadwiga Siemińska</i> — In memory of Professor Irena Cabejszek	227
---	-----

I

<i>Wacław Gajewski</i> — Studies on genetic information in microorganisms, plants and animals as a basis for improvement of their economic values	231
<i>Zygmunt Ewy</i> — Pheromones in mammalian animals	235
<i>Henryk Szarski</i> — Protein diversity and the mechanism of evolution	249
<i>Tadeusz Penczak</i> — Common occurrence of Polish fish species in rivers in connection with the habitat	255
<i>Barbara Tołłoczko</i> — Nutrition of <i>Ciliata</i> as a function of membranes	265

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Mestwin Stanisław Kostka</i> — Nature conservation — one of the elements of economic processes	280
<i>Zdzisław Kajak</i> — The importance of ecological studies for a rational use of the bioenvironment	295

BOOK REVIEW

<i>Jerzy Andrzej Chmurzyński</i> — R.H. Wright: The Science of Fragrance, Polish Scientific Publishers, Warsaw, 1972	303
<i>Irena Rejment-Grochowska</i> — J. Bystrek: An Outline of Lichenology, Polish Scientific Publishers, Warszawa, 1972	306
<i>Krzysztof Jędrzejko</i> — Novák F.A.: The Great Plant Atlas, Polish Agricultural and Forestry Publications, Warsaw, 1972	307
<i>Jakub Mowszowicz</i> — G. Bogen: Sowriemiennaja biologija, Moscow, 1970	309

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Czesław Cierniewski</i> — The formation and stabilization of protein structure; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Succinyldehydrogenase activity and free radicals of liver mitochondria of intact and irradiated animals; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Generation of chemical waves.	311
---	-----

WORKS OF SCIENTIFIC INSTITUTES AND RESEARCH CENTRES

<i>Stefan Białobok</i> — The Institute of Low Temperature Science in Japan	323
--	-----

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

<i>Karol Mańka</i> — A Scientific Session devoted to the conservation of natural environment in Great Poland	325
--	-----

SPIS TREŚCI

<i>Jadwiga Siemińska</i> — Pamięci prof. dr Ireny Cabejszek	227
---	-----

I

<i>Wacław Gajewski</i> — Badania nad informacją genetyczną mikroorganizmów, roślin i zwierząt celem doskonalenia typów bakterii ich cech użytkowych	231
<i>Zygmunt Ewy</i> — Feromony zwierząt ssących	235
<i>Henryk Szarski</i> — Różnorodność białek i mechanizm ewolucji	249
<i>Tadeusz Penczak</i> — Współwystępowanie krajowych gatunków ryb w rzekach w zależności od środowiska	255
<i>Barbara Tołłoczko</i> — Odżywianie się orzęsków jako funkcja błon	265

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Mestwin Stanisław Kostka</i> — Ochrona przyrody jako element procesów gospodarczych	280
<i>Zdzisław Kajak</i> — Znaczenie badań ekologicznych dla racjonalnego użytkowania biosfery	295

RECENZJE

<i>Jerzy Andrzej Chmurzyński</i> — R. H. Wright: Nauka o zapachu, PWN, Warszawa, 1972	303
<i>Irena Rejment-Grochowska</i> — J. Bystrek: Zarys lichenologii, PWN, Warszawa, 1972	306
<i>Krzysztof Jędrzejko</i> — Novák F. A.: Wielki atlas roślin, PWRiL, Warszawa, 1972	307
<i>Jakub Mowszowicz</i> — G. Bogen: Sowriemiennaja biologija, Moskwa, 1970	309

KRONIKA NAUKOWA

<i>Czesław Cierniewski</i> — Tworzenie się uporządkowanej przestrzennie i stabilnej struktury cząsteczek białkowych; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Aktywność dehydrogenazy bursztynianowej i wolne rodniki w mitochondriach zdrowych i napromieniowanych zwierząt; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Powstawanie fal chemicznych	311
--	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Stefan Białobok</i> — Instytut badań niskich temperatur w Japonii	323
--	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Karol Mańka</i> — Sesja naukowa „Ochrona środowiska przyrodniczego w Wielkopolsce”	325
---	-----

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”.

Prenumeratorzy 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, 3, 227—330, maj-czerwiec, Warszawa 1973.

Indeks 36417