

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS



Rok XXXIII

WARSZAWA 1984

Zeszyt 3 (184)

PAŃSTWOWE

WYDAWNICTWO

NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XXXIII

ZESZYT 3 (184)

K O S M O S

Rok założenia 1876



WARSZAWA 1984

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

RADA REDAKCYJNA

*prof. dr Leszek Kuźnicki (wiceprzewodniczący), prof. dr Włodzimierz Michajłow,
prof. dr Włodzimierz Ostrowski, prof. dr Henryk Szarski, prof. dr Przemysław Trojan,
prof. dr Adam Urbanek (przewodniczący), prof. dr Kazimierz Zieliński
sekretarz: mgr Jadwiga Kobuszewska*

KOMITET REDAKCYJNY

*doc. dr Władysław Goliński, prof. dr Krystyna Kisielewska, prof. dr Adam Łomnicki,
prof. dr Włodzimierz Michajłow (redaktor naczelny), prof. dr Halszka Osmólska,
prof. dr Aleksandra Przełęcka, prof. dr Andrzej Wierciński,
prof. dr Kazimierz Lech Wierzchowski (zastępca redaktora naczelnego), prof. dr Jerzy Żuk
sekretarz: mgr Jadwiga Kobuszewska*

Adres redakcji: 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, XIXp.
Polskie Towarzystwo Przyrodników im. M. Kopernika
(tel. 20-02-11, wew. 25-44)

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ POLSKIEJ AKADEMII NAUK

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — WARSZAWA, MIODOWA 10

Nakład 1013+107. Ark. wyd. 12,00. Ark. druk. 9,5.

Papier druk. mat. V 71 g. B-1

Oddano do składania 14.V.84 r. Podpisano do druku 17.X.84 r.

Druk ukończono w październiku 1984 r.

Zam. 379/84.

Cena zł 120,—

WARSZAWSKA Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich 8



Jakub Mowszowicz (1901-1983)

PROFESOR JAKUB MOWSZOWICZ (1901-1983)

W dniu 18 grudnia 1983 r. zmarł w Łodzi prof. dr hab. Jakub Mowszowicz, uczony, nauczyciel akademicki, organizator nauki, popularyzator wiedzy biologicznej, działacz społeczny.

Profesor Mowszowicz urodził się 5 grudnia 1901 r. w Wilnie. W mieście tym ukończył szkołę powszechną, gimnazjum im. A. Mickiewicza oraz studia botaniczno-geograficzne w Uniwersytecie Stefana Batorego. Jako student III roku został przyjęty do Zakładu Botaniki Ogólnej, gdzie pod kierunkiem profesora P. Wiśniewskiego rozpoczął pracę naukową. Na swoje utrzymanie zarabiał wówczas ucząc w szkołach powszechnych i gimnazjum Ch. Epsztejna. Tytuł magistra filozofii w zakresie botaniki uzyskał w 1931 r., zaś stopień doktora nauk ścisłych — w 1936 r. Od 1936 r. pracował jako asystent wolontariusz, a od 1940 r. — jako asystent etatowy systematyki roślin.

W 1941 r. został osadzony w getcie wileńskim, gdzie poza przymusową pracą fizyczną, uczył przyrody i geografii w nielegalnej szkole powszechnej oraz gimnazjum. Dzięki pomocy z zewnątrz, kontynuował także badania nad florą wileńską. W czasie wojny stracił całą rodzinę, łącznie 31 osób. Sam zbiegł w przededniu likwidacji getta i ukrywał się przez 10 miesięcy u koleżanek uniwersyteckich.

Po wyzwoleniu, już jako docent geobotaniki, kierował Katedrą Geobotaniki oraz Ogrodem Botanicznym w Uniwersytecie Wileńskim.

W 1945 r., po 13 latach pracy, opuścił Wilno i Uniwersytet Wileński. Przybył do Łodzi i związał się z młodą uczelnią, w której stworzył „botanikę łódzką”, współtworzył Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, uczył młodzież, wychowywał kadrę naukową.

W Uniwersytecie Łódzkim był początkowo zastępcą profesora w Katedrze Botaniki Lekarskiej. W 1947 r. habilitował się i został docentem systematyki i geografii roślin, w 1948 r. — profesorem nadzwyczajnym, a w 1958 r. — profesorem zwyczajnym.

Już w maju 1946 r. otrzymał nominację na kierownika Zakładu Systematyki i Geografii Roślin Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego U.Ł. Do jego organizacji przystąpił natychmiast po powrocie z Francji, gdzie studiował fitosocjologię u Profesora J. Braun-Blangueta w Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine w Montpellier. Od 1953 r. do chwili przejścia na emeryturę w 1972 r. kierował Katedrą Systematyki i Geografii Roślin Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi U.Ł., przemianowaną w 1970 r. na Zakład Botaniki w ramach Instytutu Botaniki i Zoologii.

W tym czasie pełnił funkcje prodziekana i dziekana, wykształcił około 260 magistrów, był recenzentem wielu prac doktorskich i habilitacyjnych, superrecenzentem, opiniodawcą o tytuł profesora nadzwyczajnego i zwyczajnego. W ciągu 27 lat pracy w Łodzi prowadził wykłady, wycieczki botaniczne, publikował skrypty dla studentów i artykuły metodyczne dla nauczycieli.

Cała twórczość naukowa Profesora J. Mowszowicza obejmuje około 800 publikacji: monografii, książek, artykułów naukowych i popularno-naukowych, recenzji, artykułów publicystycznych. Profesor był przede wszystkim wybitnym znawcą polskiej flory naczyniowej i systematykiem roślin. Obszarem jego działalności i twórczości naukowej były Ziemie: Wileńska i Łódzka. Pozostawił dwie fundamentalne monografie florystyczne, syntez regionalne: florę

wileńską (cz. I-III, 1957-1959) i florę łódzką (1960, 1978). Summa flory wileńskiej została poprzedzona kilkoma opracowaniami szczegółowymi, z których bardzo ceniona przez botaników europejskich była praca o florze i roślinności Gór Ponarskich. Trwałe miejsce w botanice polskiej mają także podręczniki z zakresu systematyki florystycznej: „Rośliny wodne krajowe” (1950, 1973), „Pospolite rośliny naczyniowe Polski” (1952, 1970, 1976, 1979, 1983), „Krajowe chwasty polne i ogrodowe” (1955, 1975), „Przewodnik do oznaczania drzew i krzewów krajowych i aklimatyzowanych” (1979) i in. Do oryginalnych wyników badań należy zaliczyć również prace nad zmiennością wewnątrzgatunkową roślin naczyniowych z wielu podstawowych rodzin flory polskiej oraz zastosowanie metody fitosocjologicznej Braun-Blanqueta do badań nad roślinnością niżową Polski Północno-Wschodniej i Środkowej. Prace te zapoczątkowały całościowe ujmowanie fitocenoz, łącznie z roślinami zarodnikowymi. W zespole kierowanym przez Profesora zostały także wypracowane i rozwinięte florystyczno-fitosocjologiczne metody badań dla celów ochrony przyrody w Polsce środkowej.

Profesor Mowszowicz wykładał i rozwijał zapomnianą gałąź botaniki — teratologię. Należał również do czołowych polskich historyków botaniki. Zainteresowanie tą dziedziną zostało zainspirowane ongiś przez Profesora W. Szafera. Warto może wspomnieć o takich artykułach, jak: „Botanika i botanicy w Uniwersytecie Stefana Batorego w Wilnie” (1966), „Z historii badań roślin synantropijnych w Polsce” (1970), „Z historii badań krajowych nad roślinami wodnymi” (1970), „Krzysztof Kluk jako systematyk” (1975). Szkic Jego sylwetki naukowej przedstawiono w czasopiśmie „Kosmos” (seria A, 29, 5/6, 1980 r.).

Wyjątkowo dużą część dorobku pisarskiego stanowią publikacje popularno-naukowe, głównie z zakresu botaniki. Popularyzacja uprawianej dyscypliny naukowej jest właściwie powinnością każdego uczonego, ale Profesor posiadał dar, niezaprzeczalny talent popularyzatorski. Chęć upowszechniania wiedzy botanicznej wynikała z gorącego umiłowania świata roślin, jego głębokiej znajomości i przekonania o konieczności ich praktycznego wykorzystywania. Był bardzo wierny botanice stosowanej; służył ludziom.

Pisał książki, recenzje i artykuły popularno-naukowe o dziko rosnących roślinach użytkowych, leczniczych i trujących, o chwastach polnych i rolnictwie, lasach i łąkach, o zagrożeniach środowiska przetrzynającego i ekologicznych skutkach tych zagrożeń, o ochronie przyrody, o związkach różnych dyscyplin naukowych z botaniką i przyrodą lub — po prostu — odkrywał tajemnice świata roślin. Pisał dla profesjonalistów, ale przede wszystkim — dla szerokich kręgów społeczeństwa: leśników, rolników, ochroniarzy, hodowców i zbieraczy roślin, farmaceutów, nauczycieli, studentów i uczniów. Jego pierwsze powojenne artykuły ukazały się w „Wszehświecie” (z. 5, 1947 r.) oraz „Kosmosie” (serii B-67, 1951 r., serii A-1955 r.) i były drukowane w wielu jeszcze numerach tych czasopism, ale też i innych, jak: „Chrońmy Przyrodę Ojczystą”, „Farmacja Polska”, „Problemy”, „Przyroda Polska”, „Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej”, „Sylwan”, „Wiadomości Botaniczne”, „Wiadomości Zielarskie”, „Wiedza i Życie”, „Zielarski Biuletyn Informacyjny”. Nieważko uzbierało się także artykułów publicystycznych i wypowiedzi drukowanych w prasie łódzkiej bądź ogólnopolskiej.

Profesor J. Mowszowicz znany był także jako prelegent. Szczególnie dużym zainteresowaniem i uznaniem cieszyły się pogadanki radiowe i telewizyjne oraz wykłady wygłaszane w ramach Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika, Polskiego Towarzystwa Botanicznego, Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, Towarzystwa Wiedzy Powszechnej, Powszechnych Wykładów Uniwersyteckich w Łodzi i Warszawie. Efekty społeczne tego dzieła były zdumiewające: tysiące słuchaczy na odczytach; listy i telefony, gdy „przyrodzie łódzkiej — i nie tylko — działa się jakaś krzywdą”; znikające z półek księgarskich książki i artykuły, wielokrotne ich wznawienie z inspiracji czytelników.

Działalność popularyzatorska była nie tylko potrzebą serca, była również obowiązkiem wpływającym z przynależności do wielu towarzystw naukowych. Profesor Mowszowicz był członkiem Komitetu Botanicznego przy II Wydziale PAN, Zespołu Historii Botaniki przy Zakładzie Historii Nauki i Techniki PAN, Rady Naukowej Zakładu Ochrony Przyrody PAN,

Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, Polskiego Towarzystwa Botanicznego (wieloletni prezes Oddziału Łódzkiego i członek honorowy od 1978 r.), Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika, Polskiego Towarzystwa Leśnego, Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego. Był także członkiem Ligi Ochrony Przyrody (członek honorowy od 1977 r.), Towarzystwa Przyjaciół Łodzi (członek honorowy od 1979 r.) i in., wieloletnim przewodniczącym Wojewódzkiego Komitetu Ochrony Przyrody.

Za swą działalność naukową, dydaktyczno-wychowawczą, organizacyjną i społeczną prof. dr hab. Jakub Mowszowicz otrzymał wiele odznaczeń państwowych, odznaczeń i odznak honorowych, nagród oraz pism uznania i dyplomów.

Odszedł od nas wybitny botanik i nieustrudzony popularyzator tej dyscypliny nauki, doskonały organizator i inicjator myśli naukowej i nauczania w Uniwersytecie Łódzkim, niezapomniany wykładowca i nauczyciel akademicki, wychowawca wielu pokoleń studentów, społecznik, tytan pracy, erudyta, dobry Człowiek.

Krystyna Czyżewska

KAROL PIASECKI

Zakład Antropologii Historycznej
Instytut Archeologii U W
Warszawa

EWOLUCJA ROLI SZYSZYNKI

WSTĘP

Wiedza o organizmie ludzkim przeżywa w ostatnich czasach niezwykle burzliwy rozwój. Dzieje się to nie tylko za sprawą rewolucji naukowo-technicznej i związanych z nią nie spotykanych dotąd możliwości badawczych, lecz także ze względu na coraz szersze stosowanie nowych ujęć metodycznych, a przede wszystkim podejścia systemowego. Konieczność takiego postępowania, do tej pory często nie uświadamiana w gąszczu pogłębiających się specjalizacji, uwidoczniła się wyraźnie przy analizie systemu regulacji wewnętrznej organizmów żywych. Szczegółowe badania wykazały, że u zwierząt kręgowych struktura i działanie tego systemu są oparte o różnorodne sposoby regulacji i odpowiednio zorganizowaną hierarchiczną strukturę. Pozwala im to, w zależności od potrzeb, na integrację lub autonomizację określonych organów.

Niezmierznie istotną rolę w układzie regulacyjnym kręgowców odgrywa szyszynka, narząd którego funkcja była do tej pory praktycznie nieznana. Jej znaczenie doceniały jedynie tradycyjne systemy filozoficzne Wschodu, np. w Indiach w systemie jogi tantryckiej jest ona identyfikowana z jedną z czakr. Galen (II w. n. e.) przeciwstawiając nieparzystość szyszynki ogólnej parzystości mózgu przypuszczał, że musi ona w związku z tym odgrywać ważną rolę. Natomiast Kartezjusz, prawdopodobnie w oparciu o źródła orientalne, posuwał się jeszcze dalej uważając szyszynkę za „siedzibę duszy ludzkiej”.

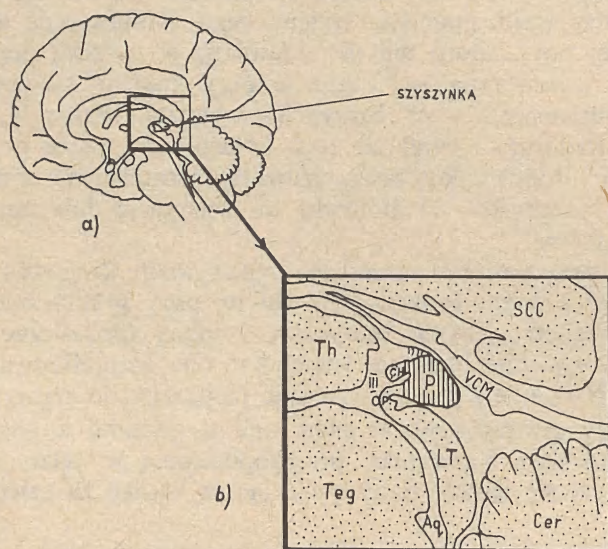
Badania nad szyszynką są obecnie bardzo zaawansowane i prowadzi je wiele ośrodków na całym świecie, stąd też każdy przegląd aktualnego stanu wiedzy w tym zakresie szybko się starzeje. W polskiej literaturze medycznej ostatnim podsumowaniem tej dziedziny nauki jest praca Michała Karaska „Szyszynka” (31). Omawia on szeroko dotychczasowe odkrycia, głównie te, które są związane z medyczną stroną zagadnienia.

Niniejsze opracowanie jest próbą przedstawienia niektórych, wybranych danych na temat ewolucji, budowy i funkcji szyszynki kręgowców, ze szczególnym uwzględnieniem człowieka. Wydaje się to być niezbędnym dla zrozumienia roli jaką ten gruczoł pełni w ludzkim organizmie.

Ograniczone możliwości jakimi dysponujemy w zakresie badań *in vivo*, przeprowadzanych na człowieku, zmuszają niejednokrotnie do opierania się o wyniki eksperymentów na innych kręgowcach. Sytuację komplikuje ponadto fakt, iż funkcje szyszynki związane są z oświetleniem, a zwierzęta doświadczalne przejawiają często aktywność nocną, a nie dzienną tak jak człowiek. Stąd też nierzadkie kłopoty z interpretacją wyników. Pomimo swej fragmentaryczności wyniki te układają się w logiczną całość, która zadziwia swymi rozmiarami. Dziś po przeszło dwudziestoletnim okresie prowadzenia intensywnych badań staje się jasne, że bez należytego zrozumienia roli szyszynki w organizmie ludzkim nie będziemy w stanie pojąć całej złożoności jego działania.

LOKALIZACJA I BUDOWA SZYSZYNKI SSAKÓW NA PRZYKŁADZIE SZYSZYNKI LUDZKIEJ

Różnorodność budowy szyszynki w różnych grupach systematycznych kręgowców jest tak wielka, że sama w sobie stanowi odrębne zagadnienie (por. str. 6xx). Dlatego też budowę jej przedstawimy na jednym przykładzie,



Rys. 1. a — Przekrój mózgowia w płaszczyźnie strzałkowej; b — powiększony fragment tego samego przekroju. III — trzecia komora mózgu, Aq — wodociąg mózgu, CH — spoidło uzdeczek, CP — spoidło tylne, Cer — mózdzek, LT — blaszka pokrywy, P — szyszynka, SCC — płatek ciała modzelowatego, Teg — nakrywa, Th — wzgórze, VCM — żyła wielka mózgu. Wg Gładstona i Wakeley'a, za Karaskiem [31]

konkretnie na przykładzie szyszynki ludzkiej, która w ogólnych zarysach nie odbiega od budowy tego narządu u większości ssaków łożyskowych.

Szyszynka (*glandula pinealis*) jest częścią mózgowia (rys. 1) i wchodzi

w skład nadwzgórza (*epithalamus*), które obejmuje ponadto: spoidło przednie (*commissura anterior*) i spoidło tylne (*commissura posterior*). U człowieka spoidło przednie zawiera: parzyste uzdeczki (*habenulae*), trójkąt uzdeczek (*trigona habenulorum*) i spoidło uzdeczek (*commissura habenulorum*). Położona pośrodku szyszynka połączona jest z wyżej wymienionymi częściami nadwzgórza za pomocą konarów szyszynki (*pediculi glandulae pinealis*) i zwrócona podstawą w kierunku trzeciej komory mózgu, tworząc płytki zachyłek (*recessus pinealis*) tej komory.

Krew doprowadzana jest do szyszynki poprzez tętnicę łączącą tylną (*arteria communis posterior*) i tętnicę mózdkową górną (*arteria cerebelli posterior*), a odprowadzana żyłami (*venae communae epithalamicae et pineales*) uchodzącymi do zbiornika żyły wielkiej mózgu.

Pomimo swego mózgowego pochodzenia szyszynka nie ma żadnych bezpośrednich połączeń nerwowych z resztą mózgowia. U współczesnych ssaków, a więc także u człowieka unerwiana jest wyłącznie przez włókna pozazwojowe pochodzące ze zwojów szyjnych górnych [30]. Wnikają one do szyszynki dwoma drogami:

- przez całą powierzchnię narządu,
- poprzez nerwy współczulne szyszynki (*nervi conarii*).

Szyszynka stanowi narząd mięszowy, otoczony tkanką łączną, który w większości zajmują specyficzne wyspecjalizowane komórki tzw. pinealocyty (90%). Ponadto występują tu komórki glejowe, tuczne, barwnikowe i inne [31].

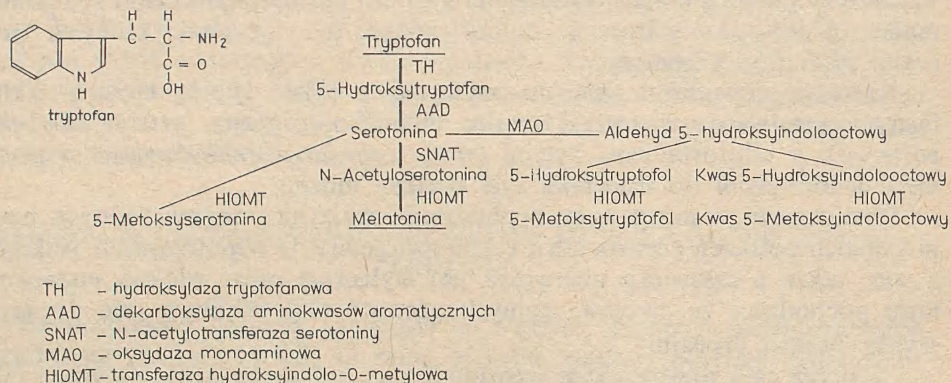
Pinealocyty (zwane także komórkami głównymi) charakteryzują się pęcherzykowatym jądrem z dość dużym jądrem. Występuje w nich z reguły aparat Golgiego i duża liczba mitochondriów. Obecne są także krople lipidów. Niekiedy spotyka się struktury przypominające blaszki synaptyczne, które często przylegają do błony komórkowej. Jest to bez wątpienia relikty filogenetyczny, przypominający pierwotne, recepcyjne funkcje szyszynki. U dojrziałych ssaków pinealocyty pozbawione są aktywności mitotycznej. Powiększanie narządu w pierwszym okresie życia nie wynika ze zwiększania liczby komórek, które dzielą się zaledwie kilkakrotnie i to zaraz po urodzeniu, lecz ze zwiększania się ich objętości.

BIOCHEMIA SUBSTANCJI CZYNNYCH SZYSZYNY

Stwierdzono, że u wszystkich kręgowców szyszynka pełni istotną rolę wydzielniczą, produkując w zależności od gatunku zwierzęcia, wiele aktywnych biologicznie substancji. Część z nich została już dość dobrze poznana inne natomiast wymagają dalszych badań przy użyciu specjalnych, subtelnych metod. Zidentyfikowane do tej pory substancje można podzielić na trzy grupy: a) związki indolowe, b) pochodne tyrozyny i c) peptydy.

Związki indolowe są pochodnymi aminokwasu aromatycznego tryptofanu. Są one wydzielane przez szyszynkę w największych ilościach i dlatego też zostały stosunkowo wcześniej wykryte (już w latach pięćdziesiątych). Synteza ich przebiega według następującego schematu (rys. 2).

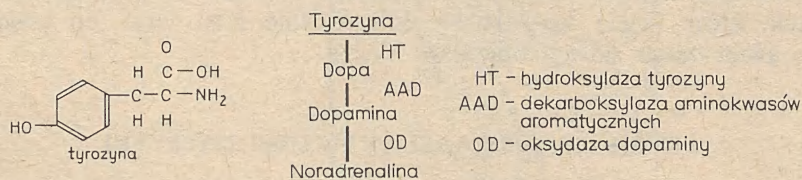
Głównym produktem tego szlaku jest melatonina, czyli N-acetylo-5-metoksytryptamina. Jej obecność wykazano w szyszynce przytłaczającej większości kręgowców [48]. Najważniejszym enzymem sterującym tą syntezą jest transferaza hydroksyindol-o-metylowa, w skrócie oznaczana jako HIOMT. Liczne eksperymenty wykazały, że jest to związek wysoce specyficzny, a jego akty-



Rys. 2. Schemat syntezy melatoniny. Wg Mullena [48], zmieniony

wność w różnych grupach systematycznych jest bardzo różna. Na przykład, u niektórych gatunków ptaków znaleziono odmiany HIOMT, których aktywność jest kilkakrotnie większa niż przeciętna aktywność tego enzymu u ssaków [4]. Aktywność biologiczną wykazują także i inne 5-metoksyindole, jednakże działanie melatoniny jest najsilniejsze.

Interesującym faktem jest to, iż melatonina niekoniecznie musi być pochodzenia szyszynkowego. Jej synteza może zachodzić także w siatkówce oka bocznego różnych kręgowców [69]. Obecność HIOMT stwierdzano ponadto w innych częściach mózgowia poza szyszynką.



Rys. 3. Schemat syntezy noradrenaliny. Wg Mullena [48], zmieniony

W oparciu o inny aminokwas aromatyczny, tyrozinę, syntezowana jest w szyszynce następna grupa związków o działaniu endokrynnym (rys. 3). Należą do niej dopamina i noradrenalina. Pochodne tyrozyny, zwane aminami katecholowymi wytwarzane są także przez nadnercza. Ogólnie ich rola polega na stymulacji czynności metabolicznych organizmu. W szyszynce zachodzi ponadto synteza jeszcze jednej aminy biogennej — histaminy [21].

Badania ekstraktów szyszynkowych pozwoliły stwierdzić istnienie dalszych

substancji biologicznie czynnych produkowanych przez szyszynkę i mających wyraźny charakter hormonalny [5]:

- a) wazotocyny,
- b) LHRH (lutein hormon releasing hormon) — czynnika uwalniającego czynnik luteinizujący,
- c) TRH (thyreotropic releasing hormon) — czynnika uwalniającego tyreotropinę,
- d) PAG (pineal antygonadotropine) — antygonadotropinę szyszynkową zawierającą:
 - taurynę,
 - inne niezidentyfikowane substancje białkowe o działaniu antygonadotropowym.

Trudności jakie powstają przy próbach analizy składu ekstraktów szyszynkowych i wydzielenia z nich związków peptydowych sprawiają, że dokładna struktura PAG nie jest jeszcze znana. Sądzi się, że nie jest to jeden związek, a cała grupa substancji o dużej specyficzności gatunkowej i wynikających stąd różnicach w działaniu.

Biochemia dostarcza wielu dowodów świadczących o tym, że szyszynka jest gruczołem dokrewnym. Oprócz tak ewidentnych, jak produkcja hormonów stwierdzono w metabolizmie glukozy w szyszynce występowanie cyklu pentozowego, charakterystycznego właśnie dla gruczołów dokrewnych i komórek wydzielniczych.

SZYSZYŃKA U WSPÓŁCZESNYCH KRĘGOWCÓW

Wśród żyjących obecnie kręgowców napotykamy dużą różnorodność morfologii szyszynki. Pierwotnie występujący u wszystkich kręgowców, na-

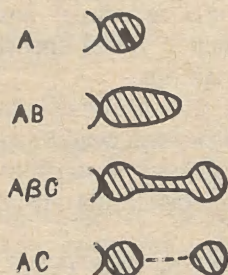
Tabela 1.

Występowanie poszczególnych typów szyszynki u wybranych grup ssaków (wg Vollratha, zmienione)

Gatunek (grupa)	Typ
Człowiek	A
Szympan	A
Orangutan	A
Gibbon	A
Makkaki	Abeta, ABgamma
Krowa	AB
Owca, koza	A
Świnia	AB
Koń	A
Osiół	AB
Królik	alfabetaC
Pies	AB, A
Kot	AB
Foki	ABC
Chomikowate	alfabetaC, alfaC, AbetaC
Szczur	alfabetaC, alfaC, C, betaC
Nietoperze	A

rzęd ten w niektórych grupach systematycznych i ekologicznych zanika lub ulega silnej atrofii połączonej z utratą aktywności fizjologicznej [70]. Nie występuje: u krokodyli (*Crocodylia*), łuskowców (*Pholidota*), niektórych szczerbaków (*Edentata*) i torbaczy (*Marsupialia*). Silną atrofię wykazuje szyszynka nosorożców (*Rhinocerotidae*), słoni (*Elephantidae*), nietoperzy (*Chiroptera*) oraz niektórych tropikalnych owadożernych (*Insectivora*) i gryzoni (*Rodentia*). U bezowodniowców organ ten zbudowany jest wyraźnie z kilku części, których wzajemne relacje mogą być bardzo różne. Z tego też względu coraz częściej zamiast terminu „szyszynka” stosowany jest termin — „kompleks szyszynkowy”.

Ptaki mają szyszynkę stosunkowo dużą, a u ssaków bezłożyskowych występuje ponadto dodatkowy organ zwany organem subkomisuralnym,



Rys. 4. Klasyfikacja kształtów szyszynki. Wg Vollratha [70]

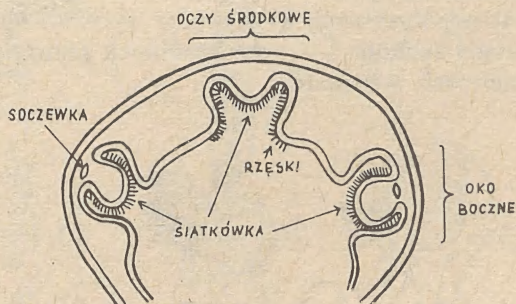
połączony z szyszynką i ściśle z nią współpracujący [32]. Szyszynka ssaków łożyskowych ma budowę wewnętrzną dosyć jednolitą natomiast jej morfologia wykazuje duże zróżnicowanie. Próbę klasyfikacji i przegląd morfologii szyszynki ssaków przeprowadził Vollrath [70]. Jego koncepcję i wyniki ilustruje rys. 4. i tab. 1.

EWOLUCJA BUDOWY

Pierwotnie szyszynka była fotoreceptorem i tworzyła parę dodatkowych oczu położonych na wierzchu głowy, zwanych oczyma ciemieniowymi [14]. Ogólny schemat organizacji głowy kręgowców wyglądał więc początkowo tak jak na rys. 5. Oprócz pary oczu bocznych istniała dodatkowa para organów fotorecepcyjnych, będących początkowo normalnymi oczyma, wyposażonymi w oczodoły, siatkówki i soczewki. Analiza materiału paleozoologicznego pozwala sądzić, że funkcja tych oczu nie różniła się w sposób istotny od funkcji oczu lateralnych. Jednakże już na początku dewonu zachodzi ważna zmiana polegająca na redukcji jednego oka i utworzeniu pojedynczego otworu ciemieniowego położonego na szwie strzałkowym. Wśród ryb dewońskich posiadających otwór ciemieniowy prawie wszystkie mają otwór pojedynczy, jedynie w wyjątkowych przypadkach jest on przedzielony na pół [15]. Część gatunków zwierząt już wtedy pozbawiona jest całkowicie oczu ciemieniowych [6]. Świadczyć to może o silnym zróżnicowaniu zachodzącym

w procesie ewolucji tego narządu na wczesnych etapach rozwoju filogenetycznego kręgowców.

Początkowo składał się on bowiem z parzystej części pinealnej i odpowiadającej jej, połączonej z nią parzystej części parapinealnej [44]. Po redukcji jednego oka kompleks szyszynkowy składał się tylko z dwóch części — oka szyszynkowego i szyszynki właściwej, pomiędzy którymi istniało sprawne połączenie nerwowe. Ponadto sama szyszynka miała bezpośrednie połączenie z resztą mózgowia. Nieparzystość budowy była niewątpliwie wynikiem redukcji jednej (prawej) części kompleksu a nie wynikiem zlania się pierwotnie



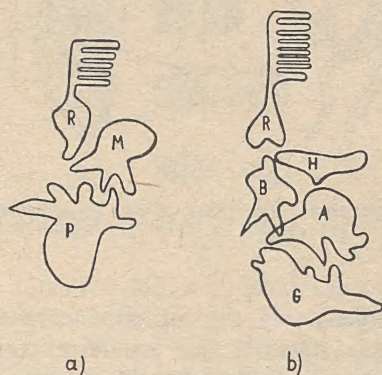
Rys. 5. Pierwotny schemat organizacji głowy kręgowców. Wg Eakina [14]

parzystej struktury w pojedynczy narząd. Dowodzą tego badania anatomiczne. I tak u jaszczurek stwierdzono, że nerw łączący oko ciemieniowe z resztą szyszynki, biegnie po lewej stronie płaszczyzny strzałkowej głowy [14]. Podobnie jest zresztą u prymitywniejszych strunowców. Obserwacje ontogenezy lancetnika potwierdziły pochodzenie szyszynki z lewej połowy kompleksu szyszynkowego. Wreszcie dla żadnego z żyjących współcześnie zwierząt nie udało się stwierdzić istnienia chociażby śladu wzdłużnego podziału szyszynki na dwie części.

Kolejnym krokiem w ewolucji szyszynki jest utrata połączenia oka ciemieniowego z resztą kompleksu i zachodzący prawdopodobnie jednocześnie zanik bezpośrednich połączeń nerwowych z resztą mózgowia. Przyczyną tego musiała być prawdopodobnie zmiana głównych funkcji narządu z typowo fotorecepcyjnych na wewnątrzwydzielnicze. Głębszym zaś powodem, ogólniejszy mechanizm ewolucyjny polegający na specjalizacji narządów pierwotnie metamerycznych a tym samym na ich zróżnicowaniu. Dwie pary oczu pełniły u pierwotnych kręgowców początkowo prawdopodobnie tę samą rolę. Poprzez zmianę funkcji jednej z nich ewolucja uzyskała nowy materiał i nowe możliwości konstrukcyjne. Tendencja do redukcji oczu szyszynkowych i zmiany ich głównych funkcji musiała być bardzo stara ewolucyjnie, skoro przejawia się ona prawie we wszystkich liniach rozwojowych kręgowców.

U form niewyspecjalizowanych zmiany te zachodziły co prawda bardzo wolno, czego przykładem jest obecność oka ciemieniowego u niektórych współcześnie żyjących gadów oraz u kopalnych gadów ssakokształtnych [14].

Dalsze zmiany budowy kompleksu szyszynkowego są już jedynie wynikiem wymienionych poprzednio przekształceń. Oko ciemieniowe pozbawione połączenia z resztą szyszynki zanika a otwór ciemieniowy zarasta, początkowo fałdą skórną, później tkanką kostną. Niekiedy, tak jak u większości współczesnych jaszczurek na skórze w tym miejscu pozostaje tzw. plamka ciemieniowa („pineal spot”). Następuje całkowita utrata bezpośrednich połączeń nerwowych szyszynki z mózgowiem i zanik, bogatego początkowo, unerwienia wewnątrzszyszynkowego [67]. „Trzecie oko” staje się prawdziwym gruczołem wewnątrzwydzielniczym. Wykazana już uprzednio różnorodność budowy szyszynki u współczesnych kręgowców wyraźnie świadczy, że przedstawione zmiany mogły zachodzić w poszczególnych grupach systematycznych według nieco odmiennych schematów.

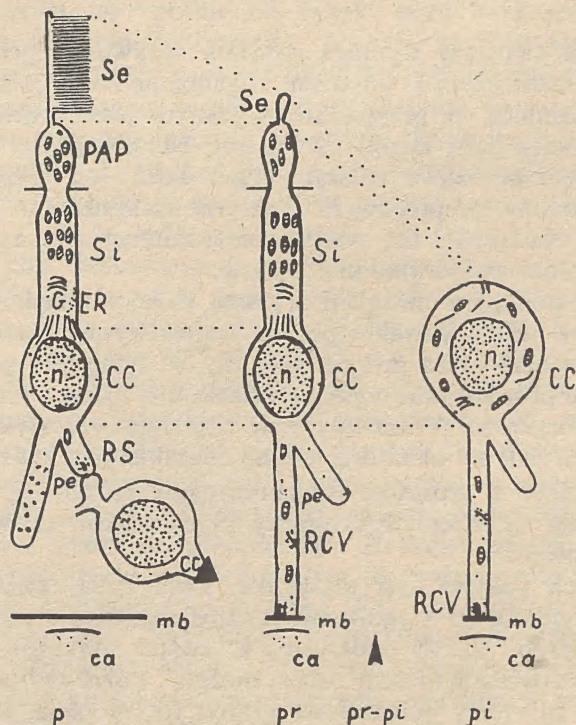


Rys. 6. Różnice w budowie siatkówki szyszynki i oka bocznego. a — szyszynka, b — oko. R — komórka receptorowa, A — komórka amakrynalna, B — komórka bipolarna, G — komórka zwojowa, H — komórka horyzontalna, M — komórka multipolarna, P — neuron szyszynkowego szlaku nerwowego. Wg Wake i in. [71]

Ewolucja morfologiczna szyszynki pozostaje w ścisłym związku z ewolucją jej budowy mikroskopowej. W schemacie pierwotnej organizacji mózgowia zaproponowanym przez Eakina, ektodermalna warstwa komórek dająca początek mózgowiu, opatrzona jest od zewnątrz dużą liczbą rzęsek (cilli), które następnie ewoluują w multitubularne struktury oczu bocznych i środkowych. Istnienie takich reliktowych tubuli odkryto także w podwzgórzu [14]. Związek rzęsek z fotorecepcją jest prawdopodobnie ewolucyjnie znacznie starszy, bowiem u pierwotniaków i przedstrunowców cillie są elementem towarzyszącym plamkom świetlnym.

Zmiany w organizacji siatkówki oka szyszynkowego musiały zajść stosunkowo wcześniej, gdyż siatkówka współcześnie występujących oczu ciemieniowych ma odmienną budowę od siatkówki oka bocznego [71]. Różnice, te przedstawia rys. 6.

Przekształcenie komórek fotoreceptorowych w pinealocyty nastąpiło poprzez stadium przejściowe tzw. szczątkowe komórki fotoreceptorowe. Komórki linii czuciowej, którymi są komórki fotoreceptorowe, składają się



Rys. 7. Komórki linii czuciowej w szyszynce kręgowców. Schemat obrazuje stopniowe przechodzenie fotoreceptorów (p) w fotoreceptory szczątkowe (pr), następnie w pinealocyty (pi), pr-pi odpowiada możliwym stanom pośrednim między fotoreceptorami szczątkowymi a pinealocytami. Se — segment zewnętrzny, Si — segment wewnętrzny, CC — ciało komórki, pe — wypustka podstawowa, n — jądro, ER — szorstka siateczka śródplazmatyczna, G — układ Golgiego, RS — prążek synaptyczny, RCV — prążek otoczony pęcherzykami, PAP — przedłużenie szczytowe, mb — błona podstawna, ca — naczynek włosowaty. Wg Collina, za Karaskiem [31]

z trzech zasadniczych części: segmentu zewnętrznego zawierającego dużą liczbę mikrotubuli, bezpośrednio odbierającego promieniowanie świetlne, segmentu zewnętrznego i ciała komórki. Utrata zdolności fotorecepcyjnych wynika z utraty pierwszych dwóch segmentów, natomiast zwiększenie roli wewnątrzwydzielniczej szyszynki uwarunkowane jest rozrostem ciała komórki. Koncepcję takich zmian w ewolucji szyszynki zaproponował Collin w roku 1969 [10] (rys. 7). Zgodnie z nią zakłada się początkową jednoczesność funkcji fotorecepcyjnych i wewnątrzwydzielniczych, przy przewadze tych pier-

wszych. Potwierdzają to także liczne dane eksperymentalne dotyczące aktywności wydzielniczej oczu bocznych, z których wynika że siatkówka oczu bocznych produkuje melatoninę, oraz niewątpliwe przejawy aktywności wewnętrzwydzielniczej szyszynki ryb i płazów [10, 30].

EWOLUCJA FUNKCJI SZYSZYNKI

Utrzymanie homeostazy wymaga istnienia sprawnego przepływu informacji pomiędzy otoczeniem i wnętrzem organizmu zwierzęcia a jego korelatorem i homeostatem. W przypadku kręgowców jednocześnie funkcje korelatora i homeostatu pełni Ośrodkowy Układ Nerwowy (OUN). OUN dysponuje w tym celu pewną, w dalszym ciągu daleką od ostatecznego ustalenia, liczbą systemów receptorowych oraz trzema systemami efektorowymi. Te trzy systemy efektorowe to: system somatomotoryczny, system wisceromotoryczny i system endokrynnomotoryczny.

Komunikację pomiędzy mózgiem a resztą ciała, niezbędną dla funkcjonowania systemów regulacyjnych zapewnia siedem wyspecjalizowanych regionów mózgu — „siedem okien mózgu” [35]. Są to: tylny płat przysadki mózgowej, wyniosłość pośrodkowa, *organum vasculosum*, blaszka krańcowa, organ subkomisuralny, organ subformikalny, pole najdalsze oraz szyszynka. Termin „okno” nie jest tu jedynie metaforą. Cechą charakterystyczną tych regionów jest ich nieszczelność w stosunku do parenchymy mózgowej, która to nieszczelność pozwala na przepływ substancji przekaźnikowych wraz z płynem mózgowo-rdzeniowym.

Jednym z tych „okien” jest szyszynka. Łączy ona, zwłaszcza u niżej stojących ewolucyjnie grup kręgowców, funkcje elementu systemu receptorowego i regulacyjnego. Należy podkreślić, że związku takiego nie wykazano dotychczas dla pozostałych sześciu „okien mózgu”. Poznane funkcje szyszynki podzielić można na cztery podstawowe grupy: fotorecepcja, termoregulacja, kontrola układu wewnętrzwydzielniczego i regulacja pracy mózgu. Oczywiście wszystkie te funkcje są ze sobą mniej lub bardziej powiązane i są odbiciem ewolucji tego organu. Celowe więc będzie prześledzenie tych funkcji w związku z ewolucją budowy szyszynki.

FOTORECEPCJA

Jak już wielokrotnie wspomniano fotorecepcja były podstawową, pierwotną funkcją szyszynki. Nawet obecnie, wiele gatunków gadów ma szczątkowe oko ciemieniowe. Wyjątkowo, jak u tuatary, nowozelandzkiego gatunku reprezentującego bardzo archaiczną linię rozwojową, oko to jest normalnie wykształcone i ma oczodół, soczewkę oraz siatkówkę [64]. Natomiast płazy współczesne dysponują swoście przekształconym kompleksem szyszynkowym, nazywanym organem frontalnym (czołowym), który pełni rolę trzeciego oka (1, 13].

Każdy wyspecjalizowany fotoreceptor organizmów żywych musi mieć:

- układ optyczny, którego zadaniem jest przekształcanie padającego nań promieniowania elektromagnetycznego w wiązkę o określonych parametrach;
- układ fotochemiczny przekształcający energię odbieranego promieniowania na zmiany potencjałów błon cytoplazmatycznych, odbierane następnie jako impulsy nerwowe.

Warunki te spełniać musi zatem i oko szyszynkowe. Pierwotnie jego optyka nie różniła się istotnie od optyki oczu bocznych [14]. Możemy więc z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, że tworzyło ono normalne obrazy. Oczywiście, mogły a nawet musiały, analogicznie do różnic zachodzących dla oczu bocznych współczesnych zwierząt, występować istotne różnice w odbiorze poszczególnych części widma słonecznego i czułości odbioru u różnych gatunków. U zbadanych pod tym kątem współczesnych gatunków zwierząt różnice te są dosyć znaczne. Na przykład, oko ciemieniowe (organ frontalny) żaby, *Rana ridibunda*, reaguje na światło w paśmie od 355 do 515 nm, a oko ciemieniowe jaszczurki, *Lacerta viridis*, w paśmie od 460 do 520 nm. Dla porównania oko ludzkie odbiera światło w zakresie od około 400 do około 700 nm. Duże różnice zachodzą także w czułości: u *R. ridibunda* wynosi ona 10^6 - 10^3 lm/m², a u *L. viridis* aż 5 lm/m², co daje różnice od 3 do 6 rzędów wielkości [55]. Chemizm reakcji nie różni się niczym od procesów fotochemicznych zachodzących w oczach bocznych.

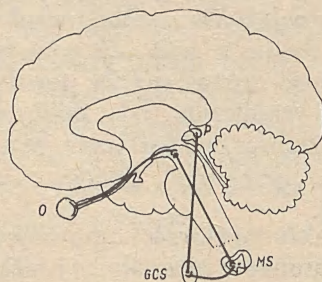
Reakcja oka ciemieniowego na bodźce świetlne o różnej długości fali może być dwójaka: achromatyczna i chromatyczna. Reakcja achromatyczna uzależniona jest jedynie od natężenia światła padającego na siatkówkę i w zasadzie nie zależy od długości fali. Reakcja chromatyczna natomiast polega na zróżnicowaniu odpowiedzi oka na bodziec świetlny w zależności od długości fali padającej na siatkówkę. Jest ona możliwa dzięki zróżnicowanemu rozmieszczeniu specjalnych, dodatkowych komórek w siatkówce oraz dzięki występowaniu różnic w budowie poszczególnych komórek światłoczułych. W wyniku takiego zróżnicowania powstają w siatkówce obszary mające różną długość fali wzbudzenia (trzy takie podsystemy reakcji chromatycznej znane są dość dobrze w siatkówce oka ludzkiego). Wykazano, że oko szyszynkowe może przejawiać reakcje chromatyczne, a więc tym samym widzieć barwy [24].

Nie wyczerpuje to jednakże możliwości optycznych szyszynki. Stwierdzono bowiem istnienie u wielu gatunków salamander i niektórych gatunków gadów (zwłaszcza pustynnych) selektywnej reakcji na kąt padania promieni słonecznych [1, 25]. Zjawisko to zostało nazwane „kompasem słonecznym”. Jest ono tłumaczone dwójako: jako wrażliwość kompleksu szyszynkowego na światło spolaryzowane [24] lub jako wykorzystanie reakcji chromatycznej oka ciemieniowego dla oceny stosunku nadfioletu do pozostałej części widma słonecznego odbieranego przez szyszynkę [13]. Jak wiadomo, światło słoneczne ma spolaryzowany kierunek drgań, również samo świecenie nieba jest spolaryzowane. Polaryzacja ta zmienia się wraz z ruchem dziennym słońca. Równocześnie też zmienia się proporcja pomiędzy natężeniem docierającego do powierzchni Ziemi nadfioletu a całkowitym natężeniem promieniowania słonecznego. Szyszynka, dysponując możliwością odbioru światła spolaryzowa-

nego (tak jak się to dzieje u wielu gatunków owadów) służyłaby jednocześnie jako kompas i zegar słoneczny.

Nie wyjaśniony pozostaje natomiast sposób w jaki szyszynka tracąc bezpośrednie możliwości odbioru bodźców świetlnych zyskała właściwości ich wtórnego odbioru, bowiem ścisła korelacja pomiędzy rytmem oświetlenia zewnętrznego a rytmem metabolizmu szyszynki jest u kręgowców zjawiskiem powszechnym. Z pozoru mało wiarygodna koncepcja, że odpowiedzialne jest za to, przynajmniej częściowo, promieniowanie świetlne przechodzące przez skórę i kości czaszki nie może być w pełni odrzucone. Kości małych kręgowców przepuszczają bez wątpienia część światła słonecznego. Prawdopodobnie może to zachodzić także u większych gatunków. Oczywiście natężenie docierającego w ten sposób do szyszynki światła będzie znacznie mniejsze niż natężenie światła docierającego do oczu bocznych, lecz może być ono dostateczne dla wywołania reakcji.

Szczegółowe badania neurofizjologiczne dostarczyły danych na temat drogi, wzdłuż której impulsy nerwowe z siatkówki oka bocznego docierają do szyszynki [31]. Otóż realizowane jest to następująco: impulsy nerwowe powstające w siatkówce poprzez nerwy wzrokowe biegną do skrzyżowania wzrokowego i za nim opuszczają główne pasmo wzrokowe. Przechodzą dodatkowym pasmem wzrokowym poprzez przodomózgowie do śródmózgowia, a konkretnie do jądra Bochenka. Stąd biegną przez neurony współczulne rdzenia kręgowego do zwojów szyjnych górnych. Dalej przekazywane są przez współczulne włókna zazwojowe zwojów szyjnych górnych już bezpośrednio do szyszynki, gdzie kończą się najczęściej w sąsiedztwie pinealocytów. Przebieg tej drogi u człowieka przedstawia rys. 8.



Rys. 8. Schematyczny rysunek drogi, którą impulsy wywołane przez światło docierają do szyszynki. GCS — zwój szyjny górny, MS — rdzeń kręgowy, O — oko, P — szyszynka. Wg Karaska [31]

Nie wiadomo jak przebiegało owo „przestawienie” funkcji z oka ciemieniowego na oczy boczne. Niewątpliwie na pewnym etapie musiały funkcjonować obydwie drogi równocześnie. Świadczyć o tym może fakt jednoczesnego oddziaływania oczu bocznych i oka ciemieniowego występujący u niektórych jaszczurek [19]. Pogłębiająca się w toku ewolucji specjalizacja funkcji oczu doprowadziła do pełnej przewagi drugiego wariantu.

TERMOREGULACJA

Sugerowana początkowo rola kompleksu szyszynkowego jako prostego dozymetru [14], oceniającego jedynie wielkość otrzymanej przez oko ciemniowe dawki światła wydaje się być daleko bardziej złożona i ściśle powiązana z termoregulacją [63].

Hipotezę o uczestniczeniu kompleksu szyszynkowego w termoregulacji wysunięto w oparciu o dwie grupy danych. Po pierwsze, istnieje silne zróżnicowanie relatywnej wielkości szyszynki związane z szerokością geograficzną w której żyje dany gatunek zwierzęcia, a po drugie liczne doświadczenia ze zwierzętami poddanymi pinealektomii (usunięciu szyszynki) i parietalektomii (usunięciu oka szyszynkowego) świadczą o związkach kompleksu szyszynkowego z termoregulacją.

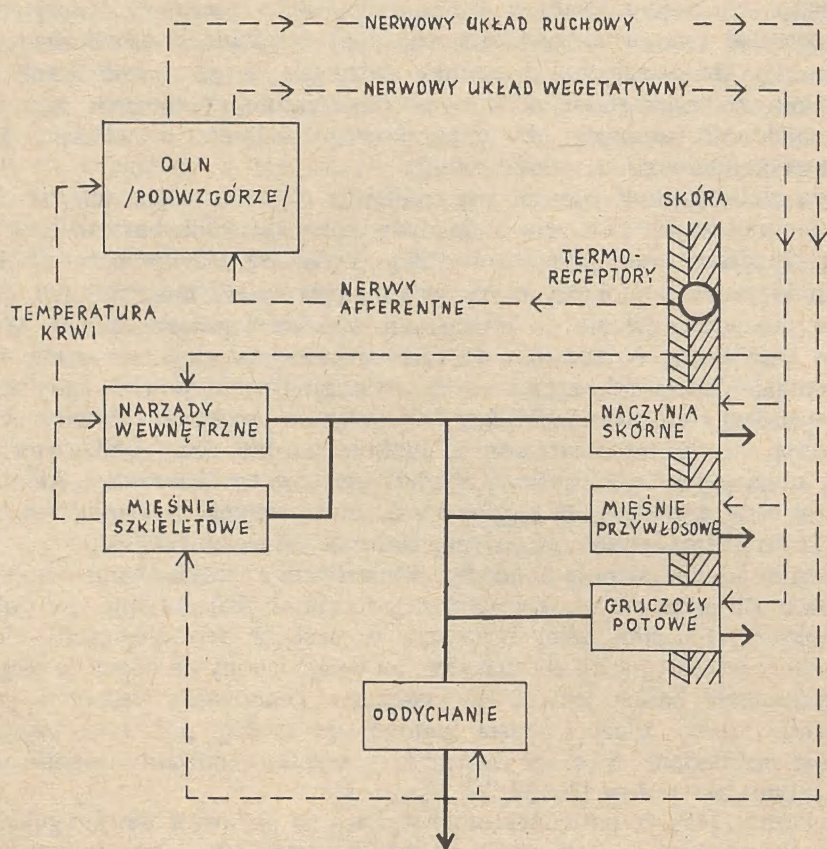
Poza nielicznymi wyjątkami jest regułą, że żyjące w większych szerokościach geograficznych zwierzęta mają stosunkowo dużą lub bardzo dużą szyszynkę. Przejawia ona ponadto wysoką aktywność metaboliczną. Z kolei te gatunki zwierząt, u których szyszynka uległa atrofii lub zanikowi, ograniczają swe występowanie do mniejszych szerokości geograficznych. Wśród ssaków największą, w stosunku do rozmiarów całego ciała, szyszynkę mają wioślonożycie (*Pinnipeda*), żyjące w morzach polarnych, podczas gdy słonie (*Elephantidae*) i nosorożce (*Rhinocertidae*), żyjące w pobliżu równika wykazują silną atrofię tego narządu. Z ptaków bardzo dużą i aktywną szyszynkę mają pingwiny (*Impennes*). Natomiast te gatunki zwierząt, które zupełnie utraciły szyszynkę, są to głównie drobne gryzonie (*Rodentia*) i owadożerne (*Insectivora*), występują jedynie w strefie okołorównikowej.

Różnice jakie występują pomiędzy ektotermami a endotermami w zakresie realizowanych przez nie strategii termoregulacyjnych [63] znajdują swe odbicie w różnicach roli jaką pełni szyszynka w procesie termoregulacji. Udział szyszynki w termoregulacji ektotermów jest dosyć trudny do oceny ze względu na ograniczenie badań jedynie do jaszczurek (*Lacertilia*). Pozostałe grupy ektotermów (ryby, płazy i reszta gadów) nie zostały pod tym względem należycie przebadane. Stąd też interpretację wyników możemy odnosić właściwie jedynie do gadów [16, 27, 59].

Wykazano [65], że parietalektomia wpływa na behavior termoregulacyjny jaszczurek zwiększając preferencję wyższych temperatur oraz podwyższając aktywność lokomotoryczną. Należy więc przypuszczać, że kompleks szyszynkowy moduluje działanie podwzgórzowych ośrodków termoregulacyjnych. Modulacja ta zachodzi najprawdopodobniej na drodze hormonalnej, a przekąźnikiem jest niewątpliwie melatonina [56].

Dla zmiennocieplnych zmiany behawioru są najskuteczniejszą metodą regulacji temperatury ciała. Zwierzę podwyższa swą temperaturę wygrzewając się na świetle, a obniża korzystając z różnego rodzaju ukryć, zwiększając transpirację, wentylację lub powierzchnię styku z podłożem. Metoda wykorzystująca w tym celu zmiany zabarwienia skóry, a co za tym idzie zmiany jej albedo, czyli zdolności odbijania promieni świetlnych, jest znacznie bardziej skomplikowana, lecz przystosowawczo korzystniejsza i zapewnia większą niezależność zwierzęcia od środowiska. Zmiana zabarwienia skóry spowodowana jest zmianami w agregacji pigmentu w melanoforach (specjalnych

komórkach barwnikowych). Czynnikiem melanosomoagregacyjnym może być melatonina [55] lub serotonina szyszynkowa [41]. Podanie melatoniny zmienia, na przykład, zabarwienie skóry larw płazów powodując jej ciemnienie [74]. Jednocześnie wpływa ona na zahamowanie syntezy hormonów melanotropowych (tj. stymulujących produkcję barwników), wytwarzanych przez poś-



Rys. 9. Schemat termoregulacji endotermów. Linia ciągłą zaznaczono przepływ ciepła, przerywaną — pętle regulacji. Wg Hensla [23]

rednią część przysadki mózgowej. Regulacja zabarwienia skóry może być oparta także na mechanizmach czysto neuralnych lub też na mieszanych neuralno-hormonalnych [54].

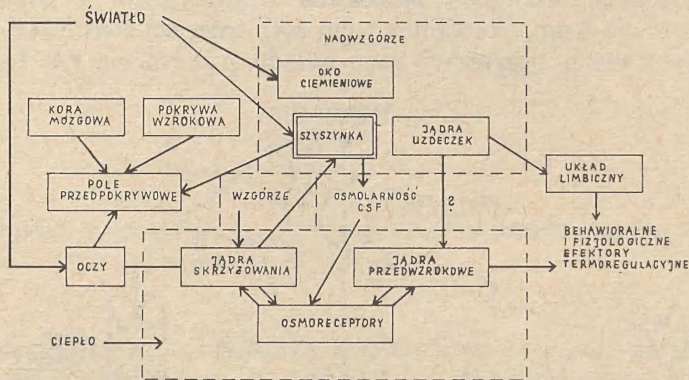
U niektórych gatunków umiejętność zmiany barwy stała się następnie podstawą różnego typu obronnych zachowań mimetycznych, występujących podczas sytuacji stresowych.

Wyraźny wpływ wywiera szyszynka na zjawisko ziania, będące u ektotermów pozbawionych gruczołów potowych szeroko wykorzystywanym sposobem obniżenia temperatury ciała. Doświadczalne podawanie jaszczurkom, *Amphibolurus muricatus*, melatoniny obniża tzw. próg ziania, tj. temperaturę

przy której występuje hiperwentylacja [19]. Próg ten obniża się jeszcze bardziej, gdy zwierzętom zakryje się oczy, będące także miejscem produkcji melatoniny.

Utrzymywanie temperatury ciała w wąskich granicach (endotermi) jest problemem znacznie trudniejszym i wymaga skoordynowania działania praktycznie całego organizmu. Zaangażowane są w to termoreceptory, układ krwionośny i oddechowy, mięśnie szkieletowe i skórne, skóra oraz układ nerwowy hormonalny. Ogólny schemat termoregulacji u endotermów przedstawił Hensel [23] (rys. 9).

Regulator jakim w tym systemie jest OUN obejmuje nie tylko podwzgórze, jak to podaje Hensel, lecz także wiele innych części mózgowia. Nowsze badania [54], choć także nie wyjaśniające do końca działania tego regulatora, traktują go jako bardzo skomplikowaną strukturę (rys. 10).



Rys. 10. Hipotetyczny schemat powiązań między kompleksem szyszynkowym a ośrodkami uczestniczącymi w termoregulacji u ektodermów. Wg Ralpa [54]

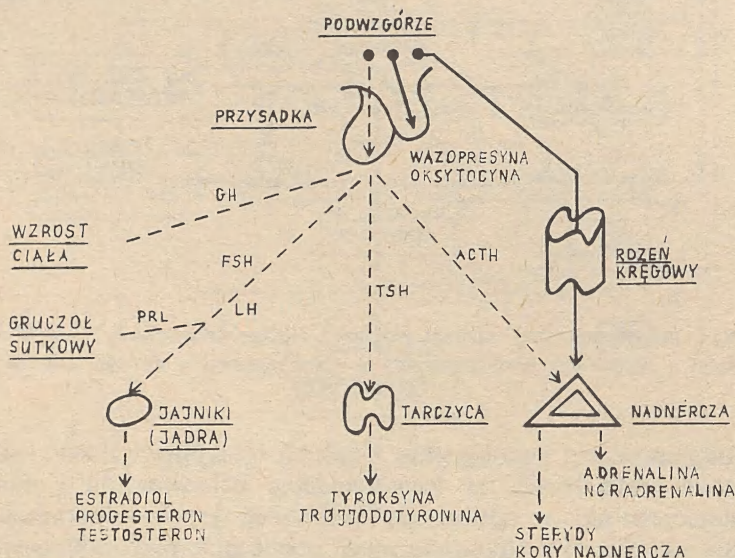
W funkcjonowaniu tego systemu ustalono następujące fakty: oko ciemieniowe może oddziaływać na termoregulację behawioralną i fizjologiczną za pośrednictwem układu rąbkowego (limbicznego), prawdopodobnie poprzez jądra uzdeczek. Rolę koordynatora może pełnić pole przedpokrywowe odbierające projekcje od oczu bocznych i oka ciemieniowego, a następnie uzgadniające informację wizualną i motoryczną poprzez pokrywę wzrokową, korę mózgową i wzgórze. Szlak szyszynkowy może także dokonywać projekcji prosto do ośrodków termoregulacyjnych takich jak jądra przedwzrokowe, poprzez jądra uzdeczek. Możliwe też, że te dwa składniki kompleksu szyszynkowego (tj. szyszynka i jądra uzdeczek) wraz z wzajemnymi oddziaływaniami, tworzą oddzielne szlaki prowadzące do jąder przedwzrokowych i w związku z tym mają różne działanie termoregulacyjne. Różnice w reakcjach obserwowano między różnymi gatunkami zwierząt poddanych parietalektomii i pinealektomii [63].

Wpływ szyszynki na termoeфекtory wynika ze sprawowanej przez nią kontroli nad produkcją ciepła przez organizm, zależną od metabolizmu

szyszynkowych i mózgowych indolamin, kontroli pobierania tlenu a co za tym idzie i regulacji poziomu spalania [56]. Istnieją też dane świadczące o regulacyjnej roli szyszynki w transporcie jonów i gospodarce wodnej w organizmie [31], które związane są także z termoregulacją.

KONTROLA UKŁADU ENDOKRYNNEGO

Układ wewnątrzwydzielniczy współpracuje w regulacji funkcjonowania organów wewnętrznych z układem nerwowym. Obejmuje on wiele odpowiednio szlachezowanych gruczołów, zorganizowanych na kilku poziomach i produkujących różne hormony. Poziom najniższy wytwarza mediatory chemiczne regulujące pracę efektorów znajdujących się wewnątrz organizmu, poziom wyższe produkują z reguły hormony regulujące metabolizm gruczołów poziomów niższych. Pomiedzy ośrodkami regulacyjnymi a podległymi im gruczołami istnieje skomplikowany system pętli sprzężeń zwrotnych ujemnych. Uproszczony schemat organizacji tego układu przedstawia rys. 11.

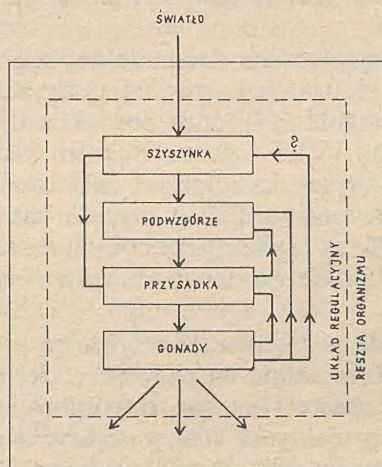


Rys. 11. Uproszczony schemat kontroli środowiska wewnętrznego przez układy hormonalny i nerwowy. Linia ciągłą oznaczono układ nerwowy, przerywaną — hormonalny. Wg Besta i Taylora, za Konturkiem [36]

Schemat ten jest nie tylko uproszczony, lecz brak w nim przede wszystkim szyszynki, jest on jednakże doskonałą ilustracją postawionej na początku tezy o konieczności przedstawienia dotychczasowych wyników badań nad tym gruczołem.

Obecnie ustalono już wiele zależności pomiędzy aktywnością metaboliczną szyszynki a pracą gruczołów wewnątrzwydzielniczych i ośrodków regulacyjnych. Wykazano wpływ produktów szyszynkowych na następujące elementy układu hormonalnego.

Oś „podwzgórze-przysadka mózgowa-gonady” — podsystem układu wewnątrzwydzielniczego sterujący czynnościami rozrodczymi i rozwojem płciowym. Składa się z trzech poziomów: podwzgórza, przysadki mózgowej i gruczołów płciowych (rys. 12).



Rys. 12. Schemat regulacji pracy „osi hormonalnej” podwzgórze-przysadka-gonady przez szyszynkę

Bezpośredni wpływ aktywności hormonalnej szyszynki na gruczoły rozrodcze prawdopodobnie nie zachodzi [31], a regulacja pracy gonad wynika z regulacji działania całej osi „podwzgórze-przysadka-gonady”. Wykryto natomiast, co jest niezmiernie interesujące, występowanie zmian w szyszynce związanych z cyklem rozrodczym, a także hamujący wpływ estrogenów na aktywność enzymu cyklazy adenylowej w tym gruczole [72].

Na funkcje rozrodcze i rozwój ontogenetyczny bezpośrednio oddziałują jedynie gruczoły płciowe produkując zespół hormonów płciowych (estradiol, progesteron, testosteron). Stymulację tej produkcji powodują hormony gonadotropowe wydzielane przez przysadkę mózgową (LH i RSH). Ich uwalnianiem sterują z kolei przedwzgórzowe czynniki uwalniające hormony gonadotropowe.

Przedni płat przysadki wydziela hormon prolaktynę, której uwalnianiem steruje czynnik hamujący (PIF) produkowany w podwzgórzu. W kontroli tej uczestniczy także oksytocyna, hormon produkowany w jądrach nadwzrostkowych podwzgórza i magazynowany w tylnym płacie przysadki, skąd dopiero dostaje się do krwi.

Kontrola realizowana jest przez ujemne sprzężenie zwrotne. Każdy z wydzielanych hormonów (lub czynników), będąc w nadmiarze hamuje odpowiednio produkcję lub wydzielanie hormonu (czynnika) odpowiedzialnego za jego wytwarzanie. Pętle takiego sprzężenia mogą mieć różne rozmiary. Mogą to być pętle małe utworzone pomiędzy sąsiednimi poziomami regula-

cyjnymi, lub też pętle duże wiążące piętra nie sąsiadujące bezpośrednio ze sobą.

Szyszynka w tym układzie hierarchicznym zajmuje najwyższe miejsce. Wytwarzane przez nią substancje takie jak: melatonina, antygonadotropina (PAG), a prawdopodobnie także i inne substancje hamują pracę wszystkich poziomów regulacyjnych.

Możliwość wpływu szyszynki na działanie podwzgórza wykazano, stwierdzając wzrost aktywności neurosekrecyjnej jąder nadwzrokowych podwzgórza po usunięciu szyszynki [11] oraz powiększenie jąder komórkowych wchodzących w ich skład [8]. Także w odniesieniu do regulacji produkcji prolaktyny sądzi się, że szyszynka odgrywa rolę hamującą poprzez oddziaływanie na komórki wytwarzające PIF — czynnik hamujący uwalnianie prolaktyny [57]. Ci sami autorzy wykazali jednocześnie oddziaływanie szyszynki na hamowanie syntezy lub uwalniania podwzgórzowego hormonu uwalniającego gonadotropiny.

Z wpływu na działanie podwzgórza, kontrolującego pracę przysadki mózgowej wynika także oddziaływanie na przysadkę. Jej przedni płąt wytwarza dwa hormony gonadotropowe: hormon folikulotropowy (FSH) i hormon luteinizujący (LH) oraz prolaktynę. Wpływ szyszynki na poziom LH stwierdzony został przez wielu autorów [9, 47]. Obecnie jest jasne, że szyszynka przez wytwarzanie co najmniej jednej substancji hamuje produkcję hormonu luteinizującego. Jej usunięcie wywołuje np. u szczurów istotne zwiększenie zawartości tego hormonu w przysadce. Z kolei podanie melatoniny hamuje owulację, która jest sterowana przez LH [42].

Wyniki eksperymentów nie przesądzają niestety o tym czy wpływ na przysadkowe wydzielanie hormonu luteinizującego realizowany jest bezpośrednio przez szyszynkę, czy przez podwzgórze, tym bardziej, że nie można wykluczyć jednoczesnego istnienia obydwu sposobów regulacji. Wpływ szyszynki na poziom FSH był także wielokrotnie badany, lecz uzyskane wyniki są bardzo kontrowersyjne. Jednakże bezspornie wykazano istnienie korelacji niskiego poziomu FSH w surowicy z wysoką aktywnością szyszynki, oraz kontrolowanie za pomocą melatoniny uwalniania podwzgórzowego hormonu uwalniającego gonadotropiny [29].

Wyniki eksperymentów mających wyjaśnić wpływ szyszynki na ośrodki regulacji hormonalnej nie zawsze mogą być jednoznacznie interpretowane. Spowodowane jest to wieloma uwarunkowaniami wynikającymi z metod laboratoryjnych i niemożnością całkowitego oddzielenia ogólnych reakcji organizmu do reakcji badanych. W grę wchodzić tu mogą także, podkreślane już uprzednio, różnice w funkcjonowaniu szyszynki między zwierzętami prowadzącymi nocny i dzienny tryb życia. Stąd też wiele niejasności co do roli szyszynki w regulacji wewnątrzwydzielniczej.

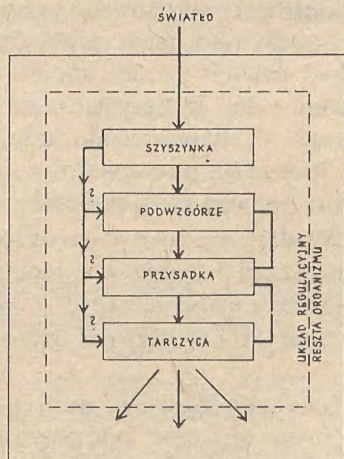
W oparciu o analizę wpływu szyszynki na oś hormonalną „podwzgórze-przysadka-gonady” można zaproponować następujący schemat (rys. 12), w którym oś ta składa się nie z trzech a z czterech poziomów regulacyjnych: szyszynki, podwzgórza, przysadki mózgowej i gruczołów rozrodczych.

Pozostałe hormony przysadki mózgowej. Szyszynka wywiera działanie ha-

mujące także na produkcję, wydzielanie i poziom pozostałych hormonów przysadki. Związek hormonów melanotropowych (alfa-MSH i beta-MSH), produkowanych przez płat pośredni przysadki wspomniany był przy omawianiu zmian zabarwienia skóry. Wpływ ten związany jest z produkcją melatoniny, która hamuje wydzielanie przez przysadkę MSH [37].

Obserwowano istotne zwiększenie wydzielania ACTH po usunięciu szyszynki [28]. Może to być jednocześnie powiązane z wpływem szyszynki na nadnercza i ogólną tendencję do przyrostu morfologicznego i funkcjonalnego przysadki po pinealektomii. Natomiast podawanie melatoniny zmniejsza ciężar przysadki [50], a tym samym obniża jej aktywność. Hipoteza, że każdy hormon produkowany przez przysadkę ma swój antyhormon szyszynkowy znajduje niomalże pełne potwierdzenie, z tym że niewykluczone iż antyhormon ten może być w niektórych przypadkach wspólny.

Nadnercza. Badania eksperymentalne wykazały, że melatonina hamuje produkcję kortykosteroidów — aldosteronu i kortykosteronu [33]. Także Vaughan i in. [68] zaliczają szyszynkę do układu mediatorów i modulatorów sterujących pracą nadnerczy, podkreślając jej hamujący wpływ na te gruczoły. Oddziaływania te mogą być realizowane bezpośrednio, lub co jest bardziej prawdopodobne za pośrednictwem ACTH.



Rys. 13. Przypuszczalny schemat regulacji pracy tarczycy przez szyszynkę

Tarczycza. Praca tego gruczołu kontrolowana jest przez swoistą oś hormonalną „podwzgórze-przysadka-tarczycza”. Wykazano silny wpływ melatoniny na zmniejszenie wydzielania hormonów tarczycowych u szczurów i chomików [50, 61]. Uważa się za możliwe dwa sposoby kontroli tarczycy przez szyszynkę przez podwzgórzowe ośrodki kontrolujące wydzielanie TRH (hormon uwalniający hormon tyreotropowy) albo działając na przysadkę, czyli na TSH (hormon tyreotropowy) lub bezpośrednio na samą tarczycę (rys. 13).

Postulowany jest także regulacyjny wpływ szyszynki na grasicę i przytarczycę, na pracę nerek i na wiele innych procesów metabolicznych.

Będąc częścią składową mózgowia szyszynka odgrywa jednocześnie istotną rolę w regulacji jego działalności. Oprócz omówionego już wpływu na mózgowe ośrodki regulacji wewnątrzwydzielniczej uczestniczy ona w kontroli wielu ważnych funkcji mózgu.

Czynności elektryczne mózgu. Zmiany aktywności elektrycznej mózgu stwierdzono w licznych eksperymentach, w których podawano zwierzętom wyciągi szyszynkowe lub melatoninę [2, 3, 43, 58]. Z reguły wyrażają się one zwolnieniem częstotliwości i wzrostem amplitudy drgań. Zmiany wywołuje także usunięcie szyszynki [57]. Podobnie wyciąg z szyszynki bydłowej zmienia aktywność elektryczną mózgu człowieka [46]. Prawdopodobnie wszystkie te zmiany są wynikiem modyfikacji metabolizmu neuroprzekaźników [31].

Sen. Zmiany czynności elektrycznych mózgu zachodzące po podaniu melatoniny prowadzą u zwierząt i u ludzi do głębokiego, nagłego snu [48]. Ochotnicy poddani badaniom odczuwali następnie po przebudzeniu depresję, dysfazję i bezsennność silnie kontrastujące z uczuciem euforii odczuwanym zaraz po przyjęciu melatoniny. Podawanie jej osobnikom śpiącym powoduje zarówno u zwierząt jak i u ludzi wydłużenie snu. Melatonina wpływa także na hibernację. Dla pewnego gatunku arktycznego gryzonia z rodzaju *Spermophilus* wykazano, że melatonina gwałtownie przyspiesza i wydłuża hibernację [53]. Niewątpliwie zjawisko to może zachodzić także i u gatunków estywujących, brak jednakże danych na ten temat.

Stresy psychiczne. Pewne dane eksperymentalne sugerują, że szyszynka może odgrywać istotną rolę w stymulowaniu odpowiedzi na ostre stresy psychiczne. Singh i in. [62] stwierdzili podczas doświadczeń przeprowadzonych na szczurach znaczny wzrost poziomu katecholamin i serotoniny w szyszynce w 24 godziny po stresie. Wydaje się to być zrozumiałe, ze względu na powiązania szyszynki z nadnerczami i z powodu regulacji przez nią produkcji ACTH. Dalekie związki mogą zachodzić także pomiędzy reakcją na stresy a pewnego typu zachowaniami mimetycznymi sterowanymi między innymi przez szyszynkę.

Objawy psychotyczne. Indukcja objawów psychotycznych wywołana podaniem melatoniny jest kolejnym objawem oddziaływania szyszynki na pracę mózgu. Już podanie niewielkich, pojedynczych dawek melatoniny wywołuje u schizofreników objawy schizofrenne [48]. Halucynacjom po podaniu melatoniny ulegają także zwierzęta. Zjawisko to związane jest z indukcją snu przez melatoninę.

Wykazano, że pewne specyfiki psychomimetyczne, takie jak LSD czy mescalina indukują produkcję HIOM, najważniejszego z enzymów szlaku syntezy melatoniny. Także niektóre leki psychotyczne zwiększają poziom melatoniny we krwi. W tym świetle możliwe jest, że ogólna działalność szyszynki może predysponować lub pośredniczyć w wywoływaniu zaburzeń psychotycznych u człowieka.

Skrajnie przeciwną hipotezę stawia Horrobin [26]. Rozpatruje on związki pomiędzy schizofrenią a melatoniną w kontekście oddziaływań z prosta-

glandynami. Deficyt PGE 1 (prostaglandyny pierwszej serii powstałej z kwasu homogammalinolenowego DGLA) miał by prowadzić do schizofrenii. Ponieważ melatonina wzmacnia syntezę PGE 1, jej podawanie powinno znosić objawy psychotyczne. Potwierdzałby to, wg Horrobina, zupełny brak występowania schizofrenii u niewidomych od urodzenia, którzy wg tej hipotezy mają chronicznie podwyższony poziom melatoniny. Jednakże nie znane są wyniki odpowiednich badań nad niewidomymi.

Niewykluczone, że sprzeczność pomiędzy tymi dwoma koncepcjami jest pozorna. Niewykluczone, że stała „nadwyżka” melatoniny zabezpiecza przed schizofrenią zwiększając poziom PGE 1, natomiast nagle jej zmiany mogą indukować objawy psychotyczne, co przecież zostało stwierdzone doświadczalnie. Dalsze wnikliwe badania nad prostaglandynami pozwolą niewątpliwie wyjaśnić ten problem.

Hamowanie konwulsji. Melatonina, jako bardzo silny środek antykonwulsyjny, bywa stosowana w leczeniu epilepsji i choroby Parkinsona. Hamowanie epilepsji wiąże się być może z regulacyjnym wpływem szyszynki na przysadczycę — gruczoły odpowiedzialne za utrzymanie równowagi wapniowo-fosforanowej w organizmie, której zaburzenia objawiają się jako silne konwulsje.

Wspomniane wyżej efekty oddziaływania szyszynki na pracę mózgu są niezwykle trudne do interpretacji ze względu na ich złożoność i niedostateczny jak dotąd stan naszej wiedzy o funkcjonowaniu ośrodkowego układu nerwowego.

INTEGRACYJNA ROLA SZYSZYNKI

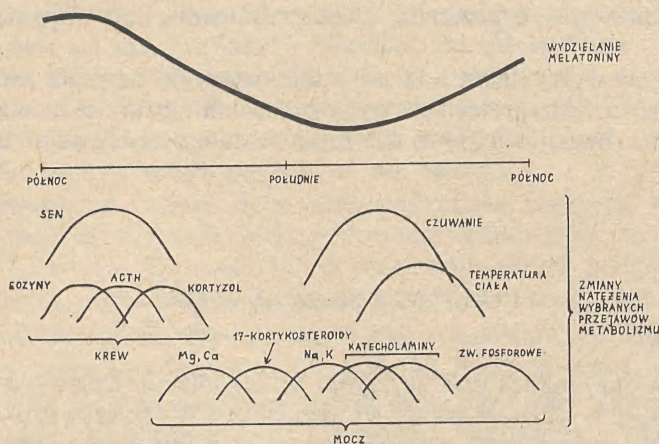
Przedstawiona analiza roli szyszynki w organizmie kręgowców wykazała wszechstronność i różnorodność jej działania. W rzeczywistości jednakże rola szyszynki jest znacznie istotniejsza niżby to wynikało jedynie z prostego dodania jej cząstkowych wpływów. Polega ona na integracji funkcjonowania organizmu z jego środowiskiem zewnętrznym, a ściślej ze zmianami tego środowiska. Zmiany te mogą zachodzić periodycznie lub aperiodycznie, przy czym większość z nich ma wyraźnie charakter cykliczny, a i te które uważamy za typowo stochastyczne także w przeważającej części są okresowe. Zmiany środowiska abiotycznego są efektem zmian oddziaływań kosmicznych, które z natury mają cykliczny charakter. Wynika stąd wszechogarniający życie system rytmów biologicznych wynikający z konieczności utrzymania homeostazy a będący odpowiedzią materii żywej na cykle kosmiczne.

Wykrycie statystycznych związków cyklicznego charakteru przejawów życia z odpowiednimi rytmemi kosmicznymi możliwe jest przy zastosowaniu tak zwanej analizy korelacyjnej [40]. Pozwoliła ona na znalezienie wielu korelacji zachodzących pomiędzy biorytmemi a rytmemi kosmicznymi [73]. Związki biorytmów z cyklicznymi zmianami metabolizmu szyszynki upoważniają do postawienia hipotezy, że u większości kręgowców rolę „zegara kosmicznego”

synchronizującego rytmy biologiczne z kosmicznymi pełni między innymi kompleks szyszynkowy.

Rytmy biologiczne różnią się w sposób istotny od rytmów kosmicznych, których okres i amplituda odznaczają się wyjątkowo dużą stałością. W przypadku biorytmów parametry te wykazują charakterystyczne lokalne fluktuacje, które znoszą się w większej skali czasowej (tj. w dużej liczbie okresów). Ponieważ lokalne biorytmy nie odpowiadają dokładnie odpowiednim rytmom kosmicznym, noszą one własne nazwy: rytmy okołodobowe, okołomiesięczne, okołoroczne itp.

W zależności od długości okresu wyróżniane są biorytmy długo-średnio- i krótkookresowe. Te biorytmy których przyczyny zostały ustalone zależą w głównej mierze od oddziaływań Słońca, Księżyca i ruchu wirowego Ziemi. Dotychczas stwierdzono udział szyszynki w regulacji biorytmów okołodobowych, okołomiesięcznych i okołorocznych [45, 48, 60, 74]. Główne rytmy okołodobowe w metabolizmie człowieka na tle aktywności szyszynki przedstawia rys. 14.

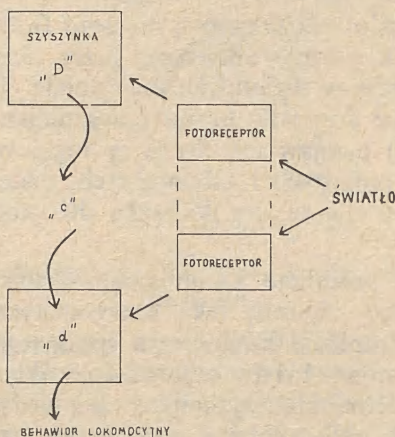


Rys. 14. Korelacja między wydzielaniem melatoniny przez szyszynkę ludzką i dobowymi zmianami wybranych przejawów metabolizmu (dla przejrzystości na rysunku zaznaczono tylko maksima tych zmian). Wg Wurtmana [74]

Oparcie się na analizie korelacyjnej pozwala co prawda ocenić prawdopodobieństwo zachodzenia związków trudnych do wykrycia czy przewidzenia, nie wyjaśnia natomiast mechanizmu badanych powiązań. Dlatego też wyrowadzane na jej podstawie wnioski muszą podlegać weryfikacji przez odpowiednie doświadczenia. Badania eksperymentalne możliwe są w zasadzie tylko w odniesieniu do dwóch rytmów: dobowego i rocznego rytmu oświetlenia, których imitacja nie przedstawia żadnych trudności.

Sterowanie rytmami okołodobowymi umożliwia szyszynce światło słoneczne, które zmieniając swoje natężenie właśnie w cyklu dobowym hamuje jednocześnie jej aktywność metaboliczną. Pierwotnie zakładano uproszczony model, w którym był to jedyny mechanizm regulacji pracy tego gruczołu.

W związku z tym wydzielanie melatoniny spadałoby od wschodu słońca do wczesnych godzin popołudniowych, a później by rosło osiągając maksimum krótko po północy. Wiele eksperymentów przeprowadzonych na zwierzętach i ludziach potwierdza tę hipotezę [52]. Jednakże w warunkach całkowitej ciemności rytmy dobowe nie ulegają takim zakłóceniom jakich należałoby się w oparciu o ten model spodziewać. Przeciwnie, stopniowo rytmy okołodobowe przestawiane są wtedy z doby słonecznej na lunarną [66]. Zachowanie przez krótki czas rytmiki dobowej po przejściu do całkowitej ciemności byłoby możliwe w oparciu o hipotezę, że cały organizm jest niespecyficznym oscylatorem o wysokim dekremencie tłumienia. Natomiast przedstawienie się na inną długość okresu wymaga założenia o istnieniu oscylatora samowzbudnego. Model systemu okołodobowego ptaków opartego na oscylatorach zaproponowali Menaker i Zimmerman [45]. Składa się on z dwóch podsystemów: oscylatora samowzbudnego i połączonego z nim oscylatora harmonicznego (rys. 15).



Rys. 15. System okołodobowy u ptaków. D — samowzbudny oscylator produkujący rytmicznie sygnał wyjściowy, c — połączenie hormonalne, d — oscylator harmoniczny. Wg Menakera i Zimmermana [45]

Wyniki weryfikacji tego modelu przeprowadzonej na kilku gatunkach ptaków są następujące:

1. Czynnikiem „c” jest melatonina, choć nie można tu także wykluczyć działania innych hormonów szyszynkowych, także produkowanych rytmicznie.

2. Po przeszczepieniu szyszynki innego gatunku, o innym charakterystycznym rytmie okołodobowym, biorca zmienia swój rytm zgodnie z rytmem dawcy.

3. Zniszczenie „d” doprowadza do niezgodności aktywności lokomotorycznej z cyklem LD („światło-ciemność”).

Model ten mógłby być przyjęty po wyjaśnieniu lokalizacji „d” (prawdopodobnie jest to jakaś część podwzgórza) oraz po zbadaniu istnienia sprzę-

zeń zwrotnych „d”-„D”. Niewątpliwie podwzgorze powinno tu odgrywać istotną rolę, bowiem pełni ono ważną funkcję w zjawisku behawioru migracyjnego u ptaków [12].

System okołodobowy ssaków zorganizowany jest niewątpliwie inaczej. Warto na przykład zauważyć, że u gryzoni metabolizm jąder suprachiazmatycznych będących pierwotnie także częścią systemu fotorecepcyjnego [52] nie wykazuje rytmiki, ani w warunkach całkowitej ciemności ani w normalnych warunkach. Istnienie wielu modeli systemu okołodobowego w przyrodzie jest nieuniknione, zważywszy na występowanie zwierząt bez szyszynki, lub mających ten gruczoł zredukowany i nieaktywny. Możliwości mózgowia w tym zakresie wydają się być znaczne.

W układzie wewnątrzwydzielniczym (rozpatrywanym bez szyszynki) każde dwa sąsiednie poziomy regulacyjne związane są ze sobą pętlą sprzężenia zwrotnego ujemnego, a wynikające w nim oscylacje spowodowane są biochemiczną histerezą układu. Natomiast ze znanych dotychczas faktów wynika, że jedynym w zasadzie regulatorem aktywności metabolicznej kompleksu szyszynkowego jest światło. Możliwość sprawnego funkcjonowania szyszynki w modelu zakładającym jedynie aktywację przez ciemność, w warunkach braku jakichkolwiek bodźców świetlnych nie istnieje. Tymczasem liczne eksperymenty speleologiczne dowiodły braku poważniejszego zaburzeń w fizjologii, łącznie z tymi jej przejawami, które są regulowane przez szyszynkę. Ponadto w warunkach polarnych i subpolarnych, podczas wydłużonej nocy, przy bardzo małym oświetleniu nie dochodzi do istotnych zaburzeń w fizjologii.

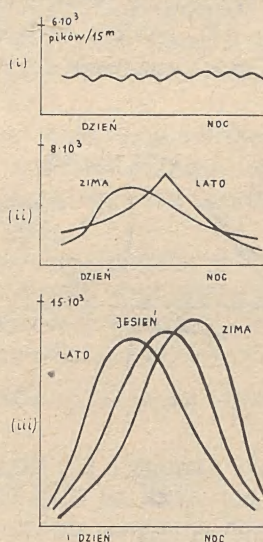
Sugeruje to daleko posuniętą komplikację systemu regulacji działania szyszynki, obejmującą co najmniej dwa antagonistyczne układy komórek. Ich istnienie byłoby warunkiem koniecznym sprawnego działania szyszynki. Te dwa podsystemy komórek byłyby odpowiednio aktywowane przez światło i ciemność. W badaniach elektrofizjologicznych pojedynczych komórek szyszynki świnek morskich [60] wykryto istnienie aż trzech typów komórek:

- równomiernie aktywnych przez całą dobę,
- bardzo aktywnych w dzień i mało aktywnych w nocy,
- bardzo aktywnych w nocy i mało aktywnych w dzień.

Eksperyment polegał na wprowadzeniu do wnętrza badanych komórek mikrokapilar z elektrodami, a następnie zliczaniu przy pomocy oscylatora katodowego z układem wzmacniającym „pików” napięciowych będących przejawami aktywności metabolicznej. Rejestrację prowadzono przez cały rok, wykazując istnienie różnic sezonowych (rys. 16). Słabą stroną tych badań jest ich mała reprezentatywność (zbyt mała liczba testowanych komórek). Wynika to z ogromnych trudności związanych z przyżyciową rejestracją przez tak długi okres aktywności elektrycznej pojedynczych komórek. Mocną stroną stanowi natomiast zgodność tych wyników z wcześniejszymi hipotezami.

Kolejnym typem biorytmów podlegających regulacji szyszynkowej są rytmy miesięczne (lunarne), związane bezpośrednio z oddziaływaniami Księżyca. W tym przypadku nie ulega wątpliwości, że w grę wchodzi wpływ gra-

witacyjne, a nie zmiany oświetlenia [73]. Powszechnie znanym przykładem tej grupy biorytmów jest cykl płodnościowy (menstruacyjny) występujący u kobiet. Cykl ten przejawia się na poziomie hormonalnym w postaci naprzemiennego spadku zawartości w krwi jednych hormonów, a wzrostu drugich [34]. Przeciętna jego długość pozostaje w dużej zgodności z miesią-



Rys. 16. Aktywność elektryczna poszczególnych typów komórek szyszynki. Wg Semma i Volratha [60]

cem gwiazdnym (syderycznym) i wynosi 28 dni. Ponieważ, jak już było powiedziane, szyszynka reguluje pracę osi hormonalnej „podwzgórze-przysadka mózgowa-gonady”, wynika stąd związek jej aktywności z miesiącem gwiazdnym. I rzeczywiście obserwuje się nie tylko dobowe wahania poziomu melatoniny, lecz także wahania miesięczne [48].

Wpływ melatoniny i PAG na wydzielanie hormonów gonadotropowych wiąże rytmiczne zmiany poziomu hormonów płciowych we krwi z oddziaływaniami Księżyca. Z badań Mullenena wynika, że szyszynka kontroluje owulację poprzez regulowanie poziomu hormonów gonadotropowych (LH i FSH).

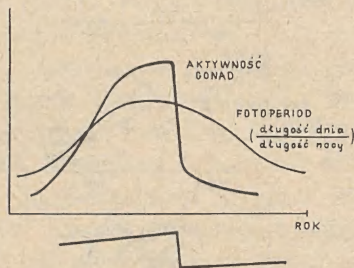
Zmiany sezonowe aktywności szyszynki, choć trudniejsze do uchwycenia stwierdzono u wielu gatunków zwierząt. Są one związane z rocznym cyklem reprodukcyjnym (porównaj rys. 11) i mają na celu jego regulację. Wydają się one być bardziej niż rytmy okołodobowe uwarunkowane możliwościami fotorecepcyjnymi kompleksu szyszynkowego.

Obserwacje ptaków przelotnych [12] pozwoliły ustalić wiele przejawów behawioru i fizjologii kształtowanych przez fotoperiod (tj. stosunek długości dnia do długości nocy). Należą do nich między innymi takie zjawiska jak:

- termin i tempo rozwoju aktywności płciowej,
- termin i tempo rozwoju wiosennej aktywności migracyjnej,
- termin pierzenia przedlegowego i polegowego,

- „włączanie” wiosennego kierunku orientacji podczas przelotów,
- czas wystąpienia i trwania fotorefraktywności regulatora aktywności płciowej.

Wymieniona w ostatnim punkcie fotorefraktywność jest zjawiskiem charakterystycznym dla ptaków. Polega ona na silnej asymetrii rocznego rozkładu aktywności gonad. Stosując analogie techniczne jest to nagłe „wyłączanie” systemu, którego potrzebę sygnalizuje pewien czujnik (np. wyłączanie grzejnika przez termostat) (rys. 17). System wyłączający może opierać się na wcześniejszych ewolucyjnie mechanizmach dozymetrycznych.



Rys. 17. Schemat zjawiska fotorefrakcji u ptaków. Wg Dolnika [12]

Posiadanie wewnętrznego „zegara” jest u wielu ptaków konieczne, ze względu na wprowadzanie poprawek na czas przy nawigacji astronomicznej, która u gatunków przelotnych występuje powszechnie [38, 39]. Rzadziej występująca nawigacja koordynacyjna (docelowa) wymaga jeszcze bardziej precyzyjnego zegara wewnętrznego, umożliwiającego osiągnięcie celu z dokładnością 1-2 stopni współrzędnych geograficznych! [12]. Dokładność orientacji jest ściśle związana z rytmemi okołorocznymi i w okresach pozamigracyjnych gwałtownie spada przechodząc z reguły w tak zwaną orientację nonsensowną.

Możliwości orientacyjne oparte o wykorzystanie zegara wewnętrznego wykazywano także u jaszczurek [7], a nawet sugerowano ich występowanie u człowieka.

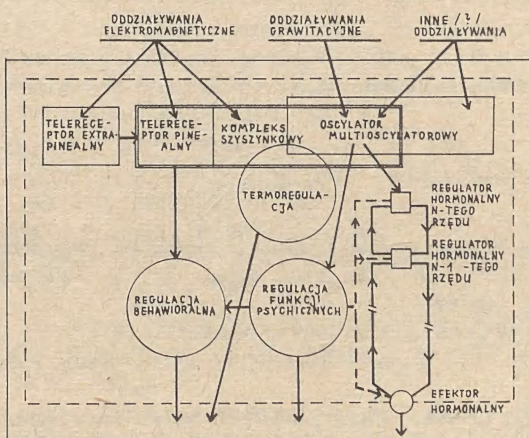
Rozwiązanie problemów związanych z funkcjonowaniem szyszynki jako endogennego zegara synchronizowanego rytmemi kosmicznymi wymaga jeszcze wielu badań, które chociażby ze względu na konieczność obserwacji dynamiki rocznej zjawiska trwać muszą przez wiele lat. Także bez intensywnych badań neuroanatomicznych, prowadzonych w różnych grupach taksonomicznych nie będziemy w stanie stworzyć ogólnego modelu funkcjonowania kompleksu szyszynkowego. Aktualny stan wiedzy w tym zakresie pozwala jedynie na konstruowanie modeli hipotetycznych o trudnym do ustalenia poziomie wiarygodności.

MODEL FUNKCJONOWANIA KOMPLEKSU SZYSZYNKOWEGO

W toku ewolucji kręgowców zaszły istotne zmiany w budowie i działaniu szyszynki. Polegały one głównie na redukcji funkcji fotorecepcyjnych tego narządu przy jednoczesnym rozwoju funkcji wewnątrzwydzielniczych.

Pamiętając o wielokrotnie już podkreślanej fragmentaryczności posiadanych danych można pokusić się o stworzenie ogólnego, hipotetycznego modelu funkcjonowania szyszynki (rys. 18). Ujęty w punktach, model ten przedstawia się następująco:

1. Kompleks szyszynkowy jest częścią multioscylatorowego regulatora bio-rytmów, wykorzystującego do sterowania pracą innych ośrodków własną aktywność hormonalną.
2. Funkcjonowanie oscylatora (oscylatorów) kompleksu szyszynkowego zsynchronizowane jest z rytмами kosmicznymi.
3. Synchronizacja oparta jest na oddziaływaniach elektromagnetycznych i grawitacyjnych.
4. Nie znane są mechanizmy umożliwiające ośrodkom regulowanym przez szyszynkę zmianę (na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego) podstawowego parametru oscylatora (oscylatorów) szyszynkowych tj. okresu drgań.
5. Kompleks szyszynkowy współpracuje z innymi partiami mózgowia w zakresie regulacji czynności organizmu związanymi z szeroko pojętą adaptacją do warunków środowiska zewnętrznego (termoregulacja, fotorecepcja, procesy psychiczne, behavior etc.).



Rys. 18. Hipotetyczny model funkcjonowania szyszynki kregowców

Oddziaływania kosmiczne docierają do szyszynki poprzez fotoreceptory pinealne (oko ciemieniowe), fotoreceptory extrapinealne (oczy boczne) lub innymi drogami. Wpływają one bezpośrednio na pracę regulatora multioscylatorowego, którego częścią jest niewątpliwie część kompleksu szyszynkowego. Regulator ten z kolei steruje pracą systemu regulacji wewnątrzwydzielniczej. Sterowanie to realizowane jest w oparciu o pętle sprzężenia zwrotnego i wykorzystuje przekaźniki chemiczne. U wyższych kregowców obejmuje ono także regulację funkcji psychicznych.

Oddzielnym zadaniem kompleksu szyszynkowego jest udział w termo-

regulacji. Tu także regulator multioscylatorowy może odgrywać ważną rolę. Termoregulacja silnie powiązana jest z behawiorem, który stanowi podstawę jej realizacji. Udział w regulacji behawioru mają oczywiście fotoreceptory, w tym także szyszynkowy.

Wzajemne oddziaływanie pomiędzy behawiorem, funkcjami psychicznymi i różnymi piętrami regulacji wewnątrzdzielniczej a szyszynką warunkują integrację wewnątrzorganizmową, natomiast kompleks szyszynkowy stanowi podstawę integracji organizmu kręgowca z otoczeniem kosmicznym. Będąc pierwotnie jednym z telereceptorów, uległ on przekształceniu w organ nie tylko odbierający informację ze środowiska zewnętrznego, lecz także integrujący cały organizm zwierzęcia z głównymi parametrami środowiska zewnętrznego, jakimi są cykliczne zmiany jego charakterystyk fizycznych.

Podporządkowanie biorytmów rytmom zewnętrznym, zachodzącym w większej, kosmicznej skali jest niezbędnym warunkiem zachodzenia ewolucji [17, 18]. Stąd więc wynika istotna rola szyszynki w organizmach kręgowców.

Opierając się na dotychczasowych kierunkach badań można przypuszczać, że z czasem odkryte zostaną nowe aspekty roli szyszynki, dotychczasowe zostaną uporządkowane i do końca wyjaśnione, a tym samym nasza wiedza o jednym z „siedmiu okien mózgu” stanie się częścią pełniejszego poznania człowieka.

Podziękowanie

Autor pragnie złożyć serdeczne podziękowania za okazaną mu pomoc Prof. dr hab. Andrzejowi Wiercińskiemu, Dr Jolancie Sotowskiej i Dr Rafałowi Skoczylasowi.

LITERATURA

- [1] Adler K. 1976 — *Extraocular photoreception in amphibians*. Photochem. Photobiol. 23: 291.
- [2] Anton-Tay F. 1971 — W: *The pineal gland*. G. E. W. Wolstenholme i J. Knight. (red.) Churchill, London.
- [3] Anton-Tay F., Wurtman R. J. 1969 — *Nature* 221: 474.
- [4] Axelrod J. 1970 — *Comparative biochemistry of the pineal gland*. Amer. Zool. 10: 259-267.
- [5] Benson B., Ebels I. 1978 — *Pineal peptides*. J. Neural Transmission, Suppl. 13: 157-173.
- [6] Bieda F. 1966 — *Paleozoologia*. t. 2. Wyd. Geol., Warszawa.
- [7] Birukow G., Fisher K., Böttcher H. 1959 — *Die Sonnenkompassorientierung der Eidechsen*. Ergebnisse der Biologie 26: 216-234.
- [8] Carnicelli A., Saba P., Cella P. L., Marescotti U. 1963 — *Folia Endocr.* 16: 229.
- [9] Clementi F., De Virgillis G., Frascini F., Mees B. 1966 — *Sixth Int. Cong. Electron Microscopy*. R. Uyeck Maruzn. (red.) Tokio, t. 2: 539.
- [10] Collin J. P. 1969 — *Contribution a l'etude de l'organe pineal. De l'epiphyse sensorielle a la glade pineale: modalites de transformations fonctionelles*. Ann. Stud. Biol. Besse-en-Chandesse. Suppl. 1.
- [11] De Vries R. A. C. 1972 — *Neuroendocrinology* 9: 244.
- [12] Dolnik V. R. 1975 — *Migracionnoje sostojanie ptic*. Nauka, Moskva.
- [13] Donley C. S. 1975 — *Color opponent slow potential interaction in the frontal organ of the frog: Rana pipensis*. Vision Res. 15: 245-251.

- [14] Eakin R. M. 1970 — *A third eye*. Amer. Sci. 58: 73-79.
- [15] Edinger T. 1956 — *Paired pineal organs*. Progress in Neurobiol. 121-129.
- [16] Engbretson G. A., Hutchinson V. 1976 — *Parietalectomy and thermal selection in the lizard *Sceloporus magister**. J. Exp. Zool. 198: 29-38.
- [17] Fijałkowski K. 1969 — *Cyclic behavior of randomly growing digital structures in finite random environment*. W: Proc. of Intern. Joint Conference on Artificial Intelligence. Washington.
- [18] Fijałkowski K. 1971 — *The evolutionary process of randomly growing mutated digital structures as a model of evolution of the first living organisms*. W: Second Intern. Joint Conference on Artificial Intelligence. London.
- [19] Firth B. T., Heatwole H. 1976 — *Panting thresholds of lizards: the role of the pineal complex in panting responses in an Agamid, *Amphibolorus muricatus**. Gen. Comp. Endocrin. 29: 388-401.
- [20] Folk E. G. jr. 1978 — *The pineal and photoperiodism in arctic species*. Prog. Repr. Biol. 4: 157-168.
- [21] Giarmen N. J., Day M. 1959 — Biochem. Pharmacol. 1: 235.
- [22] Gundy G. C., Wurst G. Z. 1976 — *The occurrence of parietal eyes in recent Lacertillia (Reptilia)*. J. Herpetol. 10: 113-121.
- [23] Hensel H. 1955 — W: Precht H., Christophersen J., Hensel H., Temperatur und Leben. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- [24] Hamasaki D. I., Eder D. J. 1977 — *Adaptive radiation of the pineal system*. W: F. Crescitelli (red.). Handbook of sensory physiology. 7 (5): 497-548. Springer Verlag, Berlin.
- [25] Hartwig H. G., Korf H. W. 1978 — *The epiphysis cerebri of poikilothermic vertebrates: a photosensitive neuroendocrine circumventral organ*. Scan. Electron Microsc. 2: 163-168.
- [26] Horrobin D. 1980 — Schizophrenia. New Scientist. 28: 5 (polskie streszczenie: Problemy, 1981, nr 9: 426).
- [27] Hutchison V. H., Kosh R. J. 1974 — *Thermoregulatory function of the parietal eye in the lizard *Anolis carolinensis**. Oecologia 16: 173-177.
- [28] Jouan P., Samperet S. 1965 — Prog. Brain. Res. 10: 604.
- [29] Kamberi I. A., Mical R. S., Porter J. C. 1971 — Endocrinology 88: 1288.
- [30] Kappers J. A. 1960 — Z. Zellforsch. 52: 163.
- [31] Karasek M. 1976 — Szyszynka. PZWL, Warszawa.
- [32] Kenny G. C. T., Scheelings F. T. 1979 — *Observations of the pineal region of non-eutherian mammals*. Cell. Tissue Res. 198: 309-324.
- [33] Kinson G. A., Singer B., Grant L. 1968 — Gen. Comp. Endocrinol. 10: 447.
- [34] Klimek R. 1980 — Fizjologia rozrodu. W: Fizjologia człowieka. Traczyk W. Z., Trzebowski A. (red.). PZWL, Warszawa.
- [35] Knigge K. M. 1979 — *The seven windows of the brain*. Karger Gazette. 32, oct.
- [36] Konturek S. 1980 — W: Fizjologia człowieka. Traczyk W. Z., Trzebowski A. (red.). PZWL, Warszawa.
- [37] Kostin A. J., Reeding T. W., Schally A. V. 1967 — Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 124: 1275.
- [38] Kramer G. 1957 — *Experiments in bird orientation and their interpretation*. Ibis. 99: 196-227.
- [39] Kramer G. 1959 — *Recent experiments on bird orientation*. Ibis. 101: 399-416.
- [40] Lässig D. 1972 — *Niektóre podstawowe zasady teorii regulacji*. W: Einführung in die Biokybernetik. H. Dirschel (red.). Akademie-Verlag, Berlin. (polskie tłum.: Podstawy biocybernetyki. PWN, Warszawa 1976).
- [41] Levitin H. P. 1980 — *Further evidence that serotonin may be a physiological melanocyte-stimulating hormone-releasing factor in the lizard *Anolis carolinensis**. Gen Comp. Endocrinol. 40: 8-14.

- [42] Longenecer D. E., Gallo D. G. 1971 — *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 137: 623.
- [43] Marczyński T. J., Yamaguchi N., Ling G. M., Grodzińska L. 1964 — *Experientia* 20: 435.
- [44] Meinieł A. 1969 — *Etude préliminaire de l'organe parapinéal de l'ammocete de Lampetra planeri*. *Arch. Anat. Micr. Morph. Exp.* 58: 219-237.
- [45] Menaker M., Zimmerman N. 1976 — *Role of the pineal in the circadian system of birds*. *Amer. Zool.* 16: 47-55.
- [46] Milcu S. M., Demetrescu M. 1963 — *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 15: 535.
- [47] Motta M., Frascini F., Martini L. 1967 — *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 126: 431.
- [48] Mullen P. E. 1979 — *Investigating the endocrine role of the human pineal*. *J. Pharmacother.* 2: 1-8.
- [49] McNulty J. A., Nafpaktitis B. G. 1977 — *Morphology of the pineal complex in seven species of Lantherfishes (Pisces: Myctophidae)*. *Amer. J. Anat.* 150: 509-529.
- [50] Narang G. D., Singh D. V., Turner C. W. 1967 — *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 125: 189.
- [51] Niles L. P., Brown, G. L. J. 1979 — *Role of the pineal gland in diurnal endocrine secretion and rhythm regulation*. *Neuroendocrinology* 29: 14-21.
- [52] Oksche A., Hartwig H. G. 1979 — *Pineal sense organs — components of photoneuroendocrine systems. The pineal gland of vertebrates including man*. *Prog. Brain Res.* 52: 113-130.
- [53] Palmer D. L., Riedesel M. L. 1975 — *Response of whole animal and isolated hearts of ground squirrels to melatonin*. *Fed. Proc. Amer. Soc. Exp. Biol.* 34: 425.
- [54] Ralph C. L. 1976 — *Correlations of melatonin content in pineal gland, blood and brain of some birds and mammals*. *Amer. Zool.* 16: 35-43.
- [55] Ralph C. L., Firth B. T., Gern W. A., Owens D. W. 1979a — *The pineal complex and thermoregulation*. *Biol. Rev.* 54: 41-72.
- [56] Ralph C. L., Firth B. T., Turner J. S. 1979b — *The role of the pineal body in ectotherm thermoregulation*. *Amer. Zool.* 19: 273-293.
- [57] Reiter R. J. 1973 — *Ann. Rev. Physiol.* 35: 305.
- [58] Roldan E., Anton-Tay F., Escobar A. 1964 — *Biol. Inst. Estud. Med. Biol.* 22: 145.
- [59] Roth J. J., Ralph C. L. 1976 — *Body temperature of the lizard (Anolis carolinensis): effect of parietectomy*. *J. Exp. Zool.* 198: 17-28.
- [60] Semm P., Vollrath L. 1980 — *Electrophysiological evidence for circadian rhythmicity in a mammalian pineal organ*. *J. Neural Transmission.* 47: 181-190.
- [61] Singh D. V., Turner C. W. 1972 — *Acta Endocrinol.* 69: 35.
- [62] Singh D. V., Muzumdar S., Prasad G. C., Udupa K. N. 1979 — *Brain and pineal biogenic amines in response to acute psychic stress*. *Indian J. Exper. Biol.* 17: 1071-1073.
- [63] Skoczylas R., Papierska H. 1981 — *Strategie termoregulacyjne gadów współczesnych*. *Prz. Zool.* 25: 45-82.
- [64] Stebbins R. C. 1958 — *An experimental study of the "third eye" of the tuatara*. *Coeia* 3: 183-190.
- [65] Stebbins R. C., Eakin R. 1958 — *The role of the "third eye" in reptilian behavior*. *Maer. Mus. Novitates*, 1870.
- [66] Szmigielski S. 1974 — *Chronobiologia. Rytmu biologiczne*. Warszawa.
- [67] Ueck M. 1979 — *Innervation of the vertebrate pineal. The pineal gland of vertebrates including man*. *Prog. Brain Res.* 52: 45-88.
- [68] Vaughan M. K., Vaughan G. M., Reiter R. J., Benson B. 1972 — *Neuroendocrinology* 10: 139.
- [69] Vivien-Roels B., Dubois M. D. 1980 — *Immunohistochemical identification of melatonin in the pineal gland and the retina of lower vertebrates*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 40: 368.
- [70] Vollrath L. 1979 — *Comparative morphology of the vertebrate pineal complex*. *Prog. Brain Res.* 52: 25-38.

- [71] Wake K., Ueck M., Oksche A. 1974 — *Acetylcholinesterase-containing nerve cells in the pineal complex and subcommisural area of the frogs, Rana ridibunda and Rana esculenta*. Cell. Tissue Res. 154: 423-442.
- [72] Weiss B., Crayton J. 1970 — *Endocrinology* 87: 525.
- [73] Wierciński A. 1979 — *Biorytmy a bioplazma*. W: Bioelektronika, 87-102. Tow. Nauk. KUL, Lublin.
- [74] Wurtman R. J. 1975 — *The effects of light on the human body*. Sci. Amer. 233: 67-77.

REGULACJA RUCHLIWOŚCI PLEMNİKÓW SSAKÓW

Od 1677 roku, to jest od pierwszego opisu plemników dokonanego przez Leeuwenhoeke, nagromadzono dużą ilość informacji odnośnie ich struktury, fizjologii i funkcji biologicznych, a badania szczególnie ultrastrukturalne i cytofizjologiczne dostarczają stale nowych informacji.

Charakterystycznymi właściwościami plemników, umożliwiającymi im wypełnianie funkcji biologicznych, czyli przekazywanie do komórki jajowej ojcowskiego materiału genetycznego i pobudzanie jej do rozwoju są:

1. Zdolność do autonomicznego poruszania się.
2. Zdolność do rozpoznawania komórek jajowych własnego gatunku.
3. Zdolność do przenikania przez osłony jajowe i łączenia własnej błony z błoną plazmatyczną komórki jajowej.

Właściwości fizjologiczne wiążą się ściśle z budową ultrastrukturalną, która jest wynikiem procesów spermiogenezy, czyli bezpodziałowego przekształcania się spermatyd. Przemianom podlegają wtedy wszystkie organella spermatydy. W jej jądrze zachodzi kondensacja chromatyny, aparat Golgiego przekształca się w akrosom, mitochondria grupują się i zmieniają swoją ultrastrukturę, centriole stają się prekursorami witki i jej elementów włókniстых, a większość cytoplazmy zostaje odrzucona. Budowa ultrastrukturalna plemników została dokładnie opisana w opublikowanych w języku polskim artykułach Krzysztofowicz [11] i Kaczmarzkiego [10].

Najłatwiej dostrzegalnym przejawem funkcji biologicznych plemników jest ich ruchliwość. U ssaków plemniki stają się ruchliwe dopiero po przejściu z kanalików krętych jądra, gdzie powstają, do najądrza. Czynnikiem powodującym tę zmianę w zachowaniu się, jest odmienne niż w kanalikach nasiennych płynne środowisko najądrza. Płyn najądrzy różni się od płynu kanalików głównie składem jonowym, pH i obecnością białkowych i niebiałkowych czynników inicjujących ruchliwość.

Wg Zimmermana i in. [24] oraz Pholpramola i Chaturapanicha [17] głównym czynnikiem pobudzającym plemniki do wykonywania ruchów w najądrzu, jest inny niż w jądrze stosunek jonów sodu i potasu. Zmiana składu kationów pociąga za sobą zmianę pH środowiska co wg tych autorów jest decydujące dla pobudzenia ruchliwości gamet.

Poza odmiennym niż w kanalikach nasiennych składem jonowym, płyn

najądrza, jak już wspomniano, zawiera również pewne niebiałkowe i białkowe substancje uaktywniające mechanizmy ruchu plemników [2]. Czynniki niebiałkowy częściowo zidentyfikowano jako katecholaminę, lub inne aminy biogenne produkowane przez kanaliki najądrzy lub nadnercza [3]. Czynniki białkowy nie został jeszcze w pełni zidentyfikowany. Jest nim, jak się przypuszcza, glikoproteid o masie cząsteczkowej około 35000 [1].

BŁONOWE MECHANIZMY REGULACJI RUCHLIWOŚCI PLEMNIKÓW

Zmiany stanu funkcjonalnego błony komórkowej, objawiające się zmianami jej przepuszczalności głównie dla jonów, są ważnym czynnikiem w regulowaniu ruchliwości. Jednym z takich mechanizmów regulatorowych może być zmiana przepuszczalności błony dla jonów Na^+ i K^+ , których przenikanie odbywa się za pośrednictwem błonowych enzymów — ATPaz. Jednak jak wykazały ostatnie badania [4] ruch jonów Na^+ i K^+ jest konieczny jedynie do wywołania w cytoplazmie plemników wzrostu poziomu jonów wapnia, będących po połączeniu z kalmoduliną (białkiem regulatorowym) głównym inicjatorem ruchliwości i procesów metabolicznych gamety. Jony wapnia mogą być w tym przypadku uwalniane z błon wewnątrzkomórkowych lub, co jest bardziej istotne, wprowadzane ze środowiska do cytoplazmy.

Układem kierującym ruchliwością, poznanym najpełniej u jeźowców, jest zespół receptorów cholinergicznych regulujących przepływ jonów wapnia ze środowiska do cytoplazmy i aktywność enzymów związanych z metabolizmem acetylocholin. Wg Nelsona i in. [15, 16] receptory cholinergiczne znajdujące się w błonie komórkowej po ich zaktywowaniu acetylocholiną stają się jonoforami wapnia (układami transportującymi go przez błony). Wzrost poziomu jonów wapnia reguluje w cytoplazmie powstawanie i rozkład cyklicznych nukleotydów, intensyfikuje procesy oddechowe oraz zwrotnie wpływa na metabolizm acetylocholin. Mechanizmy te mogą funkcjonować tylko w obecności jonów wapnia w środowisku, w przypadku ich braku plemniki pozostają nieruchome.

Podobne mechanizmy „rządzą” ruchliwością plemników ssaków. Badania Heffnera i in. [7] wykazały, że do tego aby plemniki myszy mogły być normalnie ruchliwe niezbędny jest w ich środowisku wapń, przynajmniej w stężeniu 1,7 mM, gdyż poniżej tego stężenia plemników pozostawały nieruchome. Obecność jonów Ca^{2+} jest, jak się wydaje, najistotniejsza dla początkowej fazy fuchu. Brak jonów wapnia w płynie zatrzymuje plemniki już po 30 minutach inkubacji. Jeżeli w tym czasie dodano do płynu inkubacyjnego jony wapnia, przywracało to plemnikom, przynajmniej częściowo ich ruchliwość. Jedynie plemniki człowieka i królika nie wymagają obecności zewnątrzkomórkowego wapnia, gdyż zmiany poziomu jonów sodu w ich cytoplazmie powodują, że Ca^{2+} jest u tych gatunków uwalniany z błon wewnątrzkomórkowych [8, 23].

Nagromadzono wiele faktów świadczących o tym, że regulacja błonowego transportu jonów wapnia jest również w przypadku plemników ssaków oparta o mechanizm cholinergicznego pobudzenia. W błonie plemników zidentyfikowano receptory acetylocholin i zaklasyfikowano je, na podstawie specyficznego łączenia się z inhibitorami, do typu N czyli nikotynowego [18]. Z błoną cytoplazmatyczną plemników związane są również enzymy takie jak acetylocholin-esteraza, acetylocholin-transferaza, biorące udział w czynnościach receptora [19, 20].

Działanie acetylocholiną lub substancjami cholinergicznymi wpływa na przenikanie wapnia przez błonę plemników ssaków i w konsekwencji na ich ruchliwość [14, 20]. W normalnych warunkach nie stwierdza się jednak w płynie dróg rodnych podwyższonego poziomu acetylocholin. Dlatego też, jak się wydaje, główną aktywującą rolę dla receptorów pełni acetylocholina znajdująca się w cytoplazmie plemników.

Jony mogą przenikać przez błonę dzięki obecności w niej odpowiednich nośników białkowych, zwanych tutaj jonoforami. Jonoforami mogą być np. ATPazy błonowe [5], jednak z tymi enzymami muszą być związane specyficzne nośnikowe białka, z których jedno, o ciężarze 109000 stanowi stały składnik błony a drugie (18300) przypuszczalnie pochodzi z nasienia. Podobny pogląd reprezentują Heffner i Storey [8], którzy zakładają jednak, że oba białka wchodzi w skład błony plemnika już w czasie spermiogenezy, a w jądrze ulegają jedynie „dojrzwaniu”, czyli przemieszczeniu w obrębie błony lub/i przebudowie strukturalnej, co w konsekwencji umożliwia pełnienie ich funkcji.

ROLA JONÓW WAPNIA W CYTOPLAZMIE PLEMNIKÓW

Jak wynika z przytoczonych wcześniej faktów podstawową funkcją mechanizmów regulatorowych jest wprowadzenie jonów wapnia do cytoplazmy, lub w inny sposób zwiększenie w niej poziomu Ca^{2+} . Dlatego też istotne wydaje się wyjaśnienie roli tych jonów w cytoplazmie. Aby to wyjaśnić trzeba zaznaczyć, że jony Ca^{2+} mogą pełnić funkcje regulatora procesów fizjologicznych dopiero po połączeniu się ze specyficznym białkiem — kalmoduliną. Dopiero taki kompleks jest centralnym ogniwem w regulacji procesów fizjologicznych komórki. Reguluje on metabolizm cyklicznych nukleotydów, wpływa na pobudzanie metabolizmu mitochondriów, oraz umożliwia funkcjonowanie ATPaz — enzymów uwalniających energię, jak również wpływa regulująco na aktomiozynowe układy kurczliwe komórek [12].

Jednak pomimo sprawności wszystkich wymienionych powyżej mechanizmów plemników pozostają nieruchome, jeżeli nie będzie zapewniony stały dopływ energii poprzez uzupełnianie ATP, którego poziom w cytoplazmie jest podstawowym czynnikiem ograniczającym ich ruchliwość. Poziom ATP w normalnie poruszających się plemnikach, jest przez stosunkowo długi czas stały [9], a ponieważ w czasie ruchu zużywana jest energia uwalniana podczas rozpadu tej cząsteczki, świadczy to o stałym uzupełnianiu puli rozkładanego

ATP. Odbywa się to na drodze glikolizy, lub co ma większe znaczenie, oddychania tlenowego [6, 9]. Substratami rozkładanymi w tym drugim procesie są cytoplazmatyczne cukry, lub fosfolipidy, których pulę plemniki mogą uzupełniać [9, 21], pobierając je z plazmy nasienia lub mleczka macicznego.

Procesem wiążącym się z energetyką ruchu (regulowanym przez jony Ca^{2+} i Mg^{2+}) jest aktywność wewnątrzkomórkowych ATPaz połączonych z mikrotubulami witki oraz pierścieniem Jensena znajdującym się w zakończeniu wstawki plemnika [10]. Duża aktywność enzymów uwalniających energię w bezpośredniej bliskości aparatu kurczliwego jest zrozumiała, gdyż procesy skurczowe mikrotubul, dzięki którym zachodzą ruchy witki, wymagają dużych nakładów energetycznych. Aktywność ATPaz w zakończeniu wstawki jest mniej uzasadniona, być może miejsce to koordynuje ruchliwość witki, częstotliwość i amplitudę jej uderzeń [6].

ZNACZENIE RUCHLIWOŚCI PLEMNIKÓW

W przypadku ssaków, u których zapłodnienie jest wewnętrzne, główną rolę w transporcie plemników od miejsca ich złożenia w czasie kopulacji do miejsca zapłodnienia komórki jajowej w drogach rodnych, odgrywa jednak nie ruch własny plemników, lecz akcja dróg rodnych samicy, perystaltyka i ruchy rzęsek nabłonka pokrywającego jajowód. Czynności te są pobudzane bodźcami nerwowymi odbieranymi przez samicę w czasie kopulacji lub stymulowane przez substancje chemiczne (np. prostaglandyny) znajdujące się w plazmie nasienia. Autonomiczna ruchliwość wydaje się być konieczna dopiero w bezpośredniej bliskości jaja, np. u człowieka penetracja przez plemniki bańki jajowodu w celu doprowadzenia do kontaktu gamet odbywa się dzięki ruchom własnym plemników. Najważniejszym celem poruszających się plemników jest zatem odszukanie komórki jajowej i połączenie się z błonami jajowymi, a następnie przeniknięcie przez nie i wprowadzenie materiału genetycznego do cytoplazmy jaj. W przypadku ssaków pierwszym etapem tej reakcji jest łączenie się plemników z komórkami wieńca promienistego a następnie na skutek zbiorowej reakcji akrosomalnej ich rozpraszanie — denudacja jaja. Drugim etapem jest łączenie się plemników z osłonką przejrzystą. Po adhezji plemników na tej błonie i po rozpoczęciu przenikania przez nią, dzięki działaniu enzymów akrosomu, plemniki tracą zdolność do wykonywania ruchów.

Obserwacje Marmara i in. [13] wykazały, że tylko ruchliwe plemniki są zdolne do prawidłowego zapłodnienia. Plemniki nieruchome, nawet sztucznie osadzone na powierzchni błon jajowych, nie przeprowadzają reakcji akrosomalnej i nie penetrują osłon jajowych, w związku z czym nie są zdolne do zapłodnienia. Dlatego też, przypuszcza się, że zdolność do przeprowadzania reakcji akrosomalnej jest połączona z mechanizmami regulującymi ruchliwość plemników, a zanika szybciej niż ich ruchliwość. Ogniwem łączącym te procesy są, jak się wydaje jony wapnia, niezbędne zarówno do poruszania się plemników jak i do zajścia reakcji akrosomalnej.

Prawidłowość ta znalazła praktyczne zastosowanie w określaniu wartości zapłodnieniowej spermy, gdzie obok liczebności plemników i ich żywotności sprawdza się odsetek plemników ruchliwych i zdolnych do przeprowadzenia reakcji akrosomalnej. Czasami za kryterium wartości może być przyjmowana także szybkość poruszania się plemników [22].

LITERATURA

- [1] Acott T. S., Hoskins D. D. — *Bovine sperm forward motility protein: Binding to epididymal spermatozoa*. Biol. Reprod. 24: 234-240, 1981.
- [2] Bavister B. D., Rogers B. J., Yanagimachi R. — *The effects of cauda epididymal plasma, on the motility and acrosome reaction of hamster and guinea pig spermatozoa in vitro*. Biol. Reprod. 19: 358-363, 1978.
- [3] Bavister B. D., Chen A. F., Fu P. C. — *Catecholamine requirement for hamster sperm motility in vitro*. J. Reprod. Fert. 56: 507-513, 1979.
- [4] Bradley M. P., Forrester J. T. — *A sodium-calcium exchange mechanism in plasma membrane vesicles isolated from ram sperm flagella*. FEBS Letters 121: 15-18, 1980.
- [5] Bradley M. P., Forrester J. T. — *A $(Ca^{2+}-Mg^{2+})$ -ATPase and active Ca^{2+} transport in the plasma membranes isolated from ram sperm flagella*. Cell Calcium 1: 381-390, 1980.
- [6] Ford W. C. L., Harrison A. — *The role of oxidative phosphorylation in the generation of ATP in human spermatozoa*. J. Reprod. Fert. 63: 271-278, 1981.
- [7] Heffner L. J., Saling P. M., Storey B. T. — *Separation of calcium effects on motility and zone binding ability in mouse spermatozoa*. J. Exp. Zool. 212: 53-59, 1980.
- [8] Heffner L. J., Storey B. T. — *The role of calcium in maintaining motility in mouse spermatozoa*. J. Exp. Zool. 218: 427-434, 1981.
- [9] Halangh W., Bohnensack R. — *ATP levels of bull spermatozoa during anaerobiosis and following aerobiosis*. Acta Biol. Med. Germ. 39: 339-341, 1980.
- [10] Kaczmarek F. — *Ultrastruktura plemnika ssaka*. Post. Biol. Kom. 5: 301-319, 1978.
- [11] Krzysztofowicz A. — *Ultrastruktura plemnika*. W: *Ultrastruktura i funkcja komórki*. ss. 210-225, PWN, Warszawa, 1973.
- [12] Kuźnicki J., Drabikowski K. — *Kalmodulina — aktywator procesów regulowanych przez jony wapnia*. Post. Bioch. 26: 265-290, 1980.
- [13] Marmar J. L., Praiss D. E., Debenedictis T. J. — *An estimate of the fertility potential of the factors of the split ejaculate in term of the motile sperm count*. Fertil. Steril. 32: 202-205, 1979.
- [14] McGrady A. V., Nelson L. — *Cholinergic effects on bull and chimpanzee sperm motility*. Biol. Reprod. 14: 235-284, 1976.
- [15] Nelson L. — *Cholinergic control of calcium transport: Regulation of sperm motility*. Acta Protozool. 18: 181-194, 1978.
- [16] Nelson L., Young M. J., Gardner M. E. — *Sperm motility and calcium transport: A neurochemically controlled process*. Life Sci. 21: 1739-1749, 1980.
- [17] Pholpramool C., Chaturapanich G. — *Effect of sodium and potassium concentrations and pH on the maintenance of motility of rabbit and rat epididymal spermatozoa*. J. Reprod. Fert. 57: 245-251, 1979.
- [18] Stewart T. A., Forrester J. T. — *Identification of a cholinergic receptor in ram spermatozoa*. Biol. Reprod. 19: 965-970, 1978.
- [19] Stewart T. A., Forrester J. T. — *Acetylcholine-mediated control of spermatozoon motility*. Proc. Univ. Otago Med. Sch. 56: 321-322, 1978.
- [20] Stewart T. A., Forrester J. T. — *Acetylcholine-induced calcium movements in hypotonically washed ram spermatozoa*. Biol. Reprod. 21: 109-115, 1979.

- [21] Storey B. T. — *Strategy of oxidative metabolism in bull spermatozoa*. J. Exp. Zool. 216: 61-67, 1980.
- [22] Śliwa L., Płonka I., Dubis K., Srebro Z. — *Effect of centrophenoxin on the sperm motility in mice*. Folia Biol. Kraków 30: 69-74, 1982.
- [23] Turner T. T., Howards S. S. — *Factor involved in the initiation of sperm motility*. Biol. Reprod. 18: 571-578, 1978.
- [24] Zimmerman K. J., Crabo B. G., Moore R., Weisberg S., Deibel F. C., Graham E. F. — *Movement of sodium and potassium into epididymal boar spermatozoa*. Biol. Reprod. 21: 173-179, 1979.

BOHDAN DRAGANIK, JAN PIECHURA

Morski Instytut Rybacki
Gdynia

ZAGADKA POJAWIENIA SIĘ TZW. URODZAJNYCH POKOLEŃ ŚLEDZI W WODACH ŁAWICY GEORGE'A

WSTĘP

W zestawieniu z każdą inną dziedziną gospodarki dostarczającej żywności, rybołówstwo rozporządza najmniejszą ilością informacji niezbędnych do przewidywania możliwości wykorzystywania posiadanych środków w najbliższych latach. Rozwojowi nowoczesnych technik połowowych nie towarzyszyło opracowanie metod, pozwalających precyzyjnie określić wpływ ich stosowania na populacje ryb. Sytuację komplikuje fakt niemożności rozdzielenia skutków wpływu człowieka na owe populacje jak i czynników od niego niezależnych.

Nie oznacza to wcale, że państwa rozwijające rybołówstwo nie przeznaczały znacznych środków na badania zasobów mających podtrzymywać rybołówstwo. Rozproszenie środków, nieumiejętność określenia celów, żądania wyników satysfakcjonujących doraźne zapotrzebowania przedsiębiorstw połowowych sprawiły, że decydenci rybołówstwa jak i naukowcy czują się rozczarowani przydatnością uzyskanych wyników. Dodatkowe zamieszanie wprowadził w połowie lat sześćdziesiątych run na matematyzację, a raczej przeliczalność wszelkich zjawisk zachodzących w populacjach ryb i zależności między owymi populacjami a warunkami środowiska jak i poczynaniami człowieka. Zapomniano, że najlepsza maszyna obliczeniowa bądź model matematyczny opisujący wyżej wymienione zależności musi opierać się na materiałach zarejestrowanych w naturze, inaczej pozostanie tylko zabawą matematyczną opartą na mniej lub bardziej odbiegających od rzeczywistości założeniach.

W niniejszym artykule postanowiliśmy przedstawić opinię nieodzowności uwzględniania wyników badań środowiska w przypadku dokonywania ocen obfitości zasobów. Do takiego wystąpienia sprowokowani zostaliśmy powszechnością pozornej kompleksowości badań na rzecz rybołówstwa. Dowodzi tego między innymi następujący fakt: u podstawy wszelkich modeli powszechnie stosowanych do oceny zasobów, leży założenie o losowych wahaniach wpływu środowiska na stan tych zasobów. Innymi słowy w ciągu lat skutki ograniczających i preferujących czynników środowiska kompensują się wzaje-

mnie, oscylując wokół średniej a tym samym nie są przyczyną trendów stanu zasobów. Wyniki obserwacji w większości regionów oceanu światowego, mających dokładną dokumentację działalności rybołówstwa przeczą temu założeniu. Większość zasobów wykazuje tendencję spadkową. Czy zjawisko to należy przypisywać tylko śmiertelności spowodowanej połowami doprowadzającymi eksploatowane populacje do poziomu uniemożliwiającego odnowienie ich stanu drogą naturalnej reprodukcji?

Problemy oceny jak i gospodarowania zasobami nabierają szczególnej wagi w przypadku gatunków charakteryzujących się dużymi fluktuacjami uzupełnienia. Jakie środki regulacji połowów należy przedsięwziąć w warunkach gdy nagła obfitość ryb bądź ich niedostatek prowadzi do niewykorzystania naturalnej produkcji zasobów bądź ich przełowienia?

Przydatność dotychczasowego, a przynajmniej najczęściej stosowanego sposobu podejścia do tych problemów pragniemy przedstawić przy wykorzystaniu materiałów jakich dostarczyły wieloletnie badania i eksploatacja śledzi Ławicy George'a.

Wybraliśmy tę grupę ryb jako, że przez wiele lat były one przedmiotem zainteresowania polskiego rybołówstwa zarówno od strony eksploatacyjnej jak i badawczej. W latach 1960-1977 zostały zebrane znaczne materiały, dające podstawę do weryfikacji szeregu hipotez o przyczynach wzrostu lub zmniejszania się liczebności ryb. Wbrew powszechnej zgodności z opinią, że przeżywalność larw decyduje o późniejszym sukcesie lub niepowodzeniu połowów, większość prac poświęcono ilościowym relacjom pokoleń po osiągnięciu przez nie wieku 2 i więcej lat. Owe relacje tylko częściowo oddają zmiany pokolenia od momentu zapłodnienia ikry, poprzez okres larwalny, juwenalny aż do momentu gdy stanie się ono podatne na działanie narzędzia połowu.

Gdy po roku 1968 nastąpiło zmniejszenie się połowów śledzi, zainteresowane kraje ustaliły na forum Międzynarodowej Komisji Rybołówstwa Północno-Zachodniego Atlantyku (ICNAF) wprowadzenie środków regulujących eksploatację, celem ograniczenia śmiertelności ryb spowodowanej połowami. Spodziewano się, że ograniczenie wielkości rocznego wydobycia spowoduje złożenie dużej ilości ikry zapewniając tym samym w przyszłości dużą liczebność ryb, które po osiągnięciu wieku 3 lat decydować miały o pomyślności połowów. Podjęte środki, które drastycznie ograniczyły działalność połowową w latach 1972-1976 okazały się bezskuteczne. W roku 1981 złowiono tylko 600 ton śledzi w wodach Ławicy George'a. Oznacza to, że śledzie tego rejonu utraciły znaczenie gospodarcze [28].

Na podstawie dostępnych w literaturze informacji, jak i wyników prac własnych autorzy przyjęli następujące założenia:

Śledzie występujące w wodach Zatoki Maine i Ławicy George'a przejawiają tendencje do tworzenia licznych odrębnych grup tarłowych, spośród których część natrafiając na sprzyjające warunki dla tarła i przeżywalności larw, tworzy okresowo bardzo liczne populacje wykazujące wszystkie cechy odrębnych stad.*) Takie stado w latach 1960-1977 przyciągnęło uwagę

*) Pojęcie stada zostanie wyjaśnione w następnym rozdziale

rybaków wielu krajów w wyniku pojawienia się w wodach Ławicy George'a bardzo licznych (urodzajnych) pokoleń z lat 1960, 1961 i 1970. Nie jest to myśl oryginalna, została ona szeroko omówiona w pracach Ilesa i Sinclaira [35] i Sinclaira i Tremblay'a [53]. Autorzy ci podkreślają niebezpieczeństwo traktowania kompleksu stad jako jednostki jednakowo reagującej na nakład pracy połowowej. Nadmierna eksploatacja kilku mniejszych „przy okazji” większych może spowodować kaskadowy spadek połowów, czego byliśmy świadkiem w latach siedemdziesiątych w odniesieniu do śledzi Ławicy George'a.

DEFINICJA STADA

Przyjęło się określać populację ryb występujących w danym akwenie, odbywających tarło w jednym i tym samym miejscu, charakteryzujących się podobnym tempem wzrostu, śmiertelności naturalnej — pojęciem stada. Stado powiększa się w wyniku uzupełnienia nowymi pokoleniami i ulega pomniejszeniu skutkiem presji drapieżników, pasożytów oraz połowów.

Bardziej „praktyczną” jest definicja stada zaproponowana przez Anthony'ego [za 55]: „Grupa ryb wystarczająco izolowana tak aby można nią było gospodarować jako odrębną od innych jednostek”. Pominięte tu jest kryterium genetycznej izolacji które pozwala dokładniej opisać subpopulacje gatunku. Głównym problemem dla podejmujących decyzje w sprawie gospodarowania jest, czy istnieją wystarczające różnice pomiędzy stadami aby traktować je jako odrębne jednostki gospodarowania. Z drugiej strony, decyzje regulujące eksploatację dotyczą samego rybołówstwa a lokalizacje połowów sugerują, że mimo pewnego mieszania się stad, jednostka gospodarowania, odpowiadająca w przybliżeniu stadu tarłowemu ma znaczenie praktyczne.

W świetle aktualnie stosowanych środków gospodarowania zasobami, stadem jest jednostka gospodarowania umożliwiająca ukierunkowanie śmiertelności połowowej na wybrane grupy ryb (Regionalna Rada Zarządzania Rybołówstwem Nowej Anglii — NERFMC 1978).

Jak w świetle tych definicji określić populację śledzi występujące w Zatoce Maine, Ławicy George'a i u Wybrzeży Nowej Anglii? Temu problemowi poświęcona jest dyskusja w dalszej części artykułu.

ŚLEDZIE PÓŁNOCNO-ZACHODNIEGO ATLANTYKU I ICH ZNACZENIE DLA RYBOŁÓWSTWA

Występowanie śledzia u wschodnich wybrzeży Ameryki Północnej zostało zanotowane z chwilą przybycia pierwszych emigrantów ze starego świata. Był on poławiany pławnicami z przeznaczeniem na przynętę do połowu większych ryb dennych i pelagicznych. W 1841 koloniści z Plymouth naśladowując Indian rozpoczęli połowy śledzi narzędziami pułapkowymi [55].

Wprowadzenie rybołówstwa tarłowego zmniejszyło znaczenie śledzia jako

przynęty w XIX w., natomiast w latach siedemdziesiątych tego stulecia rozwinęły się u wybrzeży Zat. Maine i Nowego Brunswicku konserwiarne przetwarzające młodego 2-letniego śledzia określanego potoczną nazwą „sardyny”. W pierwszej połowie XX w. rybołówstwo śledziowe opierało się głównie na połowach sardyny. Wykazywały one zawsze duże wahania w kolejnych latach co świadczy o nierównomiernym uzupełnianiu jak i okresowych zanikach „stada”, przynajmniej w tradycyjnych miejscach występowania. W okresie lat 1896-1916 połowy wynosiły średnio 60 tys. ton by zmniejszyć się drastycznie w latach 1917-1940 do 25 tys. ton rocznie. W drugiej połowie lat czterdziestych do wczesnych lat sześćdziesiątych połowy sardyny wzrosły do poziomu z przełomu XIX i XX w. Z końcem lat sześćdziesiątych nastąpił ponowny spadek połowów sardyny do 28 tys. ton rocznie.

Obok śledzi występujących u wybrzeży USA, poławiano śledzie w wodach Nowej Szkocji i Zatoki Św. Wawrzyńca. Łączne połowy w drugim dwudziestolecu bieżącego wieku sięgały 80-100 tys. ton, następnie wzrastały stopniowo osiągając 242 tys. ton w 1948 r., w latach pięćdziesiątych ustabilizowały się na poziomie 160-200 tys. ton.

Lata sześćdziesiąte to spektakularny wzrost wydobycia śledzia na wszystkich łowiskach u wybrzeży północno-zach. Atlantyku, które w 1969 r. osiągnęło 967 tys. ton. W latach następnych zarejestrowano szybkie zmniejszenie się połowów, które w 1977 r. wynosiło 283 tys. ton.

Śledzie występujące od maja do października w Ławicy George’a, a w miesiącach zimowych u wybrzeży stanów: Maryland, Rhode Island, Connecticut, New Jersey, Delaware, Virginia, Północna Karolina, były obiektem połowów w latach ubiegłego 20-lecia flotyll rybackich wielu krajów. Łącznie połowy za ten okres wynosiły 2775 tys. ton, w tym 19% (520 tys. ton) było udziałem rybołówstwa polskiego. Jest to zarazem 20% śledzi jakie polskie rybołówstwo złowiło w latach 1945-1982, bądź ilość równa połowom śledzi bałtyckich w latach 1955-1973. W literaturze, populacja śledzi występująca na tym obszarze jest traktowana dwojako. Jedni autorzy traktują ją jako jednorodne stado, drudzy wyróżniają dwa stada: Ławicy George’a i Płycizny Nantucket (Nantucket Shoals). Za istnieniem dwu stad przemawiają następujące fakty: przesunięcie tarła w czasie w tych dwu rejonach, kontynuacja tarła w rejonie Nantucket po całkowitym jego zaniku w wodach Ławicy George’a w latach osiemdziesiątych. Występowanie larw obu grup tarłowych nakłada się umożliwiając ich rozdzielenie i określenie wpływu efektywności tarła na późniejsze uzupełnienie eksploatowanych populacji. W niniejszym artykule postanowiono pominąć istnienie odrębnych stad i traktować całą populację śledzi występujących w rejonie Ławicy George’a jak i Płycizny Nantucket jako jednorodną, mającą cechy stada. Stado to było obiektem nie tylko połowów ale również kompleksowych badań. Wyniki tych badań były publikowane w narodowych czasopiśmie naukowych jak i w dokumentach Międzynarodowej Komisji Rybołówstwa Północno-Zachodniego Atlantyku (ICNAF). Organizacja ta począwszy od 1972 r. zaczęła wprowadzać środki regulujące połowy, spośród

których ograniczenie połowów ze stada Ławicy George'a do 150 tys. ton rocznie w latach 1972-75, 60 tys. ton w 1976 i 33 tys. ton w 1977 miało powstrzymać spadek zasobów i spowodować ich restaurację do poziomu z lat sześćdziesiątych. Mimo olbrzymiego materiału jaki mieli do dyspozycji naukowcy 11 krajów zainteresowanych eksploatacją stada, nie udało się ustalić przyczyn zmniejszania się zasobów stada ani zapobiec jego degradacji. Kraje nadbrzeżne upatrywały przyczyn katastrofy w nadmiernym połowach, naukowcy ZSRR, Polski, NRD, akceptując konieczność ograniczenia śmiertelności połowowej wskazywali na decydujący wpływ warunków środowiska na przeżywalność ryb w okresach gdy pozostają one poza zasięgiem rybołówstwa. Autorzy niniejszego artykułu aktywnie uczestniczyli w badaniach zachowania się śledzia Ławicy George'a na tle warunków środowiska, jak i poczynąń międzynarodowej floty łowczej. Z perspektywy lat, bogatsi o materiały zebrane przez współpracujące instytucje badawcze USA, Polski i ZSRR pragniemy jeszcze raz dokonać weryfikacji opublikowanych hipotez, wypuklając te czynniki które naszym zdaniem decydują o obfitości bądź niedostatku pokoleń śledzia.

Czytelnikom nieobeznanym z problematyką śledzia Ławicy George'a zwracamy uwagę, że obok 150 prac opublikowanych w latach 1960-1978 poświęconych wyłącznie tej tematyce, w roku 1979 została opublikowana monografia stada śledzia Ławicy George'a autorstwa [55] Sindermana. Zawiera ona przegląd literatury jak i hipotezy autora dotyczące przyczyn zmian zachodzących w stadzie. Wykorzystując dostępne materiały pragniemy uwypuklić czynniki decydujące o liczebności części stada podtrzymującej rybołówstwo jak i te determinujące przeżywalność ikry, larw i form młodocianych. Zanim do tego przejdziemy konieczne jest przedstawienie cyklu życiowego omawianego śledzia, jak i warunków panujących w miejscach jego występowania.

CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA

Na podstawie wieloletnich badań własnych nad rozmieszczeniem planktonu w rejonie Georges Bank oraz wyników innych badaczy Bumps [14] dochodzi do wniosku, że kluczem do rozwiązania tego problemu jest zrozumienie cyrkulacji wód tego rejonu. Nie jest przeto zaskoczeniem, że większość prac na temat cyrkulacji wód oraz fizycznych i chemicznych warunków środowiska w ogóle, szczególnie w początkowym okresie badań, wyszło spod pióra biologów. Oni właśnie zwrócili uwagę na zależność rozmieszczenia i liczebności poszczególnych gatunków oraz produkcji biologicznej od warunków środowiska, a dynamiki wód w szczególności.

Ławica George'a jest jak gdyby zanurzonym płaskowyzem, którego głębokość na przeważającej części wynosi 40-100 m. W jej północnej i centralnej części są miejsca o głębokości poniżej 25 m oraz płycizny o głębokości 5-15 m [14]. Generalnie przyjmuje się izobatę 100 m jako granicę Ławicy George'a.

Wzdłuż północnych stoków Ławicy dno obniża się gwałtownie od około 40 m do ponad 200 m i dalej do głębokości basenu Zatoki Maine. Nato-

miast na południowym skraju głębokość wzrasta nieco wolniej od 100 do 200 m, następnie zaś gwałtownie rośnie do około 2000 m. Południowy stok jest głęboko pocięty kanionami i ma bardzo urozmaiconą rzeźbę. Na zachodzie i wschodzie Ławica George'a ograniczona jest Kanałami: Wielkim Południowym i Północno-Wschodnim.

Istotną cechą warunków oceanograficznych Ławicy George'a, o dużym znaczeniu dla produkcji biologicznej, są silne rotacyjne półdobowe prądy pływowe, których prędkość waha się od ułamka węzła do ponad 2 węzłów. Na przeważającej części Ławicy wektory powierzchniowych prądów pływowych tworzą elipsy z osią podłużną skierowaną na NNW-SSE, a poprzeczną na ENE-WSW o długości odpowiednio 4-8 Mm i 2-4,5 Mm. Kierunek rotacji wód jest zgodny ze wskazówkami zegara. Prądy pływowe w północnej części Ławicy i nad głębszą jej częścią południową są mniej regularne. Odległość pokonywana przez cząsteczki wody w ciągu pełnego cyklu rotacyjnego (tzw. 12 godzin) wynosi od 10,7 do 19,9 Mm nad płytką częścią Ławicy George'a 6,5 i 5,5 Mm nad głębszymi rejonami odpowiednio południowym i północnym [14]. Jest to więc prawie stały ruch rotacyjny rzędu 20 Mm nad płytką i 5-6 Mm nad głębszymi rejonami. Związana z prądami pływowymi, a także prądami wiatrowymi turbulencja prowadzi do pełnego wymieszania płytkich wód nad Ławicą George'a. Wynikiem jest prawie jednorodna temperatura i zasolenie od powierzchni do dna w ciągu prawie całego roku, szczególnie w centralnej części Ławicy. Ślady stratyfikacji pionowej wód występują tylko w okresie 2 miesięcy letnich i w rejonach głębszych.

Część Ławicy George'a, nad którą zalegają prawie stale jednorodne w pionie masy wodne nazywamy obszarem mieszania. Granice tego obszaru są zazwyczaj wyraźne i zamykają się one w odrębie Ławicy na głębokościach mniejszych od 50 m, a w zimie 80 m [21]. Ta właśnie jednorodność wód nad Ławicą George'a wyróżnia je spośród wód otaczających i pozwala na ich wyodrębnienie od tzw. wody szelfowej w oddzielny podtyp o nazwie Woda Ławicy George'a (G. B. W. — Georges Bank Water), [33]. Woda ta jest modyfikacją Wody Zatoki Maine i ma charakterystyki T i S pośrednie między wartościami obserwowanymi na powierzchni Zatoki i na głębokościach pośrednich. Temperatura Wody Ławicy George'a waha się od 14° we wrześniu do 5°C w lutym. Zasolenie natomiast osiąga minimalną wartość około $32,1 \times 10^{-3}$ na początku marca, a maksymalną $32,9 \times 10^{-3}$ w końcu sierpnia (średnie wieloletnie zasolenie wynosi $32,56 \times 10^{-3}$). Okres wysładzania jest więc krótszy (5 miesięcy) niż okres wzrostu zasolenia.

Rozkład Wody Ławicy George'a jest unikalny w całym rejonie Ławica George'a-Zatoka Maine [33] głównie ze względu na jej izolację i wolne tempo wymiany w przeważającej części roku. Wymiana wód na większą skalę poprzez intruzję wody z Basenu Wilkinsona obserwowana jest tylko w końcu jesieni i na początku zimy.

Należy jeszcze zaznaczyć, że drugą, obok wspomnianej wcześniej Wody Szelfowej, główną masą wodną w omawianym rejonie i rejonach sąsiednich jest Woda Stokowa (Slope Water). Pierwsza z nich wyróżnia się niższą

temperaturą i zasoleniem, a druga jest cieplejsza i bardziej słona. Mniej lub bardziej wyraźna granica (front hydrologiczny) między nimi, występująca zazwyczaj w pobliżu Ławicy George'a w stronę otwartego oceanu, podlega znacznym przesunięciom i nierzadko wchodzi na Ławicę. Zmiany położenia frontu mogą sięgać setek kilometrów na powierzchni morza i dziesiątki kilometrów przy dnie. Najdalej od brzegu i od Ławicy George'a front występuje częściej w zimie, następnie w październiku-listopadzie i wreszcie w lipcu. Napływ Wody Stokowej obserwuje się we wschodniej części Ławicy najczęściej w lecie. Ingham [36] np. szacował, że w sierpniu 1974 r. 14% powierzchni Ławicy George'a zajęte było przez Wodę Stokową. Obszar ten następnie zwiększył się do 18% na początku września aby zmniejszyć się do 4% w końcu tego miesiąca.

Wspomniane wyżej niektóre charakterystyczne cechy warunków hydrologicznych w rejonie Ławicy George'a w znacznej mierze określone są przez cyrkulację wód nad Ławicą i w rejonach przyległych, a nawet przez ogólną cyrkulację wód północno-zachodniej części Atlantyku. Z kolei Ławica George'a samym swoim istnieniem powoduje znaczne zakłócenia i modyfikację prądów tego rejonu.

Charakterystyczną cechą prądów nad Ławicą George'a jest wir o ruchu przeciwnym do kierunku wskazówek zegara, wokół pływicy, utrzymujący się w ciągu przeważającej części roku (od wiosny do jesieni). Tylko w zimie wir ten słabnie i okresowo zanika. Prędkość prądu w wirze antycyklonalnym nad Ławicą George'a osiąga wartość do 2-3 Mm na dobę, ale notowano także i większe prędkości. W przybliżeniu więc jeden obrót wód wokół ławicy trwa około 100 dni. Prędkość prądów przydennych jest mniejsza i osiąga wartość 1 Mm na dobę [14]. Eksperymenty z radiobojami wykazały dominujący dryf w kierunku północnym i zachodnim na wiosnę, latem i wczesną jesienią o prędkości 3,4 Mm na dobę oraz przeważający dryf południowo-wschodni o prędkości 3 mM na dobę późną jesienią, w zimie i wczesną wiosną [14]. Obserwuje się także dużą zmienność kierunków i prędkości prądów zależnie od wiatrów. Można oczekiwać, że prądy nad Ławicą George'a, szczególnie w okresach pełnego wymieszania wód, reagują nawet na krótkotrwałe zmiany wiatru [9, 16, 34].

Oprócz zmian w cyrkulacji wód nad Ławicą George'a, przemieszczaniem się frontu między Wodą Szelfową a Stokową, co powoduje znaczne i gwałtowne zmiany temperatury i zasolenia, bardzo istotny wpływ na warunki życia i przetrwania planktonu, ikry i larw ryb mają meandry i wiry odrywające się od Prądu Zatokowego po jego północnej stronie i niekiedy wędrujące w pobliżu Ławicy George'a lub nawet nad nią. Meandry, a jeszcze bardziej wiry o ciepłym jądrze, powodują bardzo silne prądy podpowierzchniowe i nieokresowe zmiany charakterystyk i rozmieszczenia mas wodnych.

Na północ od Przylądka Hatteras Prąd Zatokowy skręca na północny wschód w głębokie rejony oceanu i wykazuje wzrastającą tendencję do meandrowania. Meandry, osiągające rozmiary 150 km i więcej, odrywają się często od strumienia Prądu Zatokowego, zamykają się tworząc wirującą masę wód, nazywane są wirami Prądu Zatokowego. Wiry o ciepłym jądrze powstają

w Wodzie Stokowej poza szelfem przez oderwanie się meandrów po lewej stronie Prądu Zatokowego. Ruch rotacyjny o kierunku przeciwnym do wskazówek zegara utrzymuje się w wyniku inercji, a jego prędkość wynosi od 0,6-1,0 węzła [48] do ponad 1,8 węzła [59].

Wiry mają ciepłe jądra, ponieważ zamykają w środku wody sargassowe, które przekroczyły Prąd Zatokowy w procesie tworzenia meandrów. (Wiry powstają także po prawej stronie Prądu Zatokowego i przemieszczają się następnie na południe w kierunku Morza Sargassa. Mają one rotację zgodną z ruchem wskazówek zegara i chłodne jądro utworzone z Wód Stokowych).

Wiry o ciepłym jądrze zazwyczaj przemieszczają się na zachód i południowy-zachód w rejon zajęty przez Wody Stokowe ze zmienną prędkością do 0,2 węzła. Niekiedy w ciągu kilku dni, a nawet miesięcy zatrzymują się lub zmieniają nagle kierunek [12]. Niektóre wiry zbliżają się do Prądu Zatokowego i są przezeń absorbowane wkrótce po ich powstaniu. Te natomiast, które mają kierunek W i SW mogą trwać do 6 miesięcy i są wchłaniane przez główny nurt daleko na południu. Niektóre z nowopowstałych wirów mogą osiągać średnicę 150-230 km, a ich zasięg pionowy wynosi do 2000 m. Analiza długości „życia” wirów wskazuje na tendencję albo bardzo krótkiego okresu ich trwania lub bardzo długiego. Liczba wirów, powstających w Wodzie Stokowej na zachód od 60°W wahała się od 6 w 1974 r. do 11 w 1979 [27]. Liczba wirów występujących jednocześnie zmieniała się, od 8 w pierwszych dwóch tygodniach maja 1977 r. [39] do zera w ciągu 6 tygodni na przełomie marca i kwietnia 1978 r. [19].

Poprzez zmiany charakterystyk mas wodnych oraz ich cyrkulacji, meandry i wiry wywierają znaczny wpływ na warunki rozwoju i rozmieszczenia organizmów żywych. Chamberlin [15] wyodrębnia pięć następujących kierunków oddziaływania tych zjawisk na zasoby rybne i rybołówstwo:

1. Ocieplenie górnej warstwy wody nad skłonem kontynentalnym i brzegiem szelfu poprzez bezpośredni kontakt z meandrem lub wirem. To może wpłynąć na czas migracji sezonowych ryb oraz na czas i lokalizację tarła.
2. Napływ ciepłej i słonej wody na szelf w miejsce chłodniejszej i mniej słonej wody szelfowej. Efekty są tu podobne jak poprzednio, a ponadto wzrost temperatury ponad granicę tolerancji może spowodować śmierć larw i ikry na tarliskach.
3. Wynoszenie wody szelfowej poza szelf w rejon stoku kontynentalnego w otoczenie cieplejszych i słonych wód. Również w tym przypadku obserwowano wysoką śmiertelność larw ryb rejonu Ławicy George'a. Wynoszenie wód szelfowych może spowodować znaczne zmiany cyrkulacji wód i charakterystyk mas wodnych na łowiskach.
4. Upwelling na stoku kontynentalnym, który może prowadzić do wzbogacenia wód powierzchniowych w sole biogeniczne i wzrostu produkcji pierwotnej.
5. Silne prądy na skraju szelfu i w górnej części stoku kontynentalnego zmieniające cyrkulację wód także na szelfie.

Colton [20] obserwował w 1956 r. odnogę stosunkowo ciepłej wody stokowej wzdłuż południowej krawędzi Ławicy George'a. W rejonie tym tropi-

kalne i borealne gatunki planktonu były zmieszane i dryfowały poza szelf. W maju tego roku Woda Stokowa sięgała dalej w SE części Ławicy George'a niż zwykle a próbki planktonu zawierały stadia młodociane licznych gatunków tropikalnych i oceanicznych, podczas gdy gatunki endemiczne znaleziono w różnych stadiach rozkładu. Podobnych przykładów znajdujemy wiele w istniejącej literaturze naukowej.

STADO ŚLEDZIA ŁAWICY GEORGE'A W LATACH 1961-1980

Kontynuując połowy jakiegokolwiek gatunku ryb lokalizujemy występowanie ich największych koncentracji. Podobieństwo cech zewnętrznych osobników tworzących te koncentracje i prawidłowość ich pojawiania się, skłaniają do traktowania wszystkich ryb tego gatunku jako należących do jednorodnej populacji określonej mianem stada.

Wykazanie, że ryby trące się w jednym roku w określonym miejscu, w następnym mogą trzeć się w innym bądź, że część tych ryb przynależnych do jednej populacji tarłowej może utworzyć odrębną populację tarłową, obala koncepcję stada jako jednostki biologicznej.

Większość śledzi występujących w Zatoce Maine i Ławicy George'a składa ikrę na przełomie września i października, a zatem bezpośrednio po rozrodzie gatunków zooplanktonowych takich jak *Pseudocalanus minutus* i *Oithona similis* [26,46]. Wielu autorów donosi o występowaniu śledzi wiosennego tarła [11, 26, 60], wnioskując o tym na podstawie znajdowanych larw śledzi o długości 9-30 mm w miesiącach wiosennych i letnich. Wszyscy oni są zgodni z Grahamem [29], że „śledzie wiosennego tarła nie mają większego znaczenia dla stada śledzia”. Benko i Wilson [10] wspominają o sporadycznym występowaniu w połowach 1961 r. śledzi których stan rozwoju świadczył o przynależności do grupy tarła wiosennego, co nie znalazło potwierdzenia w latach następnych.

Z drugiej strony występowanie w miesiącach wiosennych ryb posiadających gonady w stadium świadczącym o bliskości tarła (stadium ciekące) nie jest wystarczającym dowodem na istnienie trwałego stada rozradzającego się wiosną. Zjawisko pojawiania się grup (stad), trących się w różnych porach roku jest cechą charakterystyczną dla gatunków składających ikrę raz do roku w krótkich odstępach czasu. Jest to swojego rodzaju odmiana porcyjności tarła w wydaniu nie osobniczym a populacji gatunku. Ilość tych grup jest tym większa im więcej, w danym rejonie, obserwuje się szczytów rozwoju planktonu [8].

Nasuwa się pytanie dlaczego w wodach Zatoki Maine i Ławicy George'a bytują tylko śledzie jesiennego tarła, których larwy natrafiają na „gorsze” pozornie warunki przeżycia w okresie nadchodzącej zimy? Wy tłumaczenia tego faktu należy upatrywać w dążeniu do uniknięcia konkurencji pokarmowej z larwami innych gatunków (czerniak, dorsz, szkarłacica, płamiak, niegładzica, brośma, morszczuk srebrzysty, żółcica, miętus czerwony, makrela), wylęgających się w miesiącach wiosennych i letnich — okresie wysokiej produkcji planktonu.

Ridgway [47] stwierdza, że rozproszenie larw względem miejsc wylęgu w wyniku oddziaływania prądów, ich fizjologiczna i genetyczna adaptacja do warunków w miejscu przebywania oraz dążność do ławicowego życia, decydują o utrzymywaniu oddzielnych stad. Aczkolwiek stwierdzono powrót śledzi do miejsc rozrodu, nie mniej trudno oczekiwać aby w zmiennych warunkach środowiska morskiego bodźce skłaniające ryby do powrotu do miejsc narodzin miały analogiczną siłę jak w przypadku łososia. Okresowo pojawiające się konfiguracje mas wodnych, ich ruchy, są najbardziej przekonującym wytłumaczeniem powstawania „nowych” stad, zaniku istniejących. Nanoszone prądami masy wodne mogą sprzyjać lub ograniczać przeżywalność larw stając się dodatkowym czynnikiem determinującym wielkość stada.

Te elementy naszym zdaniem miały decydujący wpływ na pojawienie się, jak i zanik stada śledzia rozradzającego się na północnych stokach Ławicy George’a, które to stado w drugiej połowie lat sześćdziesiątych osiągnęło biomasę 1400 tys. ton.

Wpływ zmian temperatur na zróżnicowanie cech merystycznych ryb został stwierdzony eksperymentalnie. Średnie liczby kręgów u pstrąga, podanego w czasie wylęgu szokowi temperaturowemu, wahały się od 56,86 do 60,06 [40, 58]. Te fakty dały impuls Tuckerowi [61] do wysunięcia szokującej hipotezy na temat wpływu odmiennych temperatur w obrębie wód Morza Sargassowego na powstanie różnic merystycznych u węgorzy, a w konsekwencji wyodrębnienia dwu „gatunków”. Zdaniem Tuckera węgorze zamieszkujące wody słodkie Europy i Ameryki Płn. są potomstwem węgorzy amerykańskich. Węgorze europejskie nigdy nie osiągają miejsc rozrodu. Podobnie Nellen [41] i Anokhina [2], stwierdzają, że różnice cech merystycznych u ras śledzi bałtyckich są wynikiem odmiennych warunków podczas indywidualnego rozwoju i nie dowodzą trwałości grup wiosennego i jesienno tarła.

Wyniki badań serologicznych Anderssona i Rymana [wg 1], nad śledziami atlantyckimi i bałtyckimi wykazują brak istotnych różnic genetycznych pomiędzy grupami tarłowymi tych ryb. Skłoniło to Aneera [1] do wysunięcia hipotezy, że zanik jesiennej rasy śledzi bałtyckich nastąpił wskutek zwiększenia się ilości dostępnego pokarmu w wyniku eutrofizacji Morza Bałtyckiego.

Temperatury w miejscach rozrodu śledzi Ławicy George’a wahają się od 6° do 12°C [63, 64]. Czy te różnice nie mogą być przyczyną powstawania lokalnych grup tarłowych? Sinderman i Mairs [54] na podstawie badań serologicznych stwierdzili występowanie 2 grup śledzi w Zatoce Maine. Ich powstawanie uzależnione jest od miejsca i czasu tarła. Anthony i Boyar [5] na podstawie różnic cech merystycznych wyróżnili 3 grupy śledzi: Nowej Szkocji, Zatoki Maine i Ławicy George’a, klasyfikując je jako odrębne stada. Ten podział został zaakceptowany, mimo że poszczególne grupy ryb należące do różnych stad mogą się mieszać w okresie żerowania [57]. Główny problem to stabilność w czasie obserwowanych grup o określonych miejscach tarła.

Stado Ławicy George’a do roku 1961 pozostawało praktycznie poza dzia-

laniem rybołówstwa. O tworzeniu się na północnej krawędzi Ławicy koncentracji dojrzałych śledzi w sierpniu donosili rybacy poławiający morską karpia. Tibbo i in. [60] stwierdzili na podstawie rozmieszczenia larw śledzi we wrześniu-grudniu 1956 i 1957 r. w rejonie Ławicy George'a, że północne stoki tej Ławicy są największym tarliskiem śledzia w wodach Nowej Anglii. Larwy występowały w górnych warstwach wody i część z nich, wg tych autorów, była prawdopodobnie wynoszona prądami na północ ku wybrzeżu Nowej Szkocji, lecz większość podlegała wpływom prądów przemieszczających wody powierzchniowe w kierunku południowym. Bigelow i Schroeder [11] podają, że śledzie poławiane u wybrzeży USA swym zasięgiem obejmują Ławicę George'a, nie mniej autorzy są zdania, że nie stanowią one odrębnego stada.

W 1960 r. dwa statki zwiadowcze ZSRR wykryły w obrębie Ławicy George'a koncentracje śledzi dogodnie do odłowu pławnicami i włokiem. A w 1961 r. pojawia się tu flota dryfterów i trawlerów radzieckich odławiając łącznie w tym roku 68 tys. ton śledzi. W 1962 r. dwa polskie trawlerzy rozpoczynają połowy śledzia, odławiając 977 ton, w latach następnych polskie połowy wzrastały szybko osiągając szczyt w 1971 r. — 88 tys. ton. Łączne połowy wszystkich państw były najwyższe w 1968 r. — 374 tys. ton, by w roku 1977 zmaleć do 2127 ton.

Tarliska tego śledzia zlokalizowane zostały na północnych stokach Ławicy oraz w odrębie Płycizny Nantucket [13]. Badania wykazały, że połowy w latach 1963-68 opierały się na bardzo urodzajnym pokoleniu z 1960 r. Dostarczyło ono rybołówstwu, wg Draganika [25], 1875 mln osobników, to jest dwukrotnie więcej niż drugie pod względem obfitości pokolenie 1961 roku. Wszyscy badający wiek poławianego śledzia, są zgodni, że pokolenie 1960 r. było najliczniejsze w historii stada, nie mniej wg Anthony'ego [4] pokolenia lat 1961 i 1970 pod względem liczebności ustępowały pokoleniu 1960 r. tylko odpowiednio o 22 i 16%. Biomasa tych pokoleń po osiągnięciu wieku 3 lat była następująca: 1960 — 525 tys. ton; 1961 — 430 tys. ton; 1970 — 435 tys. ton. Łączna biomasa ryb 3-letnich i starszych była największa w drugiej połowie lat sześćdziesiątych by następnie szybko zmaleć do 400 tys. ton. Biomasa ryb 3-letnich i starszych należących do stada szacowana była metodą rekrutacyjną (popularnie zwaną analizą populacji wirtualnej). Wobec istotnych różnic w ocenie wielkości współczynnika śmiertelności naturalnej [3,4 — 0,20; 25 — 0,40] zaistniały znaczne rozpiętości w szacunkach biomasy stada. Niezależnie od przyjętych wskaźników, ocena kierunku zmian zachodzących w stadzie była analogiczna.

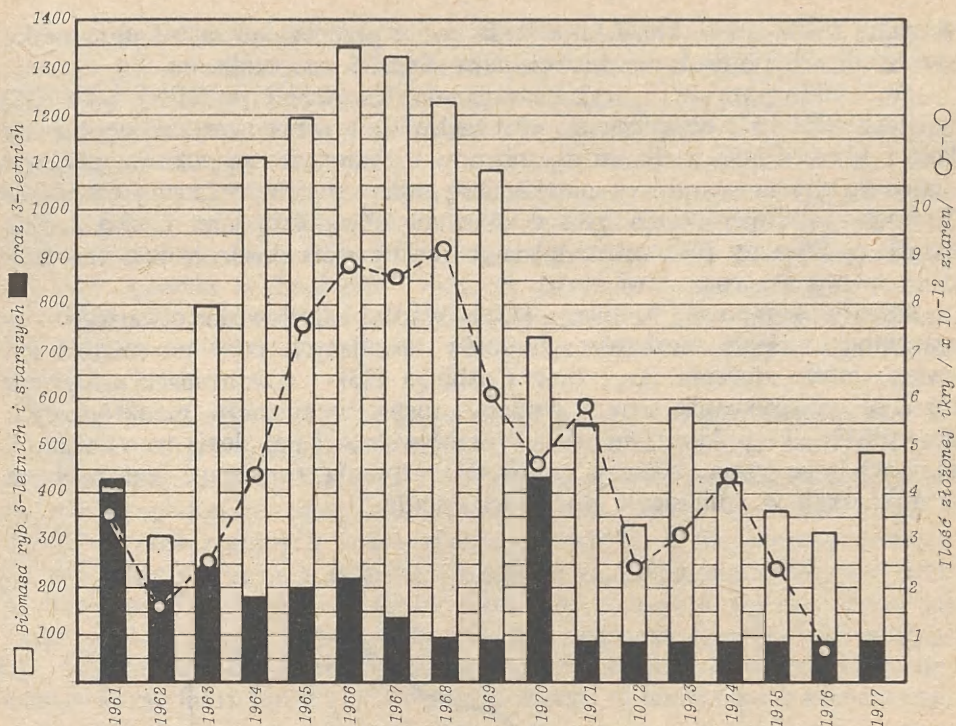
Międzynarodowa Komisja Rybołówstwa Północno-Zachodniego Atlantyku (ICNAF) zaniepokojona spadkiem zasobów stada w latach 1969-71 podjęła szereg poczynań mających zahamować ów spadek przypisywany głównie rybołówstwu. Cechy omawianego stada którego dojrzała płciowo część skupia się na okres rozrodu w bardzo zwarte koncentracje, dostępne dla różnego typu statków sprawiają, że niezależnie od bezwzględnych rozmiarów stada w miesiącach tarła, bądź tuż przed jego rozpoczęciem, osiągnano dużą wydajność połowów, co przyciągnęło w to miejsce flotyllę wielu krajów.

Efektem takiej eksploatacji było pozyskiwanie w sierpniu, wrześniu i październiku 55% łącznej masy śledzi odławianych w latach 1961-77. Te fakty zdają się podtrzymywać opinię tych ekspertów Komisji, którzy uznali, że odbudowa stada wymaga utrzymania jego rozmiarów na poziomie lat sześćdziesiątych, kiedy notowano względnie dobre uzupełnianie. Oznaczało to konieczność zmniejszenia połowów do 100-150 tys. ton rocznie, aby populacja tarłowa o rozmiarach 500 tys. ton mogła zapewnić maksymalne uzupełnianie stada. ICNAF przyjęła 225 tys. ton jako minimalną wielkość tarłowego stada śledzia Ławicy George'a, mającą zapewnić uzupełnianie stada na średnim poziomie z lat sześćdziesiątych.

Mimo wprowadzenia drastycznych ograniczeń połowów, biomasa stada nie tylko, że nie uległa poprawie ale stale się zmniejszała. Jakie były przyczyny niepowodzenia akcji regulacji połowów w warunkach międzynarodowej kontroli, a w konsekwencji zanik zaufania rządów krajów nadbrzeżnych do sprawności działania międzynarodowych organizacji rybackich, co pociągnęło decyzje tych państw wprowadzenia 200-milowych stref wyłącznego rybołówstwa? Zwolennicy poglądu, że śmiertelność połowowa jest decydującym czynnikiem upatrują przyczyn fiaska wysiłków w gospodarowaniu zasobami stada śledzia Ławicy George'a, w niekonsekwentnym doborze środków ograniczających połowy, w zbytym preferowaniu przez Komisję krótkookresowych korzyści społeczno-ekonomicznych, akceptowaniu nadmiernej śmiertelności połowowej i koncentracji nakładu pracy połowowej w miesiącach rozrodu.

Powyższe opinie, wydając się być uzasadnione, nie znajdują potwierdzenia w praktyce. O pomyślności połowów w cyklu wieloletnim decyduje uzupełnianie stada, w naszym przypadku osobnikami w wieku 3 lat. Najprościej byłoby przyjąć istnienie prostej zależności pomiędzy liczebnością populacji macierzystej i potomnej. Istnienie takiej zależności w przypadku teoretycznie oszacowanych ilości ikry składanych corocznie sugerują materiały Anthony i Waringa [7]. Natomiast obserwacje z lat 1961-75 nie dają podstaw aby twierdzić, że najwyższe zanotowane w historii stada zasoby z lat 1962-69 zapewniły obfitość uzupełniania (rys. 1). Lough i in. [38] w konkluzji stwierdzają, że wielkość uzupełniania stada wydaje się być niezależna od rozmiarów stada macierzystego w zakresie wielkości rejestrowanych w odrębnie Ławicy George'a. Korelacja pomiędzy ilością larw poławianych w grudniu a liczebnością w połowach u wybrzeży Zatoki Maine wyrosłych z nich śledzi, które osiągnęły wiek 2 lat wyraża się współczynnikiem $r = 0,67$ [30]. Zatem utrzymywanie populacji rozrodczej na poziomie 500 tys. ton wcale nie gwarantowało odbudowy stada. Jeżeli jednak śmiertelność naturalna ryb była znacznie większa od przyjętej do obliczania corocznych zasobów, przyjęte środki regulacji tylko uniemożliwiły odłowienie części, która praktycznie nie wpływając na późniejsze pokolenia, bezużytecznie zginęła. Należy wyjaśnić, że pojęcie „bezużytecznie” ma tutaj znaczenie ekonomiczne a nie ekologiczne. Ryby ginąc z przyczyn niezależnych od człowieka nie zmniejszają ilości energii cyrkulującej w ekosystemie, złowione są wynoszone poza ten system.

Ilość faktycznie złożonej ikry na północnych stokach Ławicy również



Rys. 1. Wielkość stada śledzia Ławicy George'a i uzupełnienie rybami w wieku trzech lat oraz obliczone ilości złożonej ikry w latach 1961-1977

malą z roku na rok [6, 42]. Jak wyjaśnić fakt, że z ikry złożonej w 1966 r., stanowiącej 15% ilości z roku 1964, wylęgało się pokolenie przewyższające liczebnością w wieku 3 lat pozostałe pokolenie z lat 1964-1969.

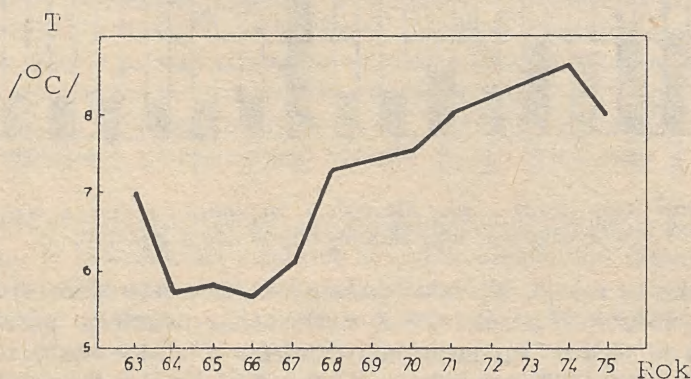
W latach 1968-1977 nastąpiło ocieplenie wód Ławicy George'a i Zatoki Maine (rys. 2), a w latach 1973, 1974, 1976 i 1977 zarejestrowano, w okresie tarła śledzi, $14-15^{\circ}\text{C}$ w wodach przydennych [24]. W przeciwieństwie do tego rejonu znacznie niższe temperatury wód przydennych obserwowano w obrębie Płycizny Nantucket ($6,1^{\circ}-13,3^{\circ}\text{C}$) [31]. Ocieplanie się wód zaobserwowane przez Davisa [24] mogło przyspieszyć rozwój planktonu i zachwiać dotychczasową synchronizację pomiędzy występowaniem larw ryb a organizmami planktonowymi, służącymi za pokarm tym pierwszym.

Mimo wysokiej produkcji pierwotnej wód Ławicy George'a ($400-500 \text{ gC/m}^2/\text{rok}$), przewyższającej znacznie produkcję pierwotną w Morzu Północnym ($90 \text{ gC/m}^2/\text{rok}$) produkcja zooplanktonu jest relatywnie niska, czym można tłumaczyć mniejszą produkcję ryb pelagicznych od dennych w tym rejonie [18]. Produkcja pierwotna jest limitowana napływem soli biogenicznych w wyniku upwellingu (wynoszenia) zimnych wód Zatoki Maine. W latach 1971-1977, z wyjątkiem roku 1975, w Ławicy obserwowano wyższe temperatury wód w porównaniu z latami sześćdziesiątymi świadczące o braku dopływu nutrientów, co spowodowało obniżenie produkcji na poszczególnych poziomach troficznych. Również obserwowane po roku 1974 opóźnienie

w czasie i skrócenie okresu tarła śledzi może przemawiać za hipotezą braku synchronizacji pomiędzy produkcją larw śledzi i zooplanktonu.

W konkluzji można przyjąć, że pomimo wysokiej produkcji larw [38] w latach 1971-1975 ocieplenie się wód zachwiało synchronizację występowania larw i odpowiedniej wielkości organizmów służących im za pokarm, przyczyniając się tym samym do wysokiej śmiertelności larw śledzi Ławicy George'a. Tempo owej śmiertelności było maskowane obecnością larw pochodzących z tarła z Płycizny Nantucket, gdzie panowały warunki hydrologiczne bardziej sprzyjające rozrodowi śledzi.

Rozwijając hipotezę Ridgwaya [47] — warunki środowiska otwartego oceanu mogą zmienić mechanizm bodźców kierujących ryby na miejsce ich wylęgu celem złożenia ikry; oraz Cushinga [23] — synchronizacja rozwoju i miejsc występowania larw z występowaniem organizmów planktonowych dostępnych jako pokarm, decyduje o przeżywalności pokolenia we wczesnych okresach jego życia, autorzy niniejszego artykułu rozpatrują ten problem w mikroskali w odniesieniu do jednego stada.



Rys. 2. Obserwowane średnie temperatury wód przydennych Zatoki Maine w miesiącach jesiennych

Cechą tych wód jest zmienność gatunków zooplanktonu będąca konsekwencją wpływu 3 odmiennych mas wodnych [17]. Typowe gatunki „ciepłowodne” wnoszone wodami Prądu Zatokowego to: *Salpa fusiformis*, *Delioalum* sp., *Phronima* sp., *Rhinocalanus nastus*, *Rhinocalanus cornutus*, *Calocalanus pavo*, *Eucalanus attenuatus*, *Mecynocera clausi*, *Calanus minor*. Z wód Nowej Szkocji nanoszone są gatunki: *Calanus hyperboreus*, *Metricia longa*, *Scaphocalanus magnus*, *Chiridius armatus*, *Chiridius obtusifrons*, *Gaidius tenuispinis*; gatunki typowe dla chłodnych wód Zatoki Maine: *Calanus finmarchicus*, *Pseudocalanus minutus*, *Metriolia lucens*, *Oithona similis*, *Maganyctiphanes norvegica* [46]. Mimo, że biomasa zooplanktonu osiąga szczytowe wielkości w marcu-kwietniu i czerwcu-lipcu, to w październiku obserwowano bardzo duże ilości larw widłonogów „ciepłowodnych” oraz *Oithona similis* — form z racji rozmiarów [37] najbardziej dostępnych larwom śledzi jako pokarm [45].

Jakie są przyczyny pojawienia się urodzajnych pokoleń śledzi? Naszym zdaniem jest to wynikiem dostępności pokarmu w okresie larwalnym, co podkreślili już Hjort [32] i Lough i in. [38]. Obfitość zooplanktonu w sierpniu dotyczy gatunków z rodzaju *Calanus* i *Pseudocalanus*. Formy dorosłe tych gatunków nie mogą bezpośrednio mieć wpływu na odżywianie się larw śledzi, które rozpoczynają aktywne pobieranie pokarmu po osiągnięciu długości 7 mm i mogą odżywiać się drobnym pokarmem poniżej 0,3 mm biernie unoszonym w wodzie [52]. Takie cechy wykazują larwy mięczaków, jaja oraz pływki widłonogów i one są głównym pokarmem larw śledzi [43, 49, 50, 51]. Formy te stanowią nieznaczny odsetek masy planktonu. Również musi nastąpić „synchronizacja” ich występowania z wylęgiem larw śledzi w miejscu i czasie.

W Ławicy George'a znajdowano w porównaniu z innymi wodami (M. Północne, M. Bałtyckie, Zatoka Maine), najniższy odsetek larw zawierających pokarm w przewodzie pokarmowym — 20%. Korelacja pomiędzy sumą organizmów zooplanktonu rejestrowanych w jednym metrze sześciennym wody [43, 44] w poszczególnych latach okresu 1965-1975, a liczebnością pokoleń śledzi Ławicy George'a z tych lat [7] wyraża się współczynnikiem $r = 0,69$. Wielkość współczynnika korelacji świadczy o większym wpływie ilości jaj i larw widłonogów na urodzajność pokoleń śledzi niż łącznej ilości wszystkich organizmów zooplanktonu znajdujących w jednosce objętości wody. Wymowa tego faktu jest tak oczywista, że zbędne są jakiegokolwiek komentarze.

Problem jest w tym, że sama obecność pokarmu w miejscach wylęgu i występowania larw nie jest równoznaczna z jego dostępnością. Zaistnienie stabilności warstw wodnych nawet na przeciąg krótkiego okresu uniemożliwia kontakt larw z małymi formami planktonu a w rezultacie głód i dużą śmiertelność tych pierwszych. Również uniemożliwienie kontaktu z pokarmem może być spowodowane wynoszeniem larw bądź planktonu wirami poza obszar wód szelfowych. Wiry owe przemieszczające się w kierunku południowo-zachodnim zasysają nagrzane, ubogie w tlen wody powierzchniowe wynosząc larwy poza wody Ławicy, pomniejszając liczebność przeżywających osobników pokolenia.

Nie jest to myśl oryginalna, Colton i Temple [22] w konkluzji badań nad wpływem ruchu wód na przeżywalność larw ryb wylęgających się w obrębie Ławicy George'a stwierdzają: „...niemniej z dostępnych danych wynika, że przy średnich warunkach większość jaj i larw jest wynoszona poza Ławicę w kierunku strefy wód stokowych, a jedynie przy wyjątkowych warunkach hydrograficznych znaczna liczba larw i jaj pozostaje w obszarze Ławicy i wód przybrzeżnych. Naszym zdaniem produkcja jaj różnych gatunków jest zawsze wystarczająco duża aby zapewnić urodzajność pokoleń, lecz śmiertelność jaj i larw skutkiem wynoszenia ich prądami, tudzież inne czynniki sprawiają, że jedynie niewielki ich odsetek przeżywa”. Kontynuując tę myśl, należało podjąć znacznie wcześniej badania liczebności larw młodzieży śledzia i innych ryb, co umożliwiłoby przewidzenie zmian w stanie zasobów zachodzących bez udziału człowieka. Badając populację ryb dojrzałych płciowo mogliśmy tylko przewidywać w jakim stopniu ulegnie ona zmniejszeniu w zależności

od intensywności połowów. Jedyną korzyścią z zastosowanych środków regulujących połowy było przekonanie, że zrobiliśmy wszystko aby zabezpieczyć przynajmniej złożenie ikry w ilościach przekraczających niezbędne minimum. W przypadku Ławicy George'a i Płycizny Nantucket stwierdzono produkcję larw śledzi wystarczającą ilościowo dla zapewnienia obfitego uzupełnienia stada, gdyby warunki środowiska były sprzyjające dla życia tych larw.

Nie należy również zapominać o presji drapieżników. Skud [56] stwierdził istnienie odwrotnej zależności pomiędzy liczebnością roczników makreli i śledzi. Zasoby płamniaka w latach sześćdziesiątych były najniższe w historii półwcz. Mniejsza konkurencja pokarmowa ze strony tych dwu gatunków w okresach rozwoju larw to, być może, jedna z przyczyn pojawienia się licznych pokoleń śledzi w latach 1960-1966.

Podsumowując powyższe uwagi można określić konieczność zbiegu następujących sprzyjających warunków dla pojawienia się urodzajnego pokolenia śledzia Ławicy George'a:

- istnienie podstawowego stada macierzystego zdolnego zapewnić złożenie progowej minimalnej ilości ikry (wielkość dotychczas nieznana);
- powstanie sprzyjających warunków termicznych w miejscu tarła, powodujących utworzenie koncentracji tarłowych i złożenie ikry w obrębie Ławicy;
- utrzymanie się temperatur wody sprzyjających inkubacji i wylęgowi larw;
- pojawienie się w miejscu wylęgu larw śledzi form zooplanktonu dostępnych jako pokarm dla larw w okresie przechodzenia na odżywianie się pokarmem zewnętrznym;
- omijanie miejsc o dużych zagęszczeniach larw przez ciepłe wiry będące odgałęzieniami Prądu Zatokowego;
- niewielka liczebność larw innych ryb będących konkurentami pokarmowymi dla larw śledzi;
- mała presja drapieżników.

Aczkolwiek lista wymienionych czynników jest długa to każdy z nich w wydaniu ujemnym może przekreślić pomyślność połowów śledzia w najbliższych 3-5 latach. Naistotniejszym elementem z punktu widzenia regulacji połowów jest minimalna progowa wielkość stada macierzystego. Dotychczas akceptowano metodę opartą na przekonaniu, że skoro w latach sześćdziesiątych miało miejsce duże uzupełnianie stada, to zarejestrowana w tych latach wielkość stada macierzystego jest właśnie tą „optymalną”. Zarejestrowane fakty w latach siedemdziesiątych wykazały, że takie podejście nie doprowadziło do zahamowania redukcji stada. Nasuwa się wniosek, że zbyt późno zespólnono wysiłki celem zebrania informacji o wpływie czynników środowiska, które w połączeniu z informacjami o poczynaniach rybołówstwa mogły określić, z wyprzedzeniem kilkuletnim, wielkość zasobów, które mogły być wydobyte z określonego rejonu bez uszczerbku dla produkcji występującego tam stada.

Historia eksploatacji jak i wyniki badań śledzi występujących w ubiegłym 20-leciu w obrębie Ławicy George'a uwypukliła konieczność traktowania

populacji bądź dokładniej, „stad” ryb krótkowiecznych jako jednostek ulegających stałym zmianom w wyniku oddziaływania czynników środowiska i człowieka.

Podziękowanie

Pierwsza wersja niniejszego artykułu została zweryfikowana przez dr Stefana Grimma, którego uwagi natury merytorycznej jak i redakcyjnej przyczyniły się do podniesienia poziomu opracowania, za co autorzy Mu serdecznie dziękują.

LITERATURA

- [1] Aneer G. 1983 — *Some speculations about the Baltic Herring in connection with the eutrophisation of the Baltic Sea*. Can. J. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. (w druku).
- [2] Anokhina L. 1971 — *Maturation of Baltic and White Sea herring with special reference to variations in fecundity and egg diameter*. Rapp. P. — v. Reun., Cons. int. Explor. Mer 160: 12-17.
- [3] Anthony V. C. 1970 — *Estimates of mortality for Georges Bank herring*. ICNAF Annual Meet. 1970, Res. Doc. 70/76, Ser. No 2424.
- [4] Anthony V. C. 1976 — *The effect on stock size from various assumption of year class strengths for Div. 5Z and Statistical Area 6 herring stock*. ICNAF Res. Doc. 76/6/122. Ser No 3979,7 pp.
- [5] Anthony V. C., Boyar H. C. 1976 — *Meristic comparison of adult herring from the Gulf of Maine*. ICNAF, Res. Doc. 67/30, Ser. No 1808.
- [6] Anthony V. C., Sauskan V. I., Sigaiev J. K. 1970 — *Cooperative herring egg survey—Georges Bank 1969*. ICNAF, Res. Doc. 70/70. Ser. No. 2415.
- [7] Anthony V. C., Waring G. T. 1980 — *Estimates of herring spawning stock biomass and egg production for the Georges Bank-Gulf of Maine region*. NAFO, SCR Doc. 80(IX)135.
- [8] Batalian K. J. 1969 — *Zooplankton i siezonnyje rasy siel di*. Trudy AtlantNIRO, wyp. XXIII. XXIII.
- [9] Beardsley R. C., Butman B. 1974 — *Circulation on the New England Continental Shelf. Response to strong winter storms*. Geophys. Res. Letters 1/4 181-184.
- [10] Benko J. K., Wilson A. P. 1962 — *Otkorm i fizjologičeskoje sostajanie siel di Banki Georges*. Trudy PINRO, wyp. XIV, Moskwa.
- [11] Bigelow H. B., Schroeder W. C. 1953 — *Fishes of the Gulf of Maine*. Fish. Bull. of the Fish and Wildlife Service, vol. 53, Washington 1953.
- [12] Bisagni I. I., 1976 — *The passage of anticyclonic Gulf Stream eddies through Deepwater Dumpsite 106, 1974-1975*. NOAA Dumpsite Evaluation Report 76-1, US Dept. of Commerce V+39 p.
- [13] Boyar H. D., Marak R. R., Perkins F. E., Clifford R. A. 1978 — *Seasonal distribution and growth larval herring (Clupea harengus harengus L.) in the Georges Bank Gulf of Maine area from 1962 to 1972*. Roop. P-V. ICES 35: 36-51.
- [14] Bumps D. F. 1975 — *Reviw of the physical oceanography of Georges Bank*. ICNAF Res. Doc. 75/107. Ser. No 3600, 31 pp.
- [15] Chamberlin I. L., 1977 — *Monitoring effects Gulf Stream Meanders and warm core eddies on the Continental Shelf and Slope*. ICNAF Res. Doc. 76/VI. 86.
- [16] Chase J. 1955 — *Winds and temperature interrelation to the broadstrength of Georges Bank haddock*. J. du Conseil Int. p. L explor de la Mer. 21/1/; 17-24.
- [17] Cohen E. B., Wright W. R. 1980 — *Changes in the plankton on Georges Bank in relation to the physical and chemical environment during 1975-1976*. ICES C.M./L:27.
- [18] Cohen E. B., Mountain D. G., Clark S. H. 1982 — *Comparison of energy flow in the three Northern Atlantic ecosystems*. ICES, CM 1982/L:47.

- [19] Colone P. I., Chamberlin I. L. 1980 — *Anticyclonic warm core Gulf Stream eddies of the northeastern United States in 1978*. Annls. Biol. Copenhagen, 35: 50-55.
- [20] Colton J. B., Jr. 1959 — *A field observation of mortality of marine fish larvae due to warming*. Limnol. Oceanogr. 4: 219222.
- [21] Colton I. B. Jr, Marak R. R., Nickerson S. R., Stoddard R. R. 1968 — *Physical, chemical and biological observations on the Continental Shelf, Nova Scotia to Long Island, 1964-1966*. U.S.F.W.S. Data Raport 23, 190 p.
- [22] Colton J. B., Temple R. F. 1961 — *The enigma of Georges Bank spawning*. Limnology and Oceanography, vol. No 3, July 1961.
- [23] Coshing D. H. 1975 — *Marine ecology and fisheries*. Syndics of the Cambridge Univ. Press, Cambridge. 168 pp.
- [24] Davis C. W. 1978 — *Seasonal bottom-water temperature trends in the Gulf of Maine and on Georges Bank, 1963-75*. NOAA Technical Reports NMFS, SSRF-725.
- [25] Draganik B. 1973 — *Wpływ rybołówstwa na stan zasobów stada śledzia Ławicy George'a*. Studia i Materiały MIR, Ser. B. Nr 30, Gdynia.
- [26] Fish Ch. J., Johnson M. W. 1937 — *The biology of the zooplankton population in the bay of Fundy and gulf of Maine with special reference to production and distribution*. J. Biol. Bd. Canada, vol. III No 3: 189-322.
- [27] Fitzgerald I., Chamberlin I. L. 1981 — *Anticyclonic warm core Gulf Stream eddies of the northeastern United States during 1979*. Annls. Biol. Copenhagen, Vol. 36
- [28] Fogarty M. J., Vaughn C. A. 1982 — *Status of Atlantic herring resources in the Gulf of Maine region — 1982*. Woods Hole Lab. Ref. Doc. No 82-34.
- [29] Graham M. 1936 — *Investigations of the herring of Passamaquoddy and adjacent regions*. J. Biol. Board Can. 2, 95-140.
- [30] Graham J. J. 1981 — *Monitoring winter mortality and spring abundance of larval herring, Clupea harengus, along costal Maine (1964-1977)*. Rapp. P. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 178.
- [31] Grimm St. 1982 — *Changes of time and sites of herring (Clupea harengus L.) spawning vs. bottom temperature over the spawning beds in the Georges Bank — Nantucket Shoals Area 1971-1977 seasons*. NAFO, SCR Doc. 1982(IX)103.
- [32] Hjort J. 1926 — *Fluctuations in the year classes important food fishes*. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. vol. I No 1, str. 5-38.
- [33] Hopkins T. S., Gorfield N. III. 1980 — *Physical origins of Georges Bank Water*. Manuscript reprint.
- [34] Howe M. R. 1962 — *Some direct measurement of the non-fidal drift on the Continental Shelf between Cape Cod and Cape Hatteras*. Deep-Sea Res. 9., 445-455.
- [35] Iles T. D., Sinclair M. 1982 — *Atlantic herring stock, discreteness and abundance*. Science vol. 215,5 February 1982.
- [36] Ingham M. C. 1974 — *Variations in the Shelf Water Front of the Atlantic Coast between Cape Hatteras and Georges Bank*. Draft copy of unpublished manuscript.
- [37] Kanajewa I. P. 1962 — *Sriednij wies copepoda cietralnoj i siewiernoj Atlantiki, Norwieskogo i Grienlandzkogo moriej*. Trudy WNIRO, wyp. XLVI.
- [38] Lough R. G., Bolz G. R. Pennington M. R., Grosslein M. D. 1980 — *Abundance and mortality estimates for sea herring (Clupea harengus L.) larvae spawned in the Gorges Bank-Nantucket Shoals area, 1971-1978 seasons, in relation to spawning stock and recruitment*. NAFO-SCR Doc. 80(IX)129.
- [39] Mizenko D., Chamberlin I. L. 1979 — *Gulf Stream anticyclonic eddies (warm core rings) of the northeastern United States during 1977*. Annls. Biol., Copenhagen 34: 39-44.
- [40] Mottley C. Mc. C. 1937 — *The number of vertebrae in trout (Salmo)*. J. Biol. Bd Canada vol. III, No 2 str. 169-176.
- [41] Nellen W. 1964 — *Morphological investigations on herring of the Western Baltic which appear on a spawning ground of the spring spawning herring*. ICES, Herring Comm. 127.

- [42] Noskov A. S., Zinkevich V. N. 1967 — *Abundance and mortality of herring (Clupea harengus L.) on Georges Bank according to the results of egg calculation in spawning areas in 1964-66*. ICNAF, Res. Doc. 67/78, Ser. No 1897: 16 p.
- [43] Noskov A. S., Winogradov W. I., Pticyna L. G., Romanczenko A. N. 1979a — *Pitanije liczinok sierebristogo hieka i morskogo nalima na Bankie Georges w 1965-1975 gg*. Trudy AtlantNIRO, wyp. LXXXI.
- [44] Noskov A. S., Winogradov W. I., Pticyna L. G. 1979b — *Issledowanije pitanija liczinok sieldi (Clupea harengus) banki Georges w 1965-1975 gg*. Trudy AtlantNIRO wyp. LXXXI.
- [45] Ogilvie H. S. 1927 — Fish. Scot., Sci. Invest. 1927 (1).
- [46] Pawsztik E. A., Gogolewa M. A. 1964 — *Respriedielenije planktona w rejonie banok Georges i Brown w 1962 g*. Trudy PINRO, wyp. XV, Moskwa.
- [47] Ridgway G. J. 1975 — *A conceptual model of stock of herring (Clupea harengus) in the Gulf od Maine*. ICNAF Res. Doc. 75/100, Ser. No 3536, 17 pp.
- [48] Saunders P. M., 1971 — *Anticyclonic eddies formed from shoreward meanders of the Gulf Stream*. Deep-Sea Res., 18. p. 1207-1219.
- [49] Sherman K. 1971 — *Seasonal variations in the food of larval herring in costal waters of central Maine*. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer 160: 121-124.
- [50] Sherman K., Perkins H. C. 1971 — *Seasonal variations in the food of juvenile herring in costal waters of Maine*. Trans. Amer. Fish. Soc., No 1: 121-124.
- [51] Sherman K., Honey K. A. 1971 — *Seasonal variations in the food of larval herring in costal waters of central Maine*. Rapp. P.-v. ICES, 160: 121-124.
- [52] Sherman K. 1976 — *Density distribution of copepods in costal feeding grounds on herring*. ICNAF Res. Doc. 76(6)82 Ser. 3894.
- [53] Sinclair M., Tremblay M. J. 1983 — *A new hypothesis to account for the timing of spawning of herring population*. ICES, C.M. 1983.
- [54] Sinderman C. J., Mairs D. F. 1959 — *A major blood group system in Atlantic sea herring*. Copeia 1959(3): 228-232.
- [55] Sinderman C. J. 1979 — *Status of Northwest Atlantic herring stocks of concern to the United States*. NMFS, Northeast Fisheries Centr Sandy Hook Laboratory. Tech. Ser. Re. No 23.
- [56] Skud B. E. 1981 — *Interactions between pelagic fishes and the relation of dominance to environmental conditions*. ICES, CM/H: 60.
- [57] Soldat V. T. 1976 — *Distribution of herring from the Nova Scotia Shelf*. ICNAF Res. Doc. (I) 1.
- [58] Taning A. V. 1952 — *Experimental study of meristic characters in fishes*. Biol. Rev. (Cambridge) 27: 169-193.
- [59] Thompson B., Gotthardt G. 1971 — *Movement of a Gulf Stream eddy*. Gulf Stream Monthly Summary 6 (1) centerfeld.
- [60] Tibbo S. N., Legare J. E. H., Scattergood L. W., Temple R. F. 1958 — *On the occurrence and distribution of larval herring (Clupea harrengus) in the Bay of Fundy and Gulf of Maine*. J. Fish. Res. Bd. Can. 15: 1451-1469.
- [61] Tucker D. W. 1959 — *A new solution to the Atlantic eel problem*. Nature 183 No 4660, 495-501.
- [62] Zienkiewicz W. N. — *O rozmnożeniu sieldi na Bankie Georges i w smieżnych wodach*. Trudy AtlantNIRO wyp. XXVIII.
- [63] Zienkiewicz W. N. 1971 — *Raspriedielenije sieldi na Bankie Georges i w smieżnych wodach*. Trudy AtlantNIRO, wyp. XXVIII.
- [64] Zienkiewicz W. N., Noskow A. S. 1970 — *Czslennost i smiertnost sieldi (Clupea harengus L) Banki Georges po rezultatam uczota ikry na nierestiliszczach w 1964-1966 gg*. Trudy AtlantNIRO wyp. XVIII.

BEZSKRZYDŁOŚĆ SAMIC — PRZYCZYNA CZY SKUTKIEM OSIADŁEGO TRYBU ŻYCIA CZERWCÓW (HOMOPTERA, COCCINEA)

Czerwce są małą grupą pluskwiaków równoskrzydłych i prawie nieznaną szerszemu gronu przyrodników. Niemniej odznaczają się szeregiem szczególnych cech, które predysponują te owady do badań nad procesami ewolucyjnymi. Jedną z tych cech jest bezskrzydłość samic.

NIEKONWENCJONALNE ROZWIĄZANIE

Wtórna utrata skrzydeł jest zjawiskiem powszechnym wśród owadów. W nielicznych tylko rzędach, np. u ważek, zjawisko to nie występuje, w innych jest cechą stałą; nie znamy skrzydlatych wszy, wszołów czy pcheł. Łatwo zauważyć, że bezskrzydłość łączy się z pasożytnictwem. Ta korelacja, poparta jeszcze przykładami z życia pierwotniaków, robaków, skorupiaków itp. dała podstawę pogładowi, że pasożytniczy tryb życia powoduje redukcję, a nawet całkowity zanik narządów ruchu, i że w ich miejsce wykształcają się różne narządy czepne i systemy obronne. Nic więc dziwnego, że na tej zasadzie próbowano wyjaśnić utratę skrzydeł u samic czerwców.

Pogląd ten można ująć w następujące punkty:

1. Czerwce, podobnie jak inne pluskwiaki równoskrzydłe, są pasożytami, tzn. pobierają pokarm z żywych tkanek.
2. Nie tylko samice, ale często i samce są bezskrzydłe.
3. U owadów tych obserwuje się również redukcję odnóży i odpowiednio czułków. Całkowita utrata odnóży u samic i larw (z wyjątkiem pierwszego stadium) występuje co najmniej u 1/3 gatunków, a znaczne ograniczenie możliwości ruchu również przynajmniej u 1/3 gatunków.
4. Czerwce wykształciły różnorodne systemy obronne w postaci tarczek, osłon woskowych itp., pochowały się w szparach kory, pochewkach liściowych lub w ziemi.
5. Cykl rozwojowy samic został skrócony do 2-3 stadiów larwalnych, a samica interpretowana jest jako neoteniczna larwa.

6. Wiele gatunków odznacza się bardzo dużą rozrodznością (kilka tysięcy jaj).

Zjawiska te są tak uderzające i same przez się oczywiste, że nawet nie próbowano ich analizować, lub choćby ułożyć w jakiś logiczny ciąg wydarzeń; stwierdzenie, że czerwce są „wysoko wyspecjalizowanymi pasożytami” uznawano za całkowicie wystarczające. Wyjątkowo tylko spotkać można próby słownego sformułowania łańcucha przyczyn i skutków. Np. Dancig [2] pisze: „Samice i larwy czerwców odżywiają się sokami pobieranymi z systemów przewodzących roślin wieloletnich. Nieustanny dopływ pokarmu i brak potrzeby jego poszukiwania spowodowały ewolucję samic w kierunku redukcji skrzydeł. Utrata skrzydeł pociągnęła za sobą zanik segmentacji ciała i zastąpienie oczu złożonych prostymi”. Na pytanie, dlaczego inne pluskwiaki nie utraciły skrzydeł, choć korzystają z tego samego źródła pokarmu, odpowiadano — bo właśnie czerwce są „najbardziej” wyspecjalizowane.

W podsumowaniu badań nad czerwcami w ostatnich dziesięcioleciach Miller i Kosztarab [4] stwierdzają: „Czerwce są jedną z najbardziej fascynujących i niezwykłych grup wśród owadów” „...ich niekonwencjonalne podejście do pasożytowania na roślinach stało się przyczyną najprzedsławniejszych adaptacji”. (Their unconventional approach to the plant parasitic regime has produced a myriad of bizzare adaptations). Na czym polega to niekonwencjonalne rozwiązanie, dlaczego obrały taką drogę — na te pytania autorzy już nie odpowiadają.

Pesson [6] był już bliski podważenia powszechnie przyjętej opinii, kiedy mówił, że trudno by nam było, w wielu przypadkach, wyjaśnić różne modyfikacje przystosowaniem do pasożytniczego trybu życia, i że źródłem licznych regresji i uproszczeń nie jest bezpośrednio pasożytnictwo, ale „ogólna tendencja ewolucyjna grupy”. (Cette simplification organique peut donc n'être pas directement liée au parasitisme, mais dépendre d'une évolution générale du group). W konkluzji jednak Pesson stwierdza, że te właśnie liczne „wyjątki” potwierdzają regułę dominującej roli adaptacji pasożytniczych w ewolucji czerwców.

Trudno się zdecydować czy „niekonwencjonalne podejście”, czy też „ogólna tendencja” lepiej tłumaczy bezskrzydłość samic czerwców.

WEWNĘTRZNE SPRZECZNOŚCI

Pogląd wyjaśniający utratę skrzydeł u samic przystosowaniem do pasożytniczego trybu życia zawiera sprzeczności. Przed ich omówieniem trzeba przypomnieć pewne fakty:

1. Apteryzm skrzydeł u samic występuje bez wyjątku we wszystkich grupach czerwców.

2. Utrata skrzydeł u samic jest bezśladowa, tzn., nie znany jest ani jeden przypadek brachypteryzmu, lub choćby obecności najmniejszych szczątków, nie zanotowano ani jednego przypadku atawizmu.

3. Zróżnicowanie morfologiczne i biologiczne czerwców jest ogromne,

tak że wciąż podziwiamy genialną intuicję Linneusza i Réaumura, iż potrafili połączyć te owady w jedną grupę.

4. Obok czerwców prowadzących autentycznie osiadły tryb życia są i grupy ruchliwe, które, w dodatku, wykształciły urządzenia do noszenia jaj.

5. Najprymitywniejsze i najbardziej wyspecjalizowane grupy rozmieszczone są na całej kuli ziemskiej.

6. Utrata skrzydeł w przypadku pasożyta roślin oznacza: niemożliwość czynnego rozprzestrzeniania, niemożliwość odszukania żywiciela, ograniczoną możliwość zmiany miejsca żerowania, niemożliwość ucieczki przed wrogami.

Zasadnicze pytanie dotyczy czasu utraty skrzydeł. Mogłoby to dojść do skutku niezależnie i równolegle we wszystkich grupach „w miarę specjalizacji do pasożytnictwa”, jak to się obserwuje u innych owadów, lub jednorazowo, u przodka czerwców.

Pierwszej ewntualności przyjąć się nie da, ponieważ nacisk selekcyjny w kierunku utraty skrzydeł musiałby być niezwykle silny aby spowodować odrzucenie skrzydeł we wszystkich grupach bez wyjątku. Czyli skrzydła musiałyby być nie tylko zbędne, ale wręcz szkodliwe, a tego się w nich nie potrafimy dopatrzeć, jeśli przyjąć pasożytnictwo jako czynnik selekcyjujący:

Konwergentną i bezwzględną redukcję skrzydeł moglibyśmy przyjąć, gdyby ją traktować jako bardzo korzystną wymianę, tzn., gdyby czerwce odniosły jakieś bezpośrednie zyski pozbywszy się skrzydeł. Owszem, takie korzyści, w postaci choćby różnorodnych form partenogenezy, istnieją, ale ewolucja nie mogła ich „zaplanować”. Nim czerwce nauczyły się korzystać z tych dobrodziejstw, przez miliony lat rozmnażały się tradycyjnie, a niektóre robią to do dziś, choć skrzydeł nie mają. Rozumując analogicznie, musielibyśmy powiedzieć, że opłacało się rybom pęłzać po namorzynach, bo dzięki temu wydały na świat ptactwo fruwające.

Pozostaje założenie, że skrzydła utracił jeden raz pierwszy przodek czerwców, gdzieś na przełomie karbonu i permu. Wobec istnienia jeszcze dziś pierwotnie prymitywnych i ruchliwych form, domniemanie, że ów przodek utracił skrzydła na skutek osiadłego trybu życia implikowanego przystosowaniem, choćby niekonwencjonalnym, do pasożytnictwa, jest sprzeczne z zasadniczym wnioskiem, według którego bezskrzydłość miała być wyrazem właśnie zaawansowanej specjalizacji.

Tym sposobem wracamy do punktu wyjściowego i pozostaje nam przyjąć, że uproszczenia są „ogólną tendencją ewolucyjną grupy”, lub też, że przodek czerwców utracił skrzydła przypadkowo, i dlatego weszły one na drogę „niekonwencjonalnych przystosowań”. Ponieważ na taką odpowiedź zawsze jest czas, spróbujmy znaleźć inne rozwiązanie.

UKRYTE TREŚCI

Nieporozumienia wynikają często z niedostrzegania złożoności pojęć i nieświadomego przenoszenia akcentów z jednych treści na inne. W rozpatrywanym przypadku odnosi się to do „pasożytnictwa” i „zdolności ruchu”.

Mówimy: „Wszy i pchły piją krew — są pasożytami — pasożyty odrzucają skrzydła”. Tymczasem to nie pasożytniczy sposób pobierania pokarmu, ale okoliczności, w których to się odbywa (w tym przypadku futro żywiciela) powodują utratę skrzydeł. Gdyby się znalazł taki owad (oby), który poluje na wszy, to chociaż drapieżnik, również odrzuciłby skrzydła. „Stały dopływ pokarmu” [2] jest zbyt słabym stymulatorem aby skłonić owady do bezwzględnej odrzucenia skrzydeł. Inne *Homoptera* korzystają z tego samego źródła pokarmu i skrzydeł nie odrzuciły. Czynią z nich, zwłaszcza mszyce, doskonały użytek. Jeśli tu i ówdzie jakiś gatunek rezygnuje ze skrzydeł, to jest to jedno z możliwych rozwiązań, przy czym wcale nie jesteśmy pewni, że jest to rozwiązanie trwałe. Być może, formy bezskrzydłe z góry przeznaczone są do wcześniejszej lub późniejszej eliminacji.

O zdolnościach ruchowych czerwców mówimy: „Samice utraciły skrzydła, a tym samym zdolność do lotu; w wielu przypadkach ma to miejsce i u samców; olbrzymia większość utraciła zdolność do biegania i chodzenia, razem z tym nastąpiła, częściowa lub całkowita, degeneracja odnóży i czułków; niektóre czerwce już nawet czołgać się nie potrafią i są przyrośnięte do żywiciela jak grzyby”. Logika tego ciągu tak dobrze pasuje do idei stopniowej utraty zdolności ruchowej stymulowanej pasożytnictwem, że nie bierze się już pod uwagę, iż zanik jednej formy ruchu może pobudzać rozwój innej, a jest to regułą w przyrodzie.

JEŚLI NIE PASOŻYTNICTWO, TO CO?

Wykazaliśmy, że skoro traktujemy osiadły tryb życia, a w jego ramach utratę skrzydeł, jako wynik przystosowania do pasożytnictwa, to nie możemy teje utraty skrzydeł umiejscawiać na początku ewolucji czerwców, a tak postąpić musimy, bo odrzuciliśmy możliwość utraty skrzydeł przez wszystkie grupy jednocześnie i niezależnie.

Tak sformułowane wątpliwości nasuwają pierwsze pytanie — jeśli nie pasożytnictwo, to co innego mogło spowodować utratę skrzydeł u samic czerwców. Wśród wielu czynników stymulujących odrzucanie skrzydeł, obok „pasożytnictwa” (w cudzysłowie, dla podkreślenia wieloznaczności) pierwszorzędą rolę odgrywa „podziemny” tryb życia. Ani w darni łąki, ani w ściółce leśnej, czy pod ziemią w znaczeniu dosłownym, latać nie można i owady, które wybrały te środowiska, odrzuciły skrzydła (lub utraciły zdolność lotu) w sposób trwały, albo czynią to ciągle na nowo, jak np. mrówki i termyty.

Przyjmijmy tę hipotezę. W rozwinięciu powinna ona mieć takie brzmienie:

Pierwotne czerwce żyły w ściółce leśnej i odżywiały się saprofagicznie, lub jakoś podobnie. Spowodowało to utratę skrzydeł. Kiedy potem, powiedzmy w czasie rozkwitu roślin okrytozalążkowych, podjęły karierę pasożytniczą na tych właśnie roślinach, musiały sobie jakoś bez skrzydeł radzić. Bezskrzydłość mogła kierować dalszą ewolucję albo w kierunku doskonalenia istniejących jeszcze narządów ruchu (odnóży), albo na drogę osiadłego trybu życia, pod warunkiem jednak zastosowania jakichś niekonwencjonalnych rozwiązań, bo bez skrzydeł szanse sukcesu były raczej skromne.

Nie trudno się domyślić, że pierwsza ewentualność została odrzucona: łożenie po drzewie nie miało sensu, a na piesze wędrówki od drzewa do drzewa, to rosły one zbyt daleko od siebie; bardziej opłacało się zmodyfikować narządy gębowe, aby móc nimi zawsze dosięgnąć żywej tkanki.

PRZEWAGA A PRIORI

Nim podejmiemy próbę uzasadnienia powyższej hipotezy, trzeba podnieść dość istotną przewagę tej interpretacji nad dotychczasową. O ile bowiem skrzydła mogą być w pewnych tylko okolicznościach zbędne przy takim odżywianiu jakie się odbywa u czerwców i mszyc, a poza tym są przydatne, o tyle w ściółce leśnej skrzydła są nie tylko zbędne, ale przeszkadzają w ruchach i ustawicznie narażone są na uszkodzenia (inaczej jest u owadów, które chowają skrzydła pod pokrywami). Wynika z tego, że nacisk środowiska w kierunku redukcji skrzydeł jest znacznie silniejszy niż ten, jaki może wyrzucić pasożytniczy tryb życia w wydaniu reprezentowanym przez pluskwiaki równoskrzydłe. Nie musimy więc zakładać, że redukcja skrzydeł miała miejsce jeden raz u przodków czerwców. Mogła się ona odbywać w czasie, a nawet po pierwszej radiacji. Silny nacisk środowiska i tak wcześniej czy później doprowadziłby do utraty skrzydeł przez wszystkie grupy, chyba żeby któraś dostatecznie wcześniej z niego uciekła.

DLACZEGO TYLKO JEDEN PAZUREK

Jeśli prawdą jest, że czerwce spędziły znaczną część swojego życia rodowego w ściółce leśnej, w każdym razie większą niż inne *Homoptera* (zakładam, że i one kiedyś też tam przebywały), to powinny mieć trwalsze i liczniejsze tego ślady.

Czerwce, ich larwy, samice i samce, bez wyjątku wśród 6000 znanych gatunków, mają tylko jeden pazurek na stopie, gdy regułą u pluskwiaków i innych *Pterygota* są dwa pazurki. Nie spotkałem się z tym aby ktokolwiek pytał o przyczynę tego zjawiska. Na szczęście, nikt nie próbował wyjaśniać go pasożytnictwem (wszy też mają tylko jeden pazurek!), ani też interpretować jako stopniowej redukcji nogi, poczynając od pazurka (nawet nogi zredukowane do kilkutów mają pazurki).

Podwójny pazurek, funkcjonalnie połączony jeszcze z ostrogami na goleni, daje mocne położenie stopy. U czerwców tego nie ma. Poza tym, stopa jest jednoczłonowa, często nieruchomo połączona z golenią, niekiedy z nią zrośnięta, brak jest przylg, a nogi są bardzo krótkie w porównaniu z ciałem, a więc proporcjonalnie silne. Nogi takie nie nadają się do szybkiego biegania, chodzenia po gładkich i pionowych przedmiotach, natomiast wydają się przydatne do poruszania wprost po ziemi, pomiędzy i pod cząsteczkami gleby i szczątkami roślinnymi. Zakotwiczenie nogi odbywa się przez wbicie całego końca stopy w podłoże — dlatego tylko jeden pazurek. Innymi słowy, budowę nogi czerwców można zrozumieć tylko przy założeniu, że pełniła ona funkcję prostego narządu grzebnego. Niewiele już się mogło zmienić,

gdy czerwce zaczęły się wspinać po roślinach. Chyba zasadniczy plan został zachowany, natomiast szczeciny na końcu stopy i u nasady pazurka przekształciły się w charakterystyczne paluszki, zastępujące z pewnym powodzeniem przylgi.

CZERWCE NIE MAJĄ RINARII

Rinaria to wyspecjalizowane, osadzone na czułkach i specyficzne dla pluskwiaków równoskrzydłych narządy węchu. U czerwców ich nie ma i nie było. Jako narządy węchu funkcjonują stożki cienkościenne, filogenetycznie znacznie prymitywniejszy typ sensilli. Występują natomiast liczne trichoidalne narządy dotykowe, których jest mało, względnie w ogóle brak u innych pluskwiaków. Podkreślić należy, że opisane tu cechy występują zarówno u samic jak i skrzydlatych samców, i że inwersja rinarii w stożki cienkościenne nie wchodzi w rachubę.

Poziom rozwoju narządów zmysłowych odzwierciedla odległość jaką zwierzę jest w stanie pokonać. Odbieranie zapachów (np. żywiciela) z odległego źródła, do którego owad nie potrafi dotrzeć jest biologicznie bezsensowne. Prymitywna budowa narządów zmysłowych i samych czułków (są one wielocłonowe) dowodzą, że czerwce nigdy dobrze nie latały, a jeśli kiedykolwiek miało to miejsce, to w czasie i na poziomie wspólnych przodków mszyc, koliszków i mączlików, bo na takim poziomie zatrzymał się rozwój ich narządów zmysłowych i czułków. Oczywiście, mowa tu o prymitywnych grupach czerwców, bo u wyspecjalizowanych występuje już daleko posunięta, wtórna redukcja czułków, ewidentnie związana z osiadłym trybem życia.

Jeśli tłumaczyć utratę skrzydeł u samic czerwców zaawansowanym pasożytnictwem, to jak wytłumaczyć obecność u obu płci pierwotnie prymitywnych narządów zmysłowych?

MARSUPIUM

Jeśli czerwce utraciły skrzydła z powodu pasożytniczego i osiadłego trybu życia, to jest zrozumiałe, że składają jaja na żywicielu i zabezpieczają je różnymi sposobami. Niektóre jednak prymitywne grupy wykształciły dość złożone marsupium, to jest, urządzenie do noszenia złożonych jaj. Trudno przyjąć, aby czerwce latały nosząc ze sobą złoża jaj. Był więc taki okres w filogenezie czerwców, kiedy samice skrzydeł już nie miały, ale nieźle chodziły i nosiły ze sobą jaja. Wydaje się, że w tym czasie nie tylko nie prowadziły osiadłego trybu życia, ale były luźno związane z żywicielem, o ile w ogóle w tamtych warunkach o „żywicielu” może być mowa.

DLACZEGO SAMCE SĄ DZIWNE

Wprawdzie w podręcznikach czytamy, że to właśnie samice w wielu grupach całkowicie zatraciły wygląd „normalnych” owadów; niemniej samce również odznaczają się szczególnymi cechami. Są one dwuskrzydłe; druga

para zredukowana jest do specyficznych przemianek (*hamulohalterae*), lub zanikła całkowicie. Skrzydła ułożone są płasko wzdłuż grzbietu odwłoka. Występuje polimorfizm skrzydłowy — są formy uskrzydłone, krótkoskrzydłe i bezskrzydłe, przy czym te ostatnie mogą mieć postać larwalną. Imagines, jak również dwa ostatnie stadia larwalne, nie odżywiają się (nie mają narządów gębowych), żyją bardzo krótko (1-3 dni). Typ przeobrażenia samca jest unikalny wśród *Hemimetabola* — dwa ostatnie stadia larwalne mają charakter pączwarek.

Jak te zjawiska wyjaśniano za pomocą klucza pasożytnictwa? Albo w ogóle nie próbowano ich interpretować, albo też w sposób raczej nie-przekonywujący. Dancig [2] tak mówi:

„I tak, przejście czerwców do osiadłego trybu życia spowodowało modyfikację cyklu życiowego. Samice stały się neoteniczne, przy czym zachowały tylko 2-3 stadia larwalne z 5 u prymitywnych *Homoptera*. U samców natomiast różna specjalizacja larwy i imago spowodowała skomplikowanie rozwoju i powstanie specyficznego typu przeobrażenia — hyperepimorfozy... Konieczność odbycia złożonej (słowny) metamorfozy samca w tym samym czasie co uproszczonej (uproszczonej) metamorfozy samicy, spowodowało pojawienie się stadium spoczynkowego w cyklu samca.”

Trudno w tej interpretacji zrozumieć w jaki sposób przejście do osiadłego trybu życia mogło zmienić „specjalizację” larwy i imago. Odżywianie u larw i rozmnażanie u samca są specjalizacjami tych stadiów we wszystkich okolicznościach. Po drugie, jeśli „uproszczenie przeobrażenia” u samicy polega na zmniejszeniu liczby stadiów larwalnych i neotennii, a więc na skróceniu rozwoju, to wprowadzenie stadiów spoczynkowych do cyklu samca mogło tylko spowodować jeszcze większą desynchronizację. O tym, że zróżnicowanie przeobrażenia może mieć związek z różnicą wielkości (masy) samca i samicy, w tych rozważaniach nie ma wzmianki.

Największą jednak trudnością jest wyjaśnienie istnienia dyskutowanych cech i zjawisk bez wyjątku u wszystkich czerwców (była już o tym mowa przy okazji interpretacji utraty skrzydeł). Musiały one powstać gdzieś w zamierzchłej przeszłości, u pierwszych przodków czerwców, bo nie sposób się zgodzić, aby tak jednolite, a zarazem złożone cechy powstały niezależnie we wszystkich grupach, „w miarę przechodzenia do osiadłego trybu życia”.

Alternatywne wyjaśnienie byłoby następujące:

Środowisko (ściółka leśna) działało w kierunku redukcji skrzydeł (i u samiec doprowadziło do ich utraty), natomiast reprodukcja w kierunku utrzymania skrzydeł, przynajmniej u jednej płci. Działanie tych sprzecznych tendencji doprowadziło do swego rodzaju kompromisu, wyrażającego się w redukcji skrzydeł do jednej pary, zmodyfikowaniu ich budowy i polimorfizmie. Jeśli czerwce żyły zagrzebane gdzieś w ściółce, samiec musiał być bardzo silny aby pokonać przeszkody w postaci grudek ziemi i szczątków roślin i dotrzeć do samicy, albo odpowiednio mały, aby móc się prześliznąć pomiędzy przeszkodami. Względę bioenergetyczne preferowały to drugie wyjście.

Larwy męskie przestały się więc wcześniej odżywiać (już w drugim stadium), a końcowe stadia przekształciły się w stadia spoczynkowe, oczekujące

na zakończenie rozwoju samic. Zanikły u nich narządy gębowe, utraczona została zdolność ruchu, natomiast powiększyły się zawiązki skrzydeł. W ten sposób, pomimo znacznie wcześniejszego zakończenia wzrostu larw męskich, niekiedy o kilka miesięcy, imagines obu płci pojawiają się w tym samym czasie.

Efemeryczność samca korzystna w ściółce leśnej, okazała się cechą niepożądaną po przejściu czerwców do życia pasożytniczego na roślinach kwiatowych. Drobne samce narażone były na wyschnięcie i strącenie nawet przez lekki wiatr. Dlatego sukces odniosły te grupy, które potrafiły się obejść bez samca, wykształcając różne formy partenogenezy, hermafrodytyzm i mechanizmy regulujące stosunek liczbowy płci [5].

CZERWCE SĄ MŁODYMI PASOŻYTAMI

Jest prawdą, że czerwce wykształciły liczne, wyrafinowane adaptacje pasożytnicze. Nie powinno nas to jednak zmylić. Wiele danych [4] wskazuje na to, że poziom równowagi immunologicznej jest niski w relacji czerwcowi żywicieli. Między innymi, bardzo mało gatunków czerwców (w porównaniu z mszycami) tworzy galasy i to głównie na eukaliptusach w Australii, a czerwce tworzące galasy należą do grup filogenetycznie młodych. Z drugiej strony, przyjmując koncepcję grup siostrzanych [3], musimy również założyć, że czerwce są grupą starą, tak starą jak mszyce, które jako samodzielny takson istniały przez cały mezozoik. Rodzi się więc pytanie — gdzie czerwce były i co robiły w tym czasie? Przedstawiona w artykule hipoteza próbuje na to pytanie odpowiedzieć.

I DLATEGO CZERWCE SĄ TAK NIEZWYKŁE I RÓŻNORODNE

Jeśli przedstawiona hipoteza jest słuszna, tzn. jeśli czerwce rzeczywiście spędziły znaczną część swojej filogenezy w ściółce leśnej jako saprofagi lub półpasożyty, zanim stały się osiadłymi, „prawdziwymi” pasożytami roślin kwiatowych, to powinny one mieć dwie szczególne cechy — amfibiotyczność i heterogeniczność.

Istnienie tej pierwszej już wykazaliśmy. Równocześnie pozbawiliśmy czerwce przymiotów niezwykłości. Rozpatrywane cechy były niezwykle, ponieważ próbowaliśmy je zrozumieć wyłącznie z punktu widzenia adaptacji pasożytniczych. W kontekście obecnej hipotezy są one normalne, a nawet konieczne.

Heterogeniczność, rozumiana tu jako różnorodność, a nie polifiletyzm, miałyby swoje źródło w zaburzeniu (przedzieleniu) radiacji zmianą trybu życia, którą wywołał prawdopodobnie rozkwit roślin okrytozalążkowych. Powstałe w wyniku pierwotnej radiacji (w pierwszym środowisku) grupy czerwców opanowywały rośliny kwiatowe i przystosowywały się do życia pasożytniczego, każda w odmienny, choć niekiedy zbieżny sposób. Dywergencja oczywiście trwała dalej, sterowana jednak już innymi bodźcami. Jeśli tak było faktycznie, to jest zrozumiałe, dlaczego czerwce odznaczają się z jednej

strony dużym konserwatyzmem, a z drugiej bogactwem form, nie tylko morfologicznych, ale również biologicznych; dlaczego wykształciły różnorodne systemy obronne, chromosomowe [5], endosymbiotyczne [1], itp.

CO JADŁY PIERWOTNE CZERWCE

Najtrudniejszym punktem przedstawionej hipotezy jest odpowiedź na pytanie — co jadły pierwotne czerwce, kiedy żyły w ściółce leśnej. Owady te są dla nas tak jednoznacznie pasożytami roślin kwiatowych, że nie potrafimy sobie wyobrazić, aby mogło być kiedykolwiek inaczej. Jednak Buchner [1], na podstawie studiów endosymbiotycznych, doszedł do wniosku, że przodkami pluskwiaków równoskrzydłych (które obecnie odżywiają się wyłącznie sokami roślin) „powinny” być owady drapieżne.

Możemy więc założyć, że czerwce mogły pobierać jakieś płyny z powierzchni (np. spadź wydzielaną przez grzyby), z obumarłych, rozkładających się szczątków roślin, grzybów, ale i tkanek żywych. My i dzisiaj nie wiemy czym odżywiają się niektóre czerwce, np. *Ortheziola* lub *Newsteadia* (*Ortheziidae*). Żyją one w darni i ściółce, i choć zbierałem je wielokrotnie, nie zauważyłem, aby były do czegoś przyssane. Nie jest wykluczone, że grupa ta ciągle kontynuuje obyczaje swoich przodków.

Inklinacja do gleby jest właściwa bardzo dużej części czerwców. W wielu przypadkach nie ma wątpliwości, że podziemny tryb życia jest wtórny, być może jednak niektóre grupy, jak choćby wyżej wspomniane, spędziły całą swoją historię w środowisku glebowym.

WIĘC NIE SKUTEK, ALE PRZYCZYNA

Powiedzieliśmy, że w dotychczasowej interpretacji filogenezy czerwców zakładano istnienie tylko jednego czynnika stymulującego ewolucję tej grupy owadów — przystosowanie do pasożytowania na roślinach kwiatowych. Wynikiem tej adaptacji miał być, między innymi, osiadły tryb życia i utrata skrzydeł przez samice. Wykazaliśmy, że interpretacja ta nie wyjaśnia wszystkich wątpliwości, w niektórych punktach nie zgadza się z faktami, lub też jest sprzeczna w obrębie własnych twierdzeń.

Alternatywna hipoteza, niestety bardziej złożona, zakłada istnienie dwu trendów ewolucyjnych w kolejnych etapach filogenezy czerwców: przystosowania do środowiska ziemnego i do pasożytowania na roślinach kwiatowych. W pierwszym etapie samice utraciły skrzydła, a samce stały się efemeryczne. Z tymi obciążeniami czerwce podjęły karierę pasożytniczą. Bezskrzydłość samic zdeteterminowała osiadły tryb życia i wykształcenie systemów obronnych; nie było wyboru. Zdegenerowane samce musiały być zastąpione modyfikacjami systemów chromosomowych. Tu też nie było wyboru, bo utrata skrzydeł jak i narządów gębowych są nieodwracalne.

I ta nowa hipoteza nie wyjaśnia wszystkich wątpliwości, ale więcej niż poprzednia. Być może, w przyszłości ktoś wykaże, że pierwszy etap ewolucji czerwców odbył się na jakiejś małej wyspie, i dlatego utraciły one skrzydła.

LITERATURA

- [1] Buchner P. — *Endosymbiosis of animals with plant microorganisms*. New York-London-Sydney, 1965.
- [2] Dancig E. M. — *Kokcidy Dalnego Wostoka SSSR (Homoptera, Coccinea)*. Leningrad, 1980.
- [3] Hennig W. — *Insect phylogeny*. Chichester...Toronto, 1980.
- [4] Miller D. R., Kosztarab M. — *Recent advances in the study of scale insects*. Ann. Rev. Entomol. 1979.
- [5] Nur U. — *Evolution of unusual chromosome systems in scale insects (Homoptera: Coccoidea)*. W: Insect Cytogenetics. London, 1980.
- [6] Pesson P. — *Ordre des Homopteres*, W: Grassé P. P. — *Traité de Zoologie*. t. X. Paris, 1951.

IZABELA WILPISZEWSKA

Zakład Ekologii Roślin
Instytut Ekologii PAN
Dziekanów Leśny k. Warszawy

ANTROPOGENICZNE PROCESY ZASALANIA GLEB A USZKODZENIA I ZABURZENIA FIZJOLOGICZNE ROŚLIN

WSTĘP

Człowiek, oddziałując na większość procesów zachodzących w przyrodzie, przeobraża ją. Jednakże niektóre przejawy działalności człowieka przynoszą ujemne skutki zamiast zamierzonych korzystnych efektów. Jaskrawym tego przykładem są między innymi antropogeniczne procesy zasalania wód powierzchniowych oraz gleb. Jest to nieuchronna konsekwencja rozwoju przemysłu i rolnictwa. Chodzi jednak o to, aby wszelka ingerencja w sprawy przyrody była poprzedzona głęboką analizą i aby doraźne korzyści nie przesłaniały najbardziej nawet odległych następstw. Dlatego też katastroficzne prognozy niektórych badaczy mają znaczenie szczególne, bo choć trochę wyolbrzymiają grożące ludzkości niebezpieczeństwa, to jednak przekonują nas o randze problemów ochrony środowiska i po prostu zmuszają do przemyśleń i refleksji.

Tego typu niepokojącą wizję przedstawił m. in. K. Fischbeck — profesor uniwersytetu w Heidelbergu [podaje za 20], wg którego światu grozi powszechne zasolenie wód przez słone wody kopalniane i ścieki przemysłowe. W celu uniknięcia takiej sytuacji proponuje on budowę specjalnych rurociągów i kanałów do odprowadzania słonych ścieków do morza lub tworzenie słonych jezior w głębi lądu. Na szczęście do tego, aby ten pesymistyczny obraz urzeczywistnił się, jest jeszcze daleko; ale już dziś istnieje sporo przykładów na to, że o ile człowiek nie będzie postępował rozsądniej i poważniej, to prognozy tego rodzaju będą coraz bliższe spełnienia. Alarmującym sygnałem ostrzegawczym są przykładowo niektóre regiony przemysłowe: w ZSRR — Zagłębie Donieckie i Krzyworskie, a w Polsce — Górnośląski Okręg Przemysłowy oraz kujawski region przemysłu solnego i sodowego [20, 42, 43, 45, 51].

KONCEPCJA ZRÓWNOWAŻONEGO BILANSU SOLI ZAWARTYCH W GLEBIE

Koncepcja ta [34] odnosi się do agrocenoz, tym niemniej warta jest omówienia, gdyż stanowi jedną z nielicznych prób wyznaczenia dopuszczal-

nych granic ingerencji człowieka w prawa przyrody. Autorzy ujmują ją w formie następującego wzoru:

$$Sp + Si + Sr + Sd + Sf = Sdw + Sc + Sppt$$

gdzie: *Sp* — sole jakie dostają się do gleby wraz z opadami atmosferycznymi, *Si* — sole wprowadzane do gleby wraz z wodą używaną do nawadniania terenu (irygacji), *Sr* — sole powstałe w wyniku mineralizacji biomasy, *Sd* — sole dostające się do roztworu glebowego w wyniku rozpuszczania i wietrzenia minerałów glebowych, *Sf* — sole wprowadzone do gleby wraz z nawozami, *Sdw* — sole zawarte w wodzie usuwanej podczas osuszania-drenażu terenu, *Sc* — sole pobierane przez uprawy polne, *Sppt* — sole wytrącające się w osad.

Znane są liczne przypadki gdy równowaga ta zostaje zachwiana przez niewspółmierne zwiększenie jednego z parametrów (np. używanie do irygacji wody zbyt zasobnej w sole, itp.). Działalność człowieka nie ogranicza się jednak tylko do rolnictwa, do zasolenia gleb mogą doprowadzić i inne przejawy jego aktywności.

PRZYCZYNY ANTROPOGENICZNEGO ZASOLENIA GLEB

Na podstawie licznych, opisanych w literaturze, sytuacji można stwierdzić, że człowiek wprowadza do gleby toksyczny nadmiar soli poprzez:

- nieumiejętne nawadnianie gleb uprawianych rolniczo (zwłaszcza w warunkach klimatu suchego),
- zbyt intensywne nawożenie gleb uprawnych,
- nadmierne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin,
- zadymianie i zapylenie atmosfery (zwłaszcza na terenach przemysłowych),
- użytkowanie solanek i złoża soli,
- odprowadzanie ścieków przemysłowych i wód kopalnianych w sposób niekontrolowany,
- stosowanie substancji chemicznych celem zlikwidowania śliskości zimowej na ulicach dużych miast.

IRYGACJA GLEB UPRAWIANYCH ROLNICZO

W skali globu ziemskiego do najpoważniejszych następstw doprowadza nieprzemyślana irygacja gleb uprawianych rolniczo. Proces degradacji gleb sztucznie nawadnianych doprowadził w niektórych regionach do całkowitego zniszczenia gleb, nie licząc strat poniesionych w zakresie nakładów finansowych na budowę dróg, urządzeń irygacyjnych, zabudowań gospodarczych itp. Zabiegi irygacyjne przeprowadzane są w 103 krajach na świecie. Obszar nawadnianych ziem wynosi ogółem 203 mln ha, przy czym 25% tej powierzchni (tj. około 50 mln ha) uległo zasoleniu w wyniku zastosowania niewłaściwych metod [34]. Zasolenie tą drogą jest możliwe [9, 16, 17, 32, 34] jeżeli:

- do nawodnienia używa się wody zbyt zasobnej w sole;
- do nawadniania stosuje się za dużą ilość wody, skutkiem czego podnosi się poziom zasolonej wody gruntowej i odbywa się kapilarne podsiąkanie do powierzchni gleby;
- podłoże jest mało przepuszczalne dla wody stosowanej do przemywania i nawadniania gleby, w związku z czym może dojść do zabagnienia i wtórnego zasolenia (zwłaszcza latem).

W Polsce do nawadniania dopuszcza się wody o zawartości do 400 mg/l chlorków, 250 mg/l siarczanów oraz 80 mg/l jonów sodowych [20], a w krajach mało rozwiniętych stosuje się w tym celu wodę o zasoleniu 1000 mg/l, a nawet czasami 2000 mg/l. Trzeba przy tym pamiętać, że istnieją rośliny uprawne szczególnie wrażliwe na dany jon (np. tytoń i owoce cytrusowe są szczególnie wrażliwe na jon Cl^-). I tak, w Izraelu przestrzegane jest, aby stężenie chlorków w wodzie używanej do nawadniania plantacji owoców cytrusowych nie przekraczało 170 mg/l [20].

Stosunkowo niedawno stwierdzono, że silne zasolenie wody nie musi być koniecznie szkodliwe pod warunkiem, że zostanie utrzymany na optymalnym poziomie stosunek jonów Na^+ do K^+ [12]. „Soląc” zatem słoną wodę uzyskuje się dużo lepszą tolerancję niektórych roślin na duże stężenie soli. Tym sposobem ryż we Włoszech może znosić stężenie 6000 ppm Na. Równie zachęcające rezultaty uzyskano w Izraelu przy nawadnianiu orzeszków ziemnych (*Arachis*) i buraków cukrowych. Otwiera to zdumiewającą możliwość nawadniania gleby wodą morską [12].

Obok innych, wymienionych już przyczyn niepomyślnego zakończenia zabiegów irygacyjnych, istnieje jeszcze jedna zupełnie nieoczekiwana, a mianowicie: na polach sztucznie nawadnianych ulega znacznemu zwiększeniu parowanie i transpiracja. Podczas gdy, w naturalnych ekosystemach pustynnych i półpustynnych parowanie i transpiracja nie przekracza 100-200 mm/rok [29], to na polach sztucznie nawadnianych w strefach klimatu suchego wynosi ona aż: w ZSRR do 1500-2000 mm/rok, w północnej Afryce — 1500-6000 mm/rok. Tak duża ewaporacja doprowadza do szybkiego wzrostu koncentracji soli w glebie, pomimo że do irygacji używa się wód o małym stopniu zasolenia.

Straty w plonach na glebach częściowo zasolonych dochodzą do 40-60%. Wzrost plonów widoczny w pierwszych latach na polach sztucznie nawadnianych z czasem maleje, a nawet zanika [29].

INTENSYWNE NAWOŻENIE MINERALNE ORAZ STOSOWANIE CHEMICZNYCH ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Do zasolenia gleb może niekiedy dojść przy intensywnym nawożeniu oraz wprowadzaniu do podłoża środków ochrony roślin (herbicydy, insektycydy, fungicydy i inne). W naszym kraju w roku 1962 zużycie nawozów mineralnych w przeliczeniu na czyste składniki wynosiło 51,9 kg na hektar,

w roku 1970 124 kg/ha, podczas gdy w innych państwach o podobnej strukturze rolnej i warunkach klimatycznych było ono dużo większe: w NRD — 196 kg/ha, a w RFN — 275 kg/ha w roku 1960 [20]. W kolejnych latach nastąpił dalszy wzrost zużycia nawozów, a wg prognoz potrzeb nawozowych rolnictwa do roku 1990 będzie postępowała dalsza intensyfikacja nawożenia i zużycie NPK na 1 ha wyniesie wówczas 280,0 kg [42]. Zakłada się również przejście, w większym zakresie, na nawozy typu siarczanowego, gdyż wiele roślin reaguje ujemnie na jony chlorkowe, a poza tym jony te przechodzą prawie całkowicie do wód powierzchniowych, podczas gdy jony siarczanowe tylko w 40-60% [20]. Jakkolwiek zwiększające się wciąż użytkowanie nawozów mineralnych jest zjawiskiem pozytywnym — to jednak trzeba pamiętać, że zarówno intensywne nawożenie jak i stosowanie chemicznych środków ochrony roślin może się w niektórych przypadkach obrócić przeciwko człowiekowi [20, 38].

ZADYMIANIE I ZAPYLANIE ATMOSFERY

Na terenie Polski największym problemem są gleby zasolone w wyniku działalności przemysłu. Obszar chemicznie skażonych gleb obejmuje ponad 1 mln ha [33]. Sama emisja przemysłowa siarki w ilości około 2,5 mln ton SO_2 /rok daje średni opad 3,5 mln ton H_2SO_4 , czyli na jeden hektar polskiej gleby opada rocznie około 100 kg kwasu siarkowego. Natomiast pyłów opada średnio rocznie 0,5 tony na ha. Wiadomo jednak, iż mały zasięg pyłów wokół źródeł emisji powoduje ich zagęszczenie lokalne nawet i do 16 ton/1 ha gleby rocznie. Średnio na obszar całej Polski opada rocznie warstwa pyłów grubości około 8 cm. Regionem najbardziej zapyłonym jest obszar Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP). Dużo gleb na tym terenie zawiera tak duże stężenia soli mineralnych w roztworach, że ich naturalny charakter został całkowicie zmieniony. Wykazują one cechy gleb słonych, a niekiedy nawet gleb zbliżonych do sołońców [45]. Największe zasolenie występuje w glebach położonych w części centralnej GOP.

Zasadniczą rolę w przemysłowym skażeniu gleb rolniczych i leśnych pełnią następujące substancje [33]:

— zakwaszenie wywołują siarka i jej związki (SO_2 , SO_3 , H_2SO_4 , FeS_2 , H_2S);

— szkodliwą zasadowość powodują wprowadzane w nadmiarze pyły wapienne (Ca) oraz dolomitowe (Mg), ponadto związki sodu (głównie NaCl, Na_2SO_4 , Na_2CO_3) i amoniak (NH_3). Wzrost toksyczności gleb powodują związki cynku (Zn), ołowiu (Pb), miedzi (Cu), arsenu (As), fluoru (F), baru (Ba), rtęci (Hg) i innych. Skażenia mogą być spowodowane ropą naftową, olejami i innymi połączeniami organicznymi. Osobną rolę odgrywają wprowadzane do gleby substancje radioaktywne, np. rozpowszechniony stront (promieniotwórczy izotop strontu Sr^{90} rozprzestrzenia się z pyłami radioaktywnymi, powstającymi przy eksperymentach z wyzwalamieniem energii termojądrowej [29]).

UŻYTKOWANIE SOLANEK I ZŁOŻY SOLI

W wyniku eksploatacji solanek i warzenia soli powstały sztucznie zasolone siedliska. Bardzo szybko zostały one opanowane przez słonorośla. Tak stało się w otoczeniu tężni w Ciechocinku, gdzie wytworzyły się szczególnie bogate i rozległe płyty zbiorowisk halofilnych. Zasoleniu uległy również gleby wokół salin Wieliczki i Bochni [1].

ZASOLONE WODY KOPALNIANE ORAZ ODPROWADZANIE ŚCIEKÓW PRZEMYSŁOWYCH

Ogromne niebezpieczeństwo zasolenia siedliska kryje w sobie eksploatacja górnicza. W Polsce, źródłem zasolenia jest głównie górnictwo węglowe, szczególnie Rybnicki Okręg Węglowy oraz kopalnie siarki i w mniejszym stopniu miedzi [20]. Wody kopalniane powodują zasolenie wód powierzchniowych, a w konsekwencji i gleb. Tak zniweczono wartości lecznicze uzdrowiska Jastrzębie-Zdrój. Jak bardzo niepokojące jest to zjawisko niech świadczy fakt, iż na obszarze śląsko-krakowskim wody słodkie sięgały nie niżej niż 500-600 m, zaś eksploatacja kopalin np. węgla kamiennego zeszła do głębokości 1000 m [33]. Równie groźne jest zjawisko tzw. tąpnięć, w wyniku których zasolone głębokie wody kopalniane wydostają się na powierzchnię, powodując zasolenie gleb.

Nie można rozpatrywać zasolenia wód (a w konsekwencji i gleb) jako wyłączonej domeny górnictwa, gdyż znaczną rolę odgrywają tu ścieki przemysłowe. Często określa się to łącznie jako przemysłowo-górnické zagrożenie wód. Przykładowo przemysł śląski w roku 1970 odprowadził łącznie [33] ponad 360 tysięcy m³ ścieków na dobę, w tym 220 tys. zasolonych wód kopalnianych, 91 tys. ścieków przemysłowych oraz 46 tys. ścieków komunalnych. Skutkiem tego Odra i Wisła mają wody czasami bardziej zmineralizowane od wód Bałtyku tj. do 7 g/l.

Równie niekorzystnie podwyższone zasolenie wody stwierdzono w Noteci, a mianowicie stężenie soli od 8 do 11 g/l, wywołane głównie przez NaCl i CaCl₂. Do rzeki tej odprowadzały słone ścieki, znajdujące się w pobliżu Inowrocławskie Zakłady Sodowe w Mątwach [20, 51]. Spowodowało to zasolenie terenów przybrzeżnych, w wyniku czego na terenach tych zanikały wartościowe trawy, a pojawiały się słonorośla. Na zapleczu fabryki wzdłuż Noteci rozciągały się „białe morza” czyli osadniki słonych szlamów wapiennych, zajmujące około 120 ha powierzchni byłych użytków zielonych i ornych [52]. Silnie zasolona woda w rzece wpływała ujemnie na wydajność łąk i pastwisk położonych w jej dolinie. W dość dużej odległości od osadników stwierdzono znaczne zasolenie wód gruntowych, spływających w kierunku koryta rzeki. We wszystkich mniejszych i większych zagłębieniach w dolinie stagnowały słone zbiorniki wody, które po odparowaniu, w okresach suszy pozostawiały skorupy soli na powierzchni gleby. Zasolenie siedliska zaobserwowano również wzdłuż rzek i strumieni odprowadzających słone ścieki z zakładu kąpielowego w Busku.

STOSOWANIE SUBSTANCJI CHEMICZNYCH DO ZWALCZANIA ŚLISKOŚCI ZIMOWEJ
NA ULICACH DUŻYCH MIAST

Innym przykładem zasolenia gleb w wyniku antropopresji są gleby zasolone w wyniku stosowania substancji chemicznych do zwalczania śliskości zimowej na ulicach dużych miast. Problem ten wynikł w Polsce w latach powojennych, kiedy to wraz z rozwojem motoryzacji podjęto decyzję o posypywaniu ulic tylko środkami chemicznymi, a zaniechano stosowania w tym celu piasku i żużlu [14]. Początkowo wydawało się, że ta nowa metoda ma same niemal zalety (m. in. zmniejszyły się koszty). Wkrótce jednak zaobserwowano skutki negatywne w postaci uszkodzeń, głównie drzew w zieleni miejskiej. Sytuacja zaczęła być alarmująca. Podjęto badania. W latach 1954-55 gleby zieleńców warszawskich zawierały w roztworach NaCl i Na_2CO_3 , a w ich kompleksie sorpcyjnym nagromadzał się sól w ilościach 5-15,5% [31]. Zasorbowany Na wpływał ujemnie na właściwości fizyczne gleb: zwiększał bowiem nadmiernie stan dyspersji i zdolność pęcznienia, a zmniejszał przepuszczalność i podsiąklliwość wody. Ponadto zasorbowane kationy Na^+ wraz z zawartymi w roztworze glebowym spowodowały przesunięcie odczynu gleby w kierunku alkalicznym (nawet do pH 8,5). Stwierdzono, że wszystkie te zjawiska wpływały bardzo niekorzystnie na rośliny. Celem odsalania badanych gleb zalecono następujące zabiegi:

- gipsowanie gleb zieleńców przeciwdziałające tworzeniu się sody;
- intensywne polewanie wodą całej powierzchni zieleńców, mające na celu wymycie soli do warstw głębszych;
- wysiew roślin gromadzących w swych tkankach sole w dużych ilościach, a następnie usuwanie ich pod koniec okresu wegetacyjnego.

W 1955 r. wykonano analizy kontrolne i okazało się, że stan uległ znacznej poprawie tj. zawartość sody i NaCl w roztworze glebowym zmniejszyła się.

Analogiczne badania podjęto po 12 latach. W latach 1967-70 objęto nimi prawie wszystkie większe miasta w Polsce (Gdańsk, Gdynia, Toruń, Radom, Lublin, Kraków, Warszawa). Rokrocznie obserwowano tam uszkodzenia i wypadki usychania drzew na glebach zieleńców [5, 6, 7]. W zasadzie przyrodnicze warunki panujące w naszym kraju nie sprzyjają zasalaniu gleb, przeciwnie, sprzyjają one raczej wymywaniu zasad, a w konsekwencji zakwaszaniu gleby. Tym niemniej we wszystkich tych miastach zaobserwowano proces zasalania gleb, spowodowany powszechnym stosowaniem do odśnieżania chlorku sodu, a od 1969 r. mieszaniny NaCl i CaCl_2 (w stosunku 1:3). Intensywność tego procesu w poszczególnych miastach była różna. Ale zawsze w wyniku zachodzących przekształceń w glebie utrzymywał się niebezpieczny dla roślin, a także destrukcyjnie wpływający na strukturę gleby — poziom akumulacji Na w kompleksie sorpcyjnym (około 5%), a niekiedy był on przekraczany, co powodowało ostre uszkodzenia lub nawet wyginiecie roślin. Bardzo niekorzystnie wpływało na rośliny przesunięcie pH gleby w kierunku alkalicznym oraz zwiększona zawartość soli rozpuszczalnych. Przyjęto, że poziom $\text{Na}^+ = 0,15 \text{ me}/100 \text{ g}$ gleby, a $\text{Cl}^- = 0,10 \text{ me}/100 \text{ g}$ gleby, jest już patologiczny dla roślin. Stopień szkodliwości procesu zasolenia zależał od: właści-

ciwości podłoża tj. głównie składu mechanicznego gleby, uwilgotnienia gleby i rocznego rozkładu opadów atmosferycznych, ilości zastosowanych środków chemicznych oraz odporności poszczególnych gatunków roślin na zwiększone stężenie soli w siedlisku. W miarę zmniejszania się wilgotności gleb (miesiące letnie) koncentracja soli wzrastała do szkodliwej. Natomiast dostateczny zapas wody obserwowano na wiosnę (obfite opady, rozpuszczający się śnieg) oraz na jesieni (opady jesienne) i wtedy uszkodzenia roślin były mniej widoczne.

Roczny rozkład opadów atmosferycznych jest szczególnie ważny ze względu na to, że jon Cl^- nie jest sorbowany przez kompleks sorpcyjny gleby, a występuje w postaci łatwo rozpuszczalnych związków, a więc jest on wymywany w zależności od przepuszczalności podłoża i intensywności oraz częstotliwości opadów na różną głębokość. Gromadzi się najczęściej na głębokości 60-100 cm, czyli jeszcze w strefie penetracji korzeni roślin. Okazało się, że istnieje ścisła współzależność między zawartością Cl^- w glebach i liściach roślin, a nekrotycznym zamieraniem blaszek liściowych. Ustalono toksyczną granicę zawartości Cl^- , która wg Czerwińskiego [8] w suchej masie liścia wynosi:

- dla kasztanowców — 0,41% (a nawet czasami 0,28%),
- dla lip — 0,8%,
- dla klonów — 0,71%,
- dla jesionów — 0,7-0,8%.

Zjawisko to jest potęgowane tym, że rośliny pobierają chlor nieselektywnie. Ujemne oddziaływanie Cl^- nie ogranicza się tylko do porażenia liści drzew, lecz również stymuluje pośrednio rozwój chorób infekcyjnych (na zaschniętych gałązkach rozwijają się grzyby z rodzaju *Cytospora*). Udowodniona została również wprost proporcjonalna zależność między liczebnością przędziorków na lipach, a stopniem zasolenia gleb [19].

WEGETACJA ROŚLIN W WARUNKACH ZATRUCIA SOLAMI

USZKODZENIA ROŚLIN ORAZ ZABURZENIA FIZJOLOGICZNE

Rośliny rosnące w zasolonym środowisku nie potrafią się bronić przed nadmiernym pobieraniem soli. Jest to zjawisko nieuniknione. Nie da się ich przed tym uchronić, chociaż niektóre z nich (halofity) potrafią przestawić swój metabolizm w taki sposób, aby je neutralizować. Zdecydowana jednak większość roślin znosi bardzo źle nadmiar soli i powstają u nich poważne uszkodzenia i zaburzenia fizjologiczne. Uszkodzenia te, szczególnie jaskrawo widoczne przy nadmiarze chlorków, można wg Godzika i Piskornika [15] podzielić na:

1. Uszkodzenia fizjologiczne — są to przekształcenia liści niewidoczne gołym okiem, można je zauważyć dopiero przy pomocy mikroskopu. Objawiają się one np. zmianą wyglądu chloroplastów (organelli komórkowych najmniej odpornych na zasolenie), zwiększeniem objętości jądra i jąderka, itp., a także ogólnym zakłóceniem wielu procesów fizjologicznych oraz zwiększeniem się

wrażliwości na choroby. Powstają one pod wpływem nadmiaru soli nieznacznie tylko większego od tzw. stężenia granicznego.

2. Uszkodzenia ostre — są to nekrozy międzyżyłkowe lub brzeżne liści objawiające się żółknięciem i brunatnieniem liści. Są to z reguły zmiany nieodwracalne, w efekcie dochodzi do zamierania blaszek liściowych. Kolejnym etapem jest przedwczesne zrzucanie liści, igieł, zasychanie pędów i gałęzi. Ostatecznie prowadzi to do śmierci całej rośliny. Uszkodzenia tego typu są wywoływane przez bardzo duże stężenia soli, lub innych substancji toksycznych.

3. Uszkodzenia chroniczne — są to uszkodzenia pośrednie między uszkodzeniami ostrymi i fizjologicznymi, ujawniające się wystąpieniem na liściach chloroz i nekroz, zmniejszeniem ilości i wielkości liści, zmniejszeniem przyrostów pędów na grubość i długość, przesunięciem w czasie lub brakiem niektórych fenofaz, itp. Są to zmiany, albo częściowo odwracalne, albo nieodwracalne. Powstają one wskutek działania soli o stosunkowo małych stężeniach, przez długi czas.

Obserwowane żółknięcie liści spowodowane jest zmniejszeniem trwałości połączeń chlorofilu z białkami chloroplastów. Ten stan nekrobiozy ma charakter odwracalny [47]. Natomiast brunatnienie liści spowodowane jest tym, że w porażonych liściach tworzą się związki kompleksowe, powstałe z polifenoli i aminokwasów, przypominające swą budową huminy. Powstają one w wyniku zaburzeń w procesie syntezy i rozpadu białek [48].

Nie zawsze symptomy uszkodzeń są tak typowe; u niektórych gatunków roślin iglastych nekroza objawia się czerwienieniem igieł np. u świerka i daglezi [13]. Czasami następują zaburzenia w rozwoju pączków, które niekiedy zabarwiają się na czerwono [25]. Nekroza zakłóca normalny rozwój i wzrost liści, w związku z czym u niektórych drzew (np. kasztanowiec), powiększająca się żywa wewnętrzna część blaszki liściowej zwija się wzdłuż głównego nerwu na kształt łódeczki, co dodatkowo potęguje postępowanie choroby [4].

Na rozmiar uszkodzeń wpływa wiele czynników [3, 11], są to m. in.:

- rodzaj substancji fitotoksycznej,
- czas działania i wielkość stężenia bodźca wywołującego uszkodzenia,
- genetyczna i osobnicza wrażliwość rośliny,
- wiek i stadium rozwojowe rośliny,
- pory dnia i roku, w którym działa czynnik toksyczny,
- czynniki środowiskowe, takie jak klimat, gleba, geomorfologia terenu.

Mówiąc o wpływie soli na rośliny, trzeba odróżnić [24] osmotyczne działanie soli znajdujących się na zewnątrz rośliny (zjawisko suszy fizjologicznej) od bezpośredniego oddziaływania soli pobieranych przez roślinę, widocznego przede wszystkim w zakłóceniu jej procesów fizjologicznych i wywoływaniu zmian anatomiczno-morfologicznych.

W warunkach zasolonego siedliska [24, 48, 49] intensywność transpiracji zmniejsza się pod wpływem chlorków (stymuluje to rozwój cech sukulentnych), natomiast zwiększa się pod wpływem siarczanów i węglanów (zwłaszcza sole siarczanowe stymulują rozwój cech kseromorficznych). Poza tym maleje intensywność fotosyntezy, a także zmniejsza się zawartość chlorofilu i karo-

tenoidów. Inaczej przebiega pobieranie i metabolizm jonów, jak również zmienia się aktywność wielu enzymów. W warunkach dużego zasolenia zaobserwowano dysocjację kompleksów histonowych w jądrze komórkowym, co może prowadzić do patogenezy i deformacji organów generatywnych [49]. Zawsze występują zakłócenia wzrostu, które prowadzą do zmniejszenia produkcji. Bardzo często u roślin, w warunkach zasolenia, występuje karłowatość organów, zahamowanie kiełkowania, zmieniony zostaje cykl rozwojowy np. o wiele wcześniejsze kwitnienie [47]. U porażonych roślin często uszkodzony jest system korzeniowy [32]. Zasolenie powoduje również zmiany chromosomalne, heteroploidalność i poliploidalność. Istnieje hipoteza, że $3n$ (triploid) jest stanem najbardziej tolerancyjnym na zasolenie siedliska [48].

INDYWIDUALNE REAKCJE ROŚLIN

Problem odporności roślin na zasolenie jest bardzo złożony. Bardzo często przy zatruciu solami ujawniają się indywidualne właściwości roślin (zwłaszcza przy zasoleniu chlorkowym). Niekiedy przy takim samym stopniu zasolenia pojedyncze egzemplarze tego samego gatunku wykazują zadziwiającą odporność [47]. Stwierdzono przykładowo, że u osiki (*Populus tremula*) osobniki męskie znoszą większe zasolenie, tzn. rosną w pobliżu zasolonej powierzchni, w porównaniu z osobnikami żeńskimi, występującymi zdecydowanie dalej od epicentrum zasolenia. Jednak mechanizmy tego zjawiska nie są jeszcze poznane [48]. Z reguły gatunki „odporne” tylko z konieczności znoszą duże stężenia soli i to w zasadzie dzięki rozwojowi takiego systemu korzeniowego, który nie wchodziłby w kontakt z silnie zasolonymi warstwami gleby, a maksymalnie wykorzystywał odsolone zobojętnione czy obojętne warstwy [28]. Dlatego też osobniki młodsze, a zwłaszcza siewki o słabszym systemie korzeniowym są bardziej wrażliwe na nadmiar soli. Zostało stwierdzone, że tolerancja gatunku lub odmiany na sól zależy od stadium rozwoju rośliny [24, 36]. Przykładowo u jęczmienia w miarę jego wzrostu tolerancja ta wzrasta, podczas gdy u kukurydzy w fazie kiełkowania jest ona największa, a potem maleje. Ale mimo, że roślina „odporna” może rosnąć na znacznie zasolonych glebach, to jakość jej części, które się zbiera jako plon gospodarczy jest o wiele gorsza [36]. I tak np. zboża mogą niekiedy wyrastać i produkować zieloną masę we wspomnianych warunkach, ale nie mogą wówczas wytworzyć ziarna. Z kolei u buraka cukrowego przy silnym zasoleniu podłoża obniża się ilość cukrów w korzeniach.

ZASOLENIE SIEDLISKA A MIKROFLORA

Ilościowy skład mikroorganizmów zmienia się w zależności od stężenia i chemicznego składu soli w glebie, oraz od ilości i chemicznych właściwości wydzielin korzeniowych. Najbardziej odporne na sole są bakterie redukujące połączenia siarkowe. Stosunkowo duża zawartość soli w glebie stwarza sprzyjające warunki dla życiowej działalności tych organizmów. Mogą one być nazwane „halofitami” wśród mikroflory glebowej.

Przy takim samym stężeniu soli w glebie niektóre mikroorganizmy (promieniowce, grzyby z gatunku *Penicillium*, grzyby przetrwalnikowe) rozwijają się lepiej przy nadmiarze chlorków w stosunku do siarczanów, inne mikroorganizmy (*Azotobacter*, bakterie śluzowe, pleśnie) — przeciwnie — lepiej rozwijają się przy zasoleniu siarczanowym. Wynika stąd, że mikroorganizmy glebowe mogą być swoistymi bioindykatorami warunków siedliska [47].

GRANICE ODPORNOŚCI ROŚLIN NA ZASOLENIE SIEDLISKA

Czynione są próby określenia granic odporności roślin źle znoszących zasolone siedlisko. I tak np. Russell [36] określa ilościowo tę zależność, a mianowicie: gdy stężenie soli rozpuszczalnych w roztworze wynosi mniej niż 3000 ppm rośliny uprawne rosną bez przeszkód; gdy stężenie to wynosi około 5000 ppm możliwa jest vegetacja roślin uprawnych o dobrej tolerancji na sole, lecz i tak ich plon jest znacznie obniżony; gdy zaś stężenie to przekroczy 10000 ppm żadna z roślin uprawnych nie da w tych warunkach plonu.

W związku z tym można podzielić rośliny uprawne na 3 grupy [24, 36]:

1. Słabą wytrzymałością na zasolenie odznacza się większość warzyw, jak również drzewa owocowe łącznie z cytrusowymi.

2. Umiarkowana tolerancja charakteryzuje gatunki zbóż (z wyjątkiem jęczmienia), winorośl, oliwki, figi, ryż, sorgo, ziemniaki i lucernę.

3. Dużą wytrzymałość na zasolenie stwierdzono u bawełny, buraków pastewnych i cukrowych oraz jęczmienia. Prawie za halofit można uznać palmę daktylową.

SCHEMAT ZASOLENIA GLEB, ZWIĄZANE Z TYM PROCESEM REAKCJE ROŚLIN I MOŻLIWOŚĆ PROFILAKTYCZNEGO DZIAŁANIA CZŁOWIEKA

Po zapoznaniu się z obszerną literaturą związaną z problemem zasolenia nasunął mi się następujący schemat zasolenia gleby (rys. 1).

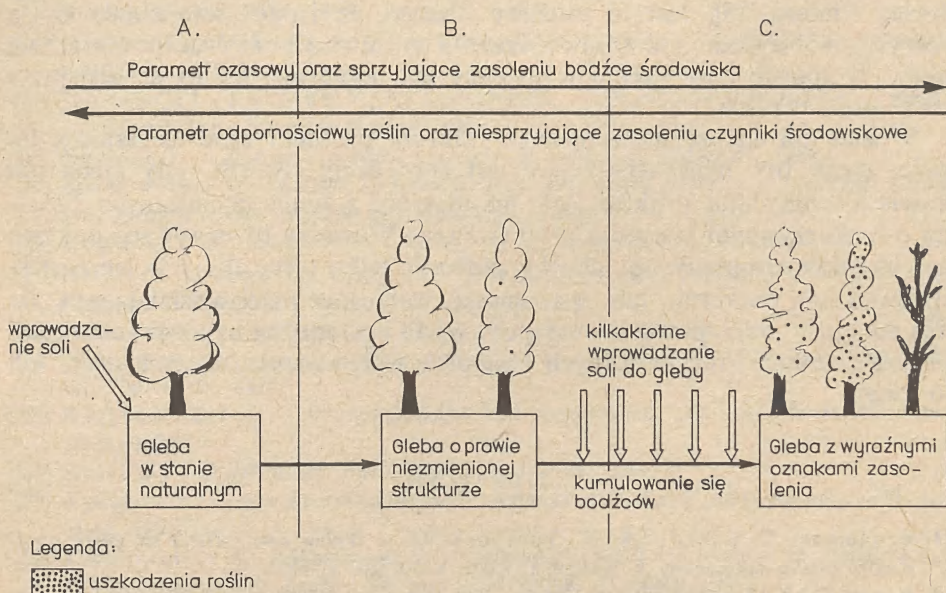
A. Po wprowadzeniu do gleby nadmiernych dawek substancji chemicznych (soli) brak jest natychmiastowej reakcji. Gleba jest układem homeostatycznym, przez pewien czas „broni się” zachowując równowagę biologiczną. W związku z tym nie obserwuje się wyraźnych symptomów świadczących o zasoleniu gleby tzn.:

- W glebie nie następuje wzrost wysycenia sodem kompleksu sorpcyjnego oraz w roztworze glebowym nie stwierdza się zwiększonej ilości soli rozpuszczalnych.
- Reakcje roślin: uszkodzeń w zasadzie nie odnotowuje się lub są one bardzo nieznaczne (co najwyżej fizjologiczne); wyjątek stanowią gatunki roślin szczególnie „uczulone” na zasolenie.

B. Po upływie pewnego czasu, mimo, że gleba ma prawie niezmienną strukturę, m. in. dzięki neutralizującemu działaniu Ca — zawartego w roztworze glebowym (w wyniku reakcji: $\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{Cl}^-$ lub $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ itp.), to jednak niektóre z analiz che-

micznych gleby świadczą o niekorzystnym kierunku przekształceń, tzn. następuje nieznaczny wzrost wysycenia sodem kompleksu sorpcyjnego i stwierdza się nieco zwiększoną ilość soli rozpuszczalnych w roztworze glebowym [4, 5, 6, 7, 8, 30]. Przy wnikliwej obserwacji roślin można również zauważyć pierwsze uszkodzenia, narazie jeszcze nie tak masowe.

C. W wyniku kumulowania się bodźców (kilkakrotne wprowadzanie środków chemicznych) lub też w wyniku wyjątkowo niesprzyjających warunków środowiska (np. długi okres suszy lub opanowanie roślin przez fitofagi itp.)



Rys. 1. Schemat zasolenia gleb

dochodzi do wyraźnych oznak zasolenia gleby oraz do poważnych uszkodzeń roślin. Analizy gleby są alarmujące, a uszkodzenia roślin bardzo masowe, rozległe i zwykle nieodwracalne. Bardzo często ostatecznym efektem jest całkowita degradacja gleb oraz śmierć roślin.

Parametr czasowy oraz sprzyjające zasoleniu bodźce środowiska. W miarę upływu czasu uszkodzenia roślin oraz degradacja gleby są coraz bardziej widoczne. Sprzyjają temu takie czynniki jak np. długotrwała susza, gorący i suchy klimat etc.

Parametr odpornościowy roślin. Przeciwdziała on zatruciu roślin. Poszczególne gatunki roślin są w różnym stopniu wrażliwe na nadmiar soli, czasami są „uczulone” zwłaszcza na jeden rodzaj soli. Poza tym nasilenie się uszkodzeń zależne jest od „kondycji” rośliny w momencie zadziałania nadmiaru soli i później w czasie jego trwania oraz od etapu rozwoju rośliny i od jej uwarunkowań osobniczych i genetycznych.

Niesprzyjające bodźce środowiska. Niekiedy przeciwdziałają zasoleniu np. czynniki klimatyczne (deszcze o bardzo dużym nasileniu i częstotliwości itp.).

Zazwyczaj wcześniejsze symptomy zasolenia występują w glebie, a potem dopiero ujawniają się w formie uszkodzeń u roślin. Wyjątek stanowią tu przypadki zasolenia gleb pyłami przemysłowymi. Wówczas mamy zwykle do czynienia od razu z etapem ostatnim (C) lub rzadziej etapem drugim (B) — ale i wtedy oznaki zasolenia gleby oraz uszkodzenia roślin są prawie równoczesne, a nawet wcześniejsze u roślin (np. gdy działają substancje wyjątkowo toksyczne np. SO_2). Również czasami u drzew, rosnących tuż przy jezdni, stwierdzano objawy uszkodzeń bez wystąpienia alarmujących sygnałów w analizach próbek glebowych (po zastosowaniu nadmiaru soli w walce ze ślizgawicą zimową) [5]. Jest to możliwe dlatego, że jadące samochody mogą podrywać sól z jezdni i w formie aerozolu może ona pokrywać powierzchnię drzew, w sposób bezpośredni wywołując ich porażenie. Są to jednak przypadki dość rzadkie.

Wydaje mi się, że momentem, w którym profilaktyczne działanie człowieka może być najefektywniejsze jest etap drugi (B) tzn. gdy gleba ma prawie niezmienioną strukturę, ale już niektóre z analiz chemicznych świadczą o niekorzystnym kierunku przekształceń. Wówczas to nawet stosunkowo małym nakładem pracy (np. choćby zadbanie tylko o to, aby sole nie zostały wprowadzone ponownie lub zastosowanie zabiegów przeciwdziałających, takich jak gipsowanie, przemywanie gleby wodą itp.) można uzyskać „cofnięcie” lub „zatrzymanie” niekorzystnych następstw wprowadzenia dużych ilości soli do gleby.

LITERATURA

- [1] Brogowski Z., Czerwiński Z., Tuszyński M. — *Wpływ emisji NaCl na gleby i roślinność okolic żupy solnej w Wieliczce*. Roczn. Gleb. 26, 3, 1975.
- [2] Buchwald K., Engelhardt W. (oprac. Obmiński Z.) — *Kształtowanie krajobrazu a ochrona przyrody*. PWRiL, Warszawa, 1975.
- [3] de Cormis L. — *Zanieczyszczenia atmosfery a roślinność*. Ochr. Powietrza 5/19: 10-13, 1970.
- [4] Czerwiński Z. — *Wpływ związków chemicznych stosowanych do odśnieżania na roślinność przyuliczną w Warszawie*. Ogrodnictwo 10: 296-300, 1970.
- [5] Czerwiński Z. — *Wpływ stosowania związków chemicznych do odśnieżania ulic na właściwości chemiczne gleb zieleńców Warszawy, Gdańska, Torunia, Gdyni, Radomia oraz na vegetację drzew*. Sprawozdanie za rok 1971, Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej SGGW-AR w Warszawie, 1971.
- [6] Czerwiński Z. — *Wrażliwość lipy (Tilia cordata) na stężenie NaCl w glebie*. Sprawozdanie, Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej SGGW-AR w Warszawie, 1971.
- [7] Czerwiński Z. — *Wpływ zasolenia gleby na drzewa uliczne*. Materiały z Sympozjum nt. „Problemy pielęgnacji i ochrony drzew w aglomeracjach miejskich i obiektach zabytkowych”. Łańcut, 1973.
- [8] Czerwiński Z. — *Wpływ chemicznej technologii odśnieżania ulic na gleby i roślinność drzewiastą aglomeracji miejskich*. Zeszyty Naukowe SGGW-AR w Warszawie, Rozprawy Naukowe 104, 1978.
- [9] Darab K. — *Wtórniczoje zasolienije oroszajemych počv viengierskoj nizmiennosti*. Počvo-viedenje 11: 41-47, 1955.
- [10] Dobrzański B., Czerwiński Z., Borek S., Kępka M., Majsterkiewicz T. —

- Wpływ związków chemicznych stosowanych do odśnieżania na zasolenie gleb zieleńców Warszawy. Roczn. Gleb. 22: 59-74, 1971.
- [11] Dochinger L. S., Seliskar C. E. — *Air pollution and the chlorotic dwarf disease of eastern white pine*. Forest. Sci. nr 1: 46-55. Wg. Prz. nauk. Lit. rol. 1972. 18: 87, 1970.
- [12] Duvigneaud P. — *Biosfera jako środowisko człowieka*. PWRiL, Warszawa, 1975.
- [13] Evers F. — *Zur Ausbreitung von Streusalzschäden im Innern von Waldbeständen*. Forstarchiv. 12: 251-264, 1976.
- [14] Gedroń G. — *Technologia zwalczania śliskości na jezdniach ulic w okresie zimowym przy użyciu środków chemicznych*. Prz. inf. Inst. Gosp. Komunal, 120: 5-13, 1971.
- [15] Godzik S., Piskornik Z. — *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na rośliny (Cz. I)*. Wiad. Bot. 13: 239-248, 1969.
- [16] Greene H. — *Utilisation des terres salines. Étude agricole de la FAO.*, nr 3 Washington-Rome, 1948.
- [17] Jeļovskaja L., Konorovskij A., Savvinov D. — *Mierzlotnye zasolennye počvy centralnoj Jakutii*. Izd. „Nauka”, Moskwa, 1966.
- [18] Kaempff T. — *Znaczenie ochrony przyrody dla rolnictwa*. Warszawa, 1964.
- [19] Karkowska I. — *Porażenie lip i klonów przez przedziorki i mszyce w zależności od zasolenia gleby*. Pr. mgr. SGGW-AR, Warszawa, 1972.
- [20] Kępiński J., Chlubek N. — *Odsalanie mórz i oceanów*. WP, Warszawa, 1972.
- [21] Kirda C., Nielsen D., Bigger J. — *The combined effects of infiltration and redistribution on leaching*. Soil Sci. 117: 323-330, 1974.
- [22] Kleinkopf G., Wallace A., Cha J. — *Sodium relations in desert plants, 4. Some physiological responses of Atriplex confertifolia to different levels of sodium chloride*. Soil Sci. 120: 45-58, 1975.
- [23] Krapfenbauer A. — *Strassevegetation und Auftaumittel*. Obl. ges. Forstwesen nr 1. 23-39, 1976.
- [24] Kreeb K. — *Ekofizjologia roślin*. PWN, Warszawa, 1979.
- [25] Kreutzer K. — *Immisionsschaden durch Auftausalze in den Waldern*. Forstwiss. Obl. nr 1. 76-83, 1977.
- [26] Księżopolski K. — *Wpływ różnych koncentracji NaCl na właściwości chemiczne gleb pola doświadczalnego Łyczyn*. Pr. mgr. SGGW-AR, Warszawa, 1975.
- [27] Łukasiewicz A. — *Dobór drzew i krzewów oraz bylin dla m. Poznania (Cz. I — Drzewa)*. Wiad. Bot. 17, 4, 1973.
- [28] Migunova E. — *Sravnitel'naja ocenka solevynoslivosti dierev'jev i kustarnikov*. Lesoviedeniye 3: 50-56, 1976.
- [29] Michajłow W., Zabierowski K. (red.) — *Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego*. PAN Zakład Ochrony Przyrody, PWN, Warszawa-Kraków, 1978.
- [30] Molski B., Sitarski M. — *Wpływ środków chemicznych stosowanych do zwalczania śliskości zimowej na roślinność drzewiastą oraz próby przeciwdziałania skutkom zasolenia*. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej 28 I 1978 r. nt. „Warunki rozwoju drzew i ich fauny w Warszawie”. Wydawnictwo PAN, 1979.
- [31] Musierowicz A., Skoruska T., Król H. — *Zagadnienie odsalania gleb zieleńców warszawskich*. Roczn. Gleb. 6: 193-203, 1957.
- [32] Musierowicz A. — *Gleboznawstwo szczegółowe*. PWRiL, Warszawa, 1958.
- [33] Myczkowski S. — *Człowiek-przyroda-cywilizacja. Kształtowanie zasobów przyrody oraz ochrona biosfery*. PWN, Warszawa, 1976.
- [34] Poljakoff-Mayber A., Gale J. (red.) — *Plants in saline environments*. Ecol. Stud. 15, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975.
- [35] Roth D., Wall G. — *Environmental effects of highway deicing salts*. J. Soil Water Conserv. 31: 71-73, 1976.
- [36] Russell E. W. — *Soil conditions and plant growth*. Wyd. 10, Longman, 1973.

- [37] Salisbury F., Ross C. — *Fizjologia roślin*. PWRiL, Warszawa, 1975.
- [38] Sandner H. — *O właściwe stosowanie pestycydów*. Przyr. pol. nr 10, 1973.
- [39] Sibiga J. — *Współczesne problemy zimowego oczyszczania dróg*. Motoryzacja 12: 320-323, 1972.
- [40] Sinha B., Singh N. — *Chloride accumulation neat corn root under different transpiration, soil, moisture and soil salinity regimes*. Agron. J. 68: 346-348, 1976.
- [41] Siuta J. — *Życie na glebach zasiarczanowanych*. Przyr. pol. R. XVI, nr 11/12, 1972.
- [42] Siuta J. — *Kształtowanie przyrodniczych warunków rolnictwa w Polsce. Degradacja i rekultywacja środowiska*. PWN, Warszawa, 1974.
- [43] Siuta J. — *Ochrona ziemi*. LSW, Warszawa, 1982.
- [44] Skalski J. — *Roślinność w miastach jest zagrożona*. Przyr. pol. R. XV, nr 1, 1971.
- [45] Skawina T. — *Procesy zniekształcania gleb w okręgach górniczych i przemysłowych*. Rocz. Gleb. 6: 131-148, 1958.
- [46] Sokołowski A. — *Chlorek sodu w odśnieżaniu szlaków komunikacyjnych*. Aura nr 1, 1978.
- [47] Strogonov B. — *Fizjologiczkie osnovy solieuostożivosti rastienij*. Akademia Nauk SSSR, Moskva, 1962.
- [48] Strogonov B. — *Struktura i funkcii kletok rastienij pri zasolenii*. Izd. „Nauka”, Moskva, 1970.
- [49] Strogonov B. — *Metabolizmy rastienij v uslovijach zasolenija*. Izd. „Nauka”, Moskva, 1973.
- [50] Szachov A. A. — *Soleustoujčivost rastenij*. Izd. Akad. Nauk SSSR, 1956.
- [51] Wilkoń-Michalska J. — *Łąki zasolone w dolinie Noteci na odcinku Mątwy-Nakło*. Rocz. Nauk rol. Ser. F, 72: 893-920, 1957.
- [52] Wilkoń-Michalska J. — *Struktura i dynamika populacji Salicornia patula Duval-Jouve*. UMK Rozprawy, Toruń, 1976.

IZABELA WILPISZEWSKA

Zakład Ekologii Roślin
Instytut Ekologii PAN

NATURALNE PROCESY ZASOLENIA GLEB I ZWIĄZANE Z NIMI SPOSOBY PRZYSTOSOWANIA ROŚLIN

ROZPRZESTRZENIENIE GLEB ZASOLONYCH W PRZYRODZIE

Na każdym kontynencie znajdują się bardziej lub mniej rozległe tereny zajęte przez gleby zasolone. Szczególnie licznie występują one w strefie pustynnej i stepowej. Ogółem zajmują one 25% powierzchni Ziemi [14, 18]. Na obszarach Średniej Azji powierzchnia gleb zasolonych i zabagnionych dochodzi do 89% [18]. Stopień rozprzestrzenienia gleb zasolonych obrazuje tabela 1. Trzeba jednak zaznaczyć, że podano w niej nie wszystkie znane tereny zasolone gdyż brak na ten temat dokładnych danych. I tak oprócz krajów wymienionych w tabeli, gleby zasolone występują jeszcze w: Chinach, Mongolii, Pakistanie, Birmie, Iranie, Turcji, Iraku, Egipcie, Maroku, Kana-dzie, Meksyku, Brazylii i Chile.

Tabela 1

Rozprzestrzenienie gleb zasolonych na świecie

Kraj	Powierzchnia w ha	Procent zasolonej powierzchni	Wg autorów
Australia	423 mln	55	Poljakoff-Mayber i Gale 1975 [14]
USA	234 mln	25	Poljakoff-Mayber i Gale 1975 [14]
Węgry	1 mln	10	Szabolcs 1971 [20]
ZSRR	75 mln	3,4	Poljakoff-Mayber i Gale 1975 [14]
Rumunia	400 tys.	1,6	Szabolcs 1971 [20]
Jugosławia	264 tys.	1,0	Szabolcs 1971 [20]
Indie	2,5 mln	0,8	Szabolcs 1964 [19]
Hiszpania	140 tys.	0,3	Szabolcs 1971 [20]
Bułgaria	25 tys.	0,2	Szabolcs 1971 [20]

W Polsce gleb zasolonych jest niewiele, tym niemniej możemy wyodrębnić 4 pasy naturalnego zasolenia: pas nadmorski, obszar solanek wielkopolsko-kujawskich, obszar dolnej Nidy oraz solanki podkarpackie [21].

GENEZA ZASOLENIA GLEB

SOLE WYWOŁUJĄCE PROCES ZASOLENIA GLEB

Zasolenie gleb w przeważającej większości przypadków spowodowane jest obecnością soli pochodzących od 3 kwasów: węglowego, siarkowego, solnego oraz 3 zasad: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaOH . Są to mianowicie [2]: Na_2CO_3 — tzw. soda, MgCO_3 , CaCO_3 , Na_2SO_4 , (często w formie uwodnionej tj. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), MgSO_4 , CaSO_4 (często w formie gipsu tj. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 oraz sole kwaśne — NaHCO_3 i $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Oprócz tego rzadziej można spotkać: sole kwasu azotowego tj. NaNO_3 i KNO_3 (mogące się gromadzić w dużych ilościach na terenach pustynnych), NaBr (w rejonach nadmorskich), sole kwasu borowego (H_3BO_3), np. boraks $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, w pobliżu czynnych i nieczynnych wulkanów oraz w rejonie solanek. W glebach występują i inne tego typu związki, ale w tak niewielkich ilościach, że nie wywołują widocznego zasolenia.

ŹRÓDŁA POCHODZENIA SOLI

Podsumowując liczne opracowania literaturowe można stwierdzić, że źródłem soli w glebie mogą być:

- związki powstające w wyniku wietrzenia skał,
- zasolona woda gruntowa o zmieniającym się poziomie,
- wpływ na powierzchnię słonych źródeł z warstw solonośnych,
- produkty wybuchów wulkanów,
- związki powstające w czasie mineralizacji organizmów żywych,
- woda morska lub oceaniczna rozpylana przez wiatr (tzw. przenoszenie eoliczne),
- opady atmosferyczne,
- działalność człowieka, który w sposób sztuczny wprowadza do gleby niekiedy bardzo duże ilości niektórych soli.

Jak wiadomo skały pod wpływem czynników zewnętrznych tzn. wody, temperatury, powietrza, wiatru, organizmów żywych ulegają wietrzeniu. Uwolnione w ten sposób elementy zachowują się różnie. Z jednych tworzy się piasek, inne dają początek glinom, jeszcze inne wchodzą w skład roztworów wodnych. Za najłatwiej wymywane składniki skał uznaje się [2]: Cl , S , Ca , Na , Mg , K ; i to właśnie z nich głównie powstają rozpuszczalne sole glebowe.

Sole mogą się ujawniać na powierzchni, gdy poziom wody gruntowej ulegnie nieoczekiwanemu podniesieniu np. na skutek trzęsienia ziemi, jak to miało miejsce w Bułgarii w 1928 roku, w wyniku czego zasoleniu uległy gleby w okolicy Burgas i Nowej Zagory [20]. Przyczyną zasolenia gleb mogą być także wyjścia z wnętrza Ziemi na powierzchnię — licznymi rozpadlinami i szczelinami — dawnych starych solanek, pozostałości dawno zanikłych mórz, jezior, lagun. W innych przypadkach do takich samych efektów prowadzi nagromadzanie się produktów wybuchu wulkanów.

Jeszcze innym źródłem soli w glebie są związki uwalniające się w wyniku

procesów mineralizacji organizmów żywych i tak rokrocznie w biologiczny obieg pierwiastków wchodzi znaczna ilość soli, rzędu kilkudziesięciu kg na 1 ha [3]. Do zasolenia gleb mogą się przyczyniać głęboko korzeniące się rośliny suchych i pustynnych stepów [12]. Rośliny te pobierają z warstw głębszych znaczną ilość rozpuszczalnych soli, a po mineralizacji resztek roślinnych związki te pozostają w górnych warstwach gleby i tam się nagromadzają.

Sole mogą się osadzać na powierzchni gleb w wyniku rozpylania przez wiatr słonej wody z oceanów, mórz i jezior. W pewnych przypadkach eoliczne zasolenie gleb może być dość znaczne (np. Australia), na ogół jednak proces ten ma ograniczone znaczenie lokalne [12].

Również wraz z deszczem spada rocznie pewna ilość soli, przykładowo 100 kg Cl/ha. Jest to szczególnie znaczące na obszarach kuli ziemskiej z wpływem klimatu morskiego [14].

GLÓWNE CZYNNIKI WARUNKUJĄCE PRZEBIEG PROCESU ZASOLENIA GLEB

GEOMORFOLOGIA TERENU

Od tego jakiego rodzaju jest skała macierzysta i na ile jest ona podatna na wietrzenie oraz jak wygląda rzeźba terenu zależy przebieg oraz nasilenie zjawisk zasolenia gleb na danym obszarze. Stwierdzono, że najbardziej sprzyja temu procesowi terytorium młodego wulkanizmu z nowszymi osadami pirogennymi, a także depresje i zagłębienia terenu z zahamowanym odpływem wody lub całkowicie bezodpływowe [19]. Do takich bezodpływowych miejsc należą liczne wklęsłości terenu, wielkie kotliny międzygórskie, rozległe płaszczyzny i niewystarczająco odwodnione równiny. Całkowita powierzchnia wszystkich wewnątrzkontynentalnych bezodpływowych obszarów na Ziemi wynosi 41 855 tys. km², tj. około czterokrotnie więcej niż powierzchnia Europy, a niewiele mniej niż powierzchnia Azji [2], a więc problem ten jest dużej rangi. Oczywiście, aby zasolenie wystąpiło na tych obszarach musi zaistnieć sytuacja, iż sole będą tam dopływać w zwiększonych ilościach.

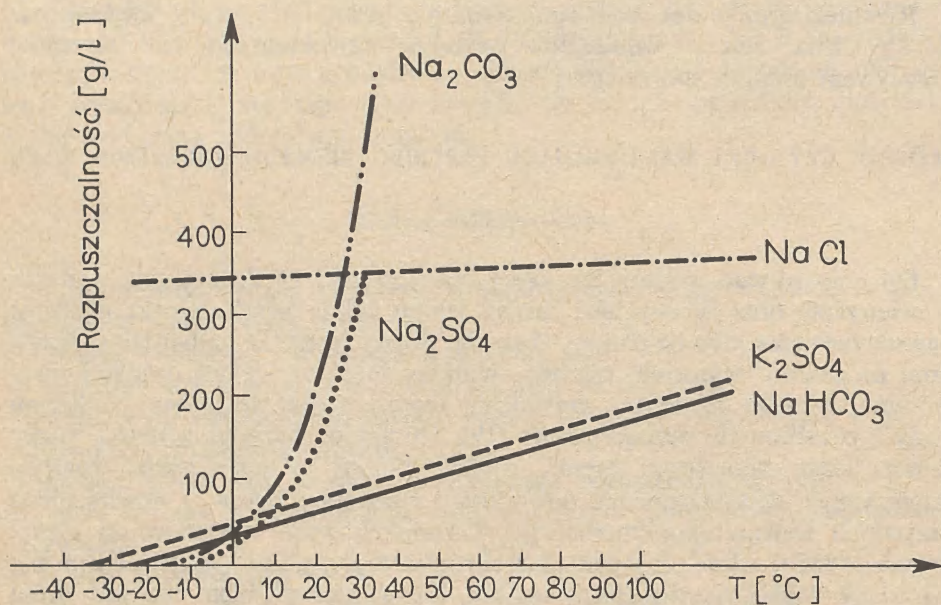
CZYNNIKI KLIMATYCZNE

Największe ilości rozpuszczalnych soli uwalniają się w wyniku wietrzenia skał. W rejonach o dużych opadach sole te są wymywane i wynoszone przez wody poza teren pierwotnego nagromadzania. Kiedy jednak parowanie przewyższa opady, ruchy wody w glebie są tak słabe, że nie przeciwdziałają dużym koncentracjom soli. Zasolenie znacznych obszarów gleb w gorących i suchych częściach globu ziemskiego to naturalny skutek wzrastającego niedoboru opadów przy równoczesnym silnym parowaniu [2, 17].

W warunkach klimatu wilgotnego nagromadzanie soli w sposób naturalny jest możliwe tylko w pobliżu solanek oraz w strefie brzegowej omywanej przez wodę morską. Należy przy tym podkreślić, że w klimacie bardzo wilgotnym rośliny łatwiej znoszą większe zasolenie niż w klimacie suchym,

co spowodowane jest większą transpiracją roślin w tym ostatnim [1, 2, 9].

Również w skali lokalnej czynniki klimatyczne decydują o przebiegu procesu zasolenia. Uwidacznia się to bardzo wyraźnie w fakcie, iż zasolenie wykazuje wyraźną dynamikę sezonową i przestrzenną [2, 19]. W gorących i suchych okresach roku woda wraz z rozpuszczonymi w niej solami wznosi się do góry, na powierzchni gleby paruje, natomiast sole krystalizują. W tym więc okresie nagromadzanie soli jest największe. Z kolei w czasie wilgotnych okresów, obfite opady (wiosna, jesień) przemywają glebę i sole przemieszczają się w dół. Dynamikę sezonową potęguje fakt ścisłego uzależnienia rozpuszczalności soli od temperatury. Obrazuje to zamieszczony wykres



Rys. 1. Zależność rozpuszczalności soli od temperatury (Szabolcs 1964) [19]

(rys. 1). Jak widać niektóre sole rozpuszczają się bardzo dobrze latem (w ciepłej wodzie), natomiast źle rozpuszczają się zimą. Cechy takie wykazują szczególnie dwie sole tj. Na_2CO_3 oraz Na_2SO_4 . Nagromadzone latem w roztworze glebowym w dużych ilościach, zimą wytrącają się w osad i nie mogą być wymyte przez opady do głębszych warstw (podczas gdy chlorki są wymywane). Należy więc oczekiwać, że zasolenie objawiające się obecnością Na_2CO_3 i Na_2SO_4 będzie się najwyraźniej ujawniać w rejonach o chłodnym klimacie (surowe, mroźne zimy).

POZIOM WÓD GRUNTOWYCH

Zasolenie związane jest ściśle z poziomem wód gruntowych [2]. Im bliżej powierzchni znajdują się wody gruntowe, tym szybciej i w większej ilości

mogą gromadzić się sole. Najaktywniej proces ten zachodzi, gdy wody gruntowe występują nie głębiej niż 1 m i mają charakter wody stojącej. Głębokość zalegania zasolonych wód gruntowych przy której zaczyna się szybkie zasolenie, nazwano „głębokością krytyczną”. Wg Jegorova (1954) zależy ona przede wszystkim od właściwości gleby:

— w glebach piaszczystych jest ona niewielka, ponieważ wysokość wznoszenia się wody w grubych kapilarach piasków jest nieduża;

— w glebach piaszczysto-gliniastych jest ona większa, wynosi 4-5 m, bo występują tam średnie kapilary przekazujące wodę na dużą wysokość i dostatecznie szybko;

— w glebach gliniastych głębokość ta może mieć mniejszą wartość, bo kapilary są cienkie, w wyniku czego przekaz wody jest bardzo powolny i utrudniony. Kapilarne wznoszenie się wody jest możliwe ze znacznych głębokości, ale gromadzenie soli w tym przypadku zachodzi na tyle wolno, że tylko w wyjątkowo sprzyjających warunkach i w czasie bardzo długiego okresu może wytworzyć się istotne zasolenie. Przeciwdziała temu przemysławające działanie wody z opadów atmosferycznych.

Poza tym głębokość zalegania wód wpływa na jakość zasolenia. Jeżeli głębokość jest niewielka, do powierzchni docierają wszystkie lub prawie wszystkie sole. Przy większej głębokości ruch wznoszący wód gruntowych zwalnia się. Część wody zdąży wyparować w podglebiu, pewna część zostaje pobrana przez rośliny, w efekcie niektóre sole wytrącają się. Najniżej wytrąca się CaCO_3 , trochę wyżej gips, a potem pozostałe sole wg ich rozpuszczalności (Na_2SO_4 , a za nim MgSO_4). Powierzchnię osiągają roztwory bogate w chlorki i azotany. Jeżeli poziom wód gruntowych obniży się (poniżej głębokości krytycznej), akumulacja soli w powierzchniowych warstwach zostanie przerwana i zacznie się powolny proces rozsolenia.

Należy zaznaczyć, że głębokość krytyczna zalegania wód gruntowych w znacznym stopniu jest uzależniona od klimatu, co określono następującym wzorem [3]:

$$x = 170 + 8t \pm 15$$

gdzie t — to średnia temperatura roczna dla danego regionu.

KLASYFIKACJA GLEB ZASOLONYCH

Od dawna próbowano klasyfikować gleby zasolone, ale do tej pory żadna z proponowanych klasyfikacji nie została zaaprobowana przez ogół badaczy. Dlatego też przedstawiam tu tylko przykładowo klasyfikację gleb zasolonych wg Jegorova [2]. Jako podstawę klasyfikacji przyjął on procentowy udział soli w masie gleby. Wyróżnił:

— sołńczaki, tzn. gleby, w których sole są w dużym nadmiarze, gdyż stanowią aż 2-3% masy gleby;

— gleby silnie zasolone — słończakowate i słończakowe, gdzie sole stanowią 1-2% masy gleby (Na stanowi 5-30% pojemności sorpcyjnej);

- gleby średnio zasolone — sole stanowią 0,5-1%;
- gleby słabo zasolone — sole stanowią 0,25-0,5%;
- gleby niezasolone lub bardzo słabo zasolone — sole są w ilościach poniżej 0,25%.

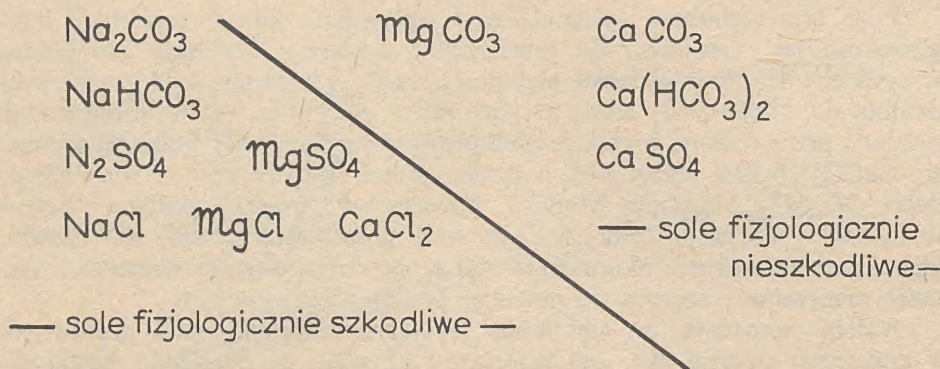
Oprócz tego wyodrębnił:

- sołonce — zasolone gleby w strefie suchych stepów (na glebach kasztanowych),
- takry — zasolone gleby pustyni.

WPLYW NADMIARU SOLI W GLEBIE NA ROŚLINY

SOLE FIZJOLOGICZNIE SZKODLIWE I NIESZKODLIWE

Sole występujące w glebie w dużych ilościach wpływają zazwyczaj ujemnie na rośliny. W związku z tym Jegorow [2] podzielił sole na 2 wyraźne grupy: sole fizjologicznie szkodliwe i sole fizjologicznie nieszkodliwe (rys. 2).



Rys. 2. Podział soli według ich szkodliwości fizjologicznej (Jegorow 1954) [2]

Za szczególnie niebezpieczne uważał Na_2CO_3 i NaHCO_3 , które już w niewielkich ilościach wyraźnie pogarszają stan gleby, ujemnie wpływają na rośliny. Silna toksyczność sody związana jest z tym, że zmienia ona pH roztworu glebowego na 9-10, co uniemożliwia roślinom pobieranie niektórych jonów.

ROZPUSZCZALNOŚĆ SOLI, A ICH TOKSYCZNOŚĆ

Sole fizjologicznie nieszkodliwe są bardzo mało lub mało rozpuszczalne w wodzie. Stosunkowo dobrze rozpuszczalny jest gips, który daje roztwór nasycony przy zawartości 5 g w 1 litrze wody.

W przeciwieństwie do nich, sole fizjologicznie szkodliwe są łatwo rozpuszczalne w wodzie. Przykładowo NaCl daje roztwór nasycony, gdy jest go w 1 litrze wody 300 g, a nawet więcej. MgCl_2 i CaCl_2 są jeszcze bardziej rozpuszczalne. Toksyczność dobrze rozpuszczalnych soli nie jest stała

i może się zmieniać w zależności od składu gleby i od gatunku rośliny na jaki oddziałuje. Jeżeli przyjmiemy umownie [2] szkodliwość Na_2SO_4 dla roślin za 1, to toksyczność NaHCO_3 będzie 3 razy większa, MgSO_4 oraz MgCl_2 i KCl — 3-5 razy, NaCl — 5-6 razy, natomiast Na_2CO_3 do 10 razy. Wymienione tu zależności odnoszą się do roztworu każdej soli z osobna. Te poglądy [2] wydają się niekiedy dosyć kontrowersyjne. Rezultaty licznych badań wykazały, że w warunkach równego ciśnienia osmotycznego NaCl okazał się dla wielu roślin mniej szkodliwy w porównaniu z Na_2SO_4 . Dlatego też szeroko rozpowszechnione przekonanie, że sole chlorkowe wykazują o wiele silniejsze działanie toksyczne w porównaniu z siarczanami, jest w wielu przypadkach błędne [18].

ANTAGONIZM SOLI

W przyrodzie mamy zwykle do czynienia z mieszaniną soli, a wtedy wyżej wspomniane relacje zmieniają się radykalnie. Toksyczność niektórych soli zmniejsza się nieraz dziesiątki razy. Neutralizacja jednych soli przez inne określana jest jako antagonizm. Od dawna uważa się, że jon Ca^{++} wpływa polepszająco na wzrost roślin w warunkach zasolenia. Efekt ten wywołany jest między innymi tym, że jon Ca^{++} zapobiega pobieraniu toksycznego Na^+ , a działa stymulująco na pobieranie innych jonów (np. K^+) oraz działa koagulująco na glebę [14]. Obecność CaCO_3 w glebie zmniejsza szkodliwe działanie innych soli, a zwłaszcza prawie całkowicie niweluje szkodliwość soli magnezowych [2]. Z kolei w obecności nawet niewielkich ilości CaSO_4 np. lucerna wytrzymuje 300-krotnie większe stężenie MgSO_4 niż przy braku tej soli. Natomiast Na_2SO_4 występujący w dużych stężeniach powoduje wytrącanie Na_2CO_3 oraz NaHCO_3 [19].

ZASOLENIE GLEBY A ROŚLINNOŚĆ

Znany jest fakt, że to właśnie roślina jest bezpośrednim wskaźnikiem warunków glebowych, obrazującym pewną wypadkową zmieniających się stale czynników. Podczas gdy badania i analizy glebowe odzwierciedlają sto-

Tabela 2

Zawartość soli w glebie a roślinność wg Lercha (1976) [9]

Zasolenie gleby	Roślinność
Bardzo duże (ponad 12‰)	brak
Duże (3-12‰)	jednoroczne halofity, zwykle jeden gatunek
Średnie (1-3‰)	ubogie w gatunki zespoły słonorośli nadbrzeżnych, trwale trawy kępkowe
Małe (0,2-1‰)	bogate w gatunki słone łąki tzw. słonawy (zwykle wypasane i uprawiane)

sunki aktualne tzn. istniejące w momencie pobrania próbk. Wspomnianą tu relację można prześledzić również w odniesieniu do bardzo zmiennego parametru jakim jest zasolenie gleby. Przedstawia to zamieszczona tabela 2.

W zależności od stopnia tolerancji zawartości soli w glebie można podzielić rośliny wg Wilkoń-Michalskiej [22], Szafera i Zarzyckiego [21] i Piotrowskiej [13] na:

— Halofity (słonorośla) obligatoryczne, występujące wyłącznie na glebach słonych. Są nimi takie gatunki jak: *Salicornia herbacea*, *Aster tripolium*, *Glaux maritima*.

— Halofity (słonorośla) fakultatywne, czyli gatunki preferencyjne, uzyskujące optimum rozwoju na terenach zasolonych, ale występujące również, choć rzadko, na siedliskach o słabym zasoleniu. Można tu zaliczyć: *Puccinellia distans*, *Lotus tenuifolius*, *Lotus siliculosus*.

— Rośliny subhalofilne, wykazujące słabe tylko przywiązanie do solnisk, np. *Carex distans*, *Trifolium fragiferum*, *Schoenoplectus tabernaemontani*.

— Rośliny euryhaliczne, „przypisane” w zasadzie do gleb niezasolonych, ale czasami przechodzące na sąsiadujące z nimi gleby zasolone. Można wśród nich wyodrębnić:

- gatunki indyferentne, tzn. obojętne, znoszące bez większej szkody zasolenie gleby i wykazujące na solniskach pełną żywotność;
- gatunki akcydentalne = przypadkowe, tzw. glikofity, dla których obecność nadmiaru soli w glebie jest wyraźnie szkodliwa.

Skład roślinności solniskowej zależy przede wszystkim od stężenia soli w roztworze glebowym. Im większa jest ich zawartość, tym uboższa jest flora i tym wyraźniejsza przewaga halofitów nad pozostałymi gatunkami.

Bardzo często na zasolonych terenach obserwuje się strefowość (zonację) zbiorowisk słonorośli. Strefy te uszeregowane są albo równolegle do brzegu zbiornika słonej wody, albo koncentrycznie wokół jej źródła z wykwittem soli. Poszczególne gatunki roślin sygnalizują zmniejszającą się zawartość soli wraz ze zwiększeniem się odległości od epicentrum zasolenia [9].

SPOSOBY PRZYSTOSOWAŃ ROŚLIN DO ZASOLONEGO SIEDLISKA

To, że słonorośla tak doskonale potrafią wzrastać w warunkach, w których większość roślin ginie, uwarunkowane jest ich specjalnymi przystosowaniami ekofizjologicznymi. Muszą one przestawić metabolizm swoich komórek tak, aby możliwa była neutralizacja substancji toksycznych. Zmiana metabolizmu komórki odbija się na jej strukturze — następuje zwiększenie ilości DNA i RNA, oraz wzrost objętości jądra i jąderka.

Najważniejszym problemem halofitów jest gospodarka rozpuszczalnymi solami mineralnymi (przede wszystkim chlorkami). Znane są 2 typy gospodarki solami [5, 9, 21], a mianowicie: typ kumulacyjny i typ regulacyjny. Reprezentantami typu kumulacyjnego są między innymi: *Salicornia* i *Juncus Gerardi*. Rośliny te nie potrafią się bronić przeciwko znacznemu nagromadzeniu soli, które zwykle pod koniec okresu wegetacyjnego dochodzi do granic szkodliwych dla rośliny, doprowadzając do jej śmierci.

Większość halofitów może regulować stężenie soli w komórkach i wtedy mówimy o regulacyjnym typie gospodarki solami. Może się to odbywać albo poprzez wydzielanie nadwyżek soli albo poprzez wzmożone pobieranie wody. Rośliny wydzielają nadmiar soli za pomocą specjalnych gruczołów, umieszczonych najczęściej na powierzchni liści (np. *Glaux*, *Armeria*, *Statice*, *Tamarix*). Z kolei inne gatunki pozbywają się soli w kroplach gutacyjnych, stąd na ich liściach można zauważyć słone inkrustacje. Jeszcze inne wydzielają sole bezpośrednio przez naskórek albo poprzez korzenie (rośliny mangelowe).

Znaczny procent halofitów stanowią sukulenty o gruboszowatej budowie pędów, mające typową tkankę wodną oraz zmniejszoną powierzchnię liści aż do zupełnego ich zaniku (np. *Salicornia*). Dzięki tym cechom mogą one pobierać wodę w zwiększonych ilościach, co radykalnie neutralizuje duże stężenia soli. Powoduje to jednak, że z wiekiem wzrasta ich sukulencja, z drugiej zaś strony gwarantuje stosunkowo niskie stężenie soli w tkankach mimo ciągłego pobierania coraz nowych ich ilości. Ta tzw. halosukulentność jest w znacznym stopniu bodźcowana pobieraniem i gromadzeniem chlorków [8]. Obok chlorko-halofitów wyróżniamy siarczano-halofity gromadzące w swych tkankach na równi z chlorkami siarczany. U roślin tych rozwija się w pewnym stopniu halokseromorficzność. W przeciwieństwie do glikofitów — halofitom pobieranie wody z silnie stężonych zasolonych roztworów nie sprawia żadnych trudności, gdyż w ich tkankach panuje wysokie ciśnienie osmotyczne i ich korzenie mają wielką siłę ssącą. Istnieje wśród nich grupa roślin, których korzenie odznaczają się słabą absorpcją soli, a mimo to wielką siłą ssącą. Umożliwia to im nagromadzanie osmotycznie czynnych substancji organicznych (np. bylica — *Artemisia*) [5].

Na glebach słonych rośliny rosną głównie w czasie pory deszczowej, gdyż wtedy roztwór glebowy ulega rozcieńczeniu i sole są wymywane w dół. Korzystnym przystosowaniem do takiej sytuacji jest płytki system korzeniowy charakterystyczny dla wielu halofitów, gwarantujący wykorzystywanie najmniej stężonych roztworów z warstw powierzchniowych. Poza tym ułatwia on aerację w warunkach częstego przesycenia gleb słonych wodą (w niektórych porach roku).

W warunkach zasolenia kiełkowanie większości roślin jest zahamowane i duża jest śmiertelność siewek. W związku z tym u wielu halofitów, występujących na wybrzeżach morskich, rozwinęła się forma żyworództwa, polegająca na kiełkowaniu nasion przed odpadnięciem owoców od rośliny macierzystej [1].

Adaptacja roślin do zasolenia gleby jest głównie przystosowaniem fizjologicznym, wytworzonym w ciągu długiego czasu, wskutek czego rośliny przystosowały się lepiej do dużych stężeń tych soli, które pospolicie bardziej występują w przyrodzie.

OSIĄGNIĘCIA CZŁOWIEKA W UZDATNIANIU TERENÓW ZASOLONYCH

Gleby zasolone odznaczają się małą lub bardzo małą urodzajnością, a ich wykorzystanie w rolnictwie nastrocza wiele trudności. W większości

przypadków są one użytkowane jako pastwiska. Natomiast niektóre halofitowe rośliny o bardzo dużej zawartości soli w tkankach stanowią po spaleniu surowiec wyjściowy do produkcji potażu (K_2CO_3) i sody (Na_2CO_3). Są to przede wszystkim rośliny sawann wschodniej Afryki, stepów i półpustyn ZSRR jak np.: drzewiasty krzew *Haloxylon* sp. oraz niektóre gatunki bylicy (*Artemisia*) [19]. Również międzyzwootnikowe lasy mangrowe tzw. namorzyny, zasiedlające zasolone bagna wybrzeży morskich są użytkowane gospodarczo, a mianowicie z kory niektórych gatunków otrzymuje się surowiec do produkcji taniny; poza tym w Afryce zachodniej i Zatoce Bengalskiej lasy mangrowe to główne źródło drewna opałowego, a w Afryce wschodniej drewno mangrowe jest też przeznaczone do budownictwa (np. w Somali) [14, 19].

Jednakże mimo wzmiankowanych powyżej pozytywnych przykładów wykorzystywania terenów zasolonych, są one powszechnie uznawane za prawie nieproduktywne. Nad sposobami przywracania wydajności terenom zasolonym pracuje wielu badaczy na całym świecie. W większości przypadków mogą się one stać ponownie wydajne w sensie ekonomicznym, jeżeli zapewni się im odpowiednią irygację (nawodnienie) oraz drenaż (odwodnienie) [3, 4, 14, 17]. Wiąże się to z eliminacją nadmiaru soli. W tym celu stosuje się bardzo intensywne przemywanie wierzchnich warstw gleby. Normowanie dawek wody niezbędnej do przemycia 1 ha gleb jest uzależnione m.in. od stopnia ich zasolenia. Im silniejsze jest zasolenie gleb, tym intensywniejsze musi być przemywanie [12]. Niekiedy potrzebne są tysiące m^3 wody na 1 ha — jak to ma miejsce np. w ZSRR na obszarze tzw. Głodnego Stepu w Turcji [7]. Metoda ta przynosi dobre efekty o ile gleba jest przepuszczalna, woda używana do nawodnienia jest mało zasobna w sole oraz zwierciadło zasolonej wody gruntowej znajduje się głęboko [3,4].

W przypadku gdy wody gruntowe są w niewielkiej odległości od powierzchni, odbywa się ich intensywne kapilarne wznoszenie, a następnie wytrącanie i kumulacja soli w wierzchniej warstwie gleby. Toteż aby przemywanie gleby przyniosło długotrwały efekt, a nie tylko tymczasową poprawę, należy radykalnie obniżyć poziom wód gruntowych (odpowiedni drenaż).

Rodzaj stosowanych zabiegów musi być skorelowany z rodzajem soli występujących na danym obszarze. Jeżeli sole zawierają w przewodzie wapń, to tworzy się wówczas przepuszczalny ił wapienny; co jest ze wszech miar korzystne. W regionach umiarkowanie zimnych wzrost zawartości wymiennego wapnia poprzez wyeliminowanie wymiennego wodoru (oraz Mg) uzyskuje się bardzo łatwo poprzez wapnowanie, tzn. dodawanie do gleby roźdzrobnionego wapnia lub innego analogicznego materiału [4]. W niektórych regionach pojawia się jednak dodatkowy problem tj. podnosi się proporcja sodu w ogólnej sumie zasad wymiennych, co jest niekorzystne, gdyż powoduje tworzenie nieprzepuszczalnego iłu sodowego. Celem zastąpienia sodu wapniem stosuje się gipsowanie, a w przypadku gleb wapiennych wprowadza się siarkę (która po utlenieniu tworzy H_2SO_4 , a ten reagując z wapniem tworzy gips). Takie same rezultaty na glebach wapiennych można osiągnąć uprawiając tam trawy, których korzenie wydzielają H_2CO_3 zwiększający

wydatnie rozpuszczalność CaCO_3 [4]; jest to jednak proces bardzo powolny. Po przeprowadzeniu wyżej wymienionych zabiegów w glebie pojawiają się w nadmiarze siarczany Na i Mg, których można się pozbyć poprzez nawadnianie i drenaż.

Niekiedy bardzo pomocne jest zastosowanie głębokiej orki (tj. spulchnienie do 50-70 cm), co znacznie poprawia własności fizyczne gleby oraz efektywność stosowania innych zabiegów [19]. W przypadkach ekstremalnego zasolenia gleb czasami usuwa się najbardziej zasolone warstwy w sposób mechaniczny [12].

Ważnym elementem w systemie przedsięwzięć prowadzących do uzdatnienia gleb zasolonych jest polepszenie ich biologicznej aktywności [16, 19]. Jak wiadomo w glebach tych życie mikrobiologiczne jest osłabione, a częstotliwość występowania owadów i robaków jest mała. W celu wzmożenia biologicznej aktywności wskazane jest dodawanie do gleby dużych ilości substancji organicznych takich jak: obornik, kompost, torf itp. Niekiedy bardzo dobry wynik daje nawiezenie 5-10 cm warstwą ziemi próchnicznej lub osadów ściekowych i różnego rodzaju szlamów [16].

Poza tym dobre rezultaty w eliminacji soli występujących w powierzchniowych warstwach gleby uzyskuje się, uprawiając rośliny (np. *Chenopodiaceae* — komosowate) pobierające podczas wzrostu znaczne ilości rozpuszczalnych soli. Wystarczy tylko pod koniec sezonu wegetacyjnego zebrać i usunąć z pola te rośliny, a w konsekwencji zawarte w nich sole [12].

Obok wszystkich wymienionych wyżej zabiegów agrotechnicznych niezwykle ważny, dla dalszego pozyskiwania terenów zasolonych, jest odpowiedni dobór uprawianych na nich roślin. Na początku należy uprawiać rośliny dobrze tolerujące zasolenie siedliska, a potem w miarę polepszania się właściwości gleby wprowadzać właściwe uprawy. Tego rodzaju taktyka stosowana jest z dobrymi wynikami w wielu krajach, oczywiście w ścisłym powiązaniu z zabiegami melioracyjnymi gleby. I tak np. w Australii po wstępnym uzdatnieniu gleb zasolonych uprawia się początkowo takie gatunki roślin jak *Kochia* ssp, *Atriplex* ssp, później — trawę *Stenotaphrum*, a dopiero potem docelowe rośliny [14]. Równie dobre efekty uzyskano stosując w ciągu 3-5 lat jednoczesną irygację oraz uprawę *Phalaris tuberosa* w mieszance z trawami i koniczyną, a potem na następne dwa lata wprowadzając ryż. Podobnie w Egipcie oraz w Indiach stosuje się najpierw długotrwałe przemywanie gleby, a następnie uprawia się tam ryż [14]. W jednym z regionów Indii, w Pendżabie, osiągnięto sukces uprawiając na glebach zasolonych *Cynodon dactylon* [14].

Tak pozytywnych efektów nie można uzyskać w przypadku gleb ekstremalnie zasolonych, ale i wtedy człowiek radzi sobie nieźle hodując tam gatunki drzew bardzo dobrze tolerujących nadmiar soli (np. *Prosopis julifera*, *Acacia arabica*) [14].

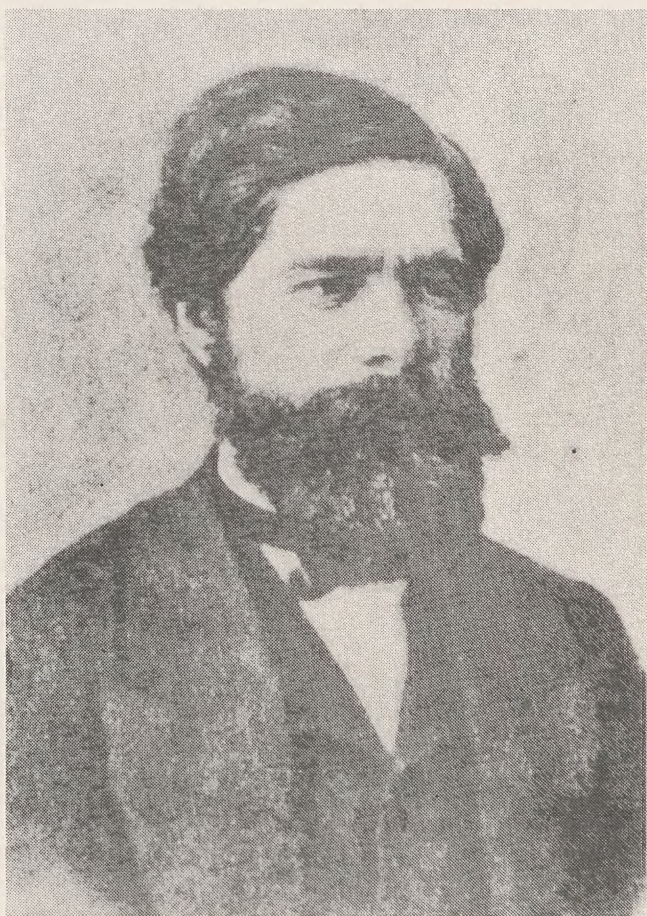
Obok zabiegów agrotechnicznych oraz odpowiedniego doboru roślin uprawianych na glebach zasolonych, nieźle wyniki dają specyficzne metody wysiewu roślin, np. wysiew gniazdowy oraz wcześniejsze moczenie nasion

w NaCl (w warunkach zasolenia chlorkami) lub $MgSO_4$ (w warunkach zasolenia siarczanami) [18].

Wszystkie wymienione przeze mnie przedsięwzięcia podejmowane celem uzdatnienia terenów zasolonych prowadzone są ze zmiennym szczęściem. Człowiek wciąż jeszcze nie powiedział tutaj ostatniego słowa, wciąż jeszcze jest dużo do zrobienia w tej dziedzinie.

LITERATURA

- [1] Daubenmire — *Rośliny i środowisko*. PWN, Warszawa, 1973.
- [2] Jegorov V. — *Zasolennye počvy i ich osvoenie*. Akademia Nauk SSSR. Naučno-populjarnaja serija, Moskwa, 1954.
- [3] Jełowska L., G..., Konorowski A. K., Savvinov D. D. — *Mierzlotnyje zasolennye počvy centralnoj Jakutii*. Izd. „Nauka”, Moskwa, 1966.
- [4] Greene H. — *Utilisation des terres salines*. Étude agricole de la FAO nr 3, Washington-Rome, 1948.
- [5] Gumiński S. — *Ogólna fizjologia roślin*. PWN, Wrocław, 1976.
- [6] Kaćki Z. — *O restytucję rezerwatu halofitów w Ciechocinku*. Przyr. pol. R. XIV, nr 11, 1970.
- [7] Kępiński J., Chlubek N. — *Odsalanie mórz i oceanów*. WP, Warszawa, 1972.
- [8] Kreeb K. — *Ekofizjologia roślin*. PWN, Warszawa, 1979.
- [9] Lerch G. — *Ekologia roślin*. PWN, Warszawa, 1976.
- [10] Mate F. — *Proischozhdienije i rasprostranienije lugowych počv na tierritorii viengierskoj nizmiennosti*. Počvoviedienije 12: 1-6, 1955.
- [11] Musierowicz A. — *Gleboznawstwo ogólne*. PWRiL, Warszawa, 1956.
- [12] Musierowicz A. — *Gleboznawstwo szczegółowe*. PWRiL, Warszawa, 1958.
- [13] Piotrowska H. — *Nadmorskie zespoły solniskowe w Polsce i problemy ich ochrony*. Ochr. Przyr. 39: 7-63, 1974.
- [14] Poljakoff-Mayber A., Gale J. (red.) — *Plants in saline environments*. Ecol. Stud. 15, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975.
- [15] Russell E. J. — *Warunki glebowe, a wzrost roślin*. PWRiL, Warszawa, 1958.
- [16] Siuta J. — *Kształtowanie przyrodniczych warunków rolnictwa w Polsce. Degradacja i rekultywacja środowiska*. PWN, Warszawa, 1974.
- [17] Siuta J. — *Ochrona ziemi*. LSW, Warszawa, 1982.
- [18] Strogonov B. P. — *Fiziologičeskie osnovy solieuostożiwości rastienij*. Moskwa, 1962.
- [19] Szabolcs I. (red.) — *Proceedings of the Symposium on sodic soils*. Budapest, t. 14, suppl., Published with the financial assistance of UNESCO, 1964.
- [20] Szabolcs I. (red.) — *European solonetz soils and their reclamation*. Akademia Kiado, Budapest, 1971.
- [21] Szafer W., Zarzycki K. (red.) — *Szata roślinna Polski*. PWN, Warszawa, 1977.
- [22] Wilkoń-Michalska J. — *Łąki zasolone w dolinie Noteci na odcinku Mątwy-Nakło*. Rocz. Nauk rol. Ser F 72: 893-920, 1957.
- [23] Wilkoń-Michalska J. — *Jeszcze raz o rezerwatach halofitów*. Przyr. pol. R. XV, nr 6, 1971.



Aleksander Czekanowski — fotografia z 1875 roku

ROMAN KARCZMARCZUK

ul. Sienkiewicza 92/8
50-349 Wrocław

ALEKSANDER CZEKANOWSKI — STOPIĘDZIESIĄTA ROCZNICA URODZIN WYBITNEGO POLSKIEGO BADACZA SYBERII

Aleksander Czekanowski urodził się 12 lutego 1833 roku w Krzemieńcu na Wołyniu. Na skutek przedwczesnej śmierci matki wychowywał go ojciec, który prowadził internat dla młodzieży szlacheckiej i uczył języka niemieckiego. Poza tym jako zamiłowany przyrodnik, a zwłaszcza entomolog potrafił odpowiednio ukierunkować zainteresowania syna.

Po egzaminie maturalnym, Aleksander rozpoczął w 1850 r. studia medyczne w Uniwersytecie św. Włodzimierza w Kijowie, a następnie kontynuował je w Dorpacie. Lekarzem nigdy nie został, gdyż szybko zorientował się, że najbardziej pasjonuje go wiedza o Ziemi. Pilnie uczęszczał na wykłady z geologii, mineralogii oraz z geografii, botaniki i zoologii. Ponadto uczestniczył w licznych wycieczkach, gromadząc sporo rzadkich okazów paleontologicznych. Mógł z łatwością zdobyć dyplom ukończenia studiów wyższych, ale nie przywiązywał do tego zbyt wielkiej wagi. Odznaczał się tak wielką błyskotliwością umysłu, zdolnościami i gruntowną wiedzą, że przewyższał zdecydowanie prawie wszystkich ówczesnych absolwentów wzmiankowanych uczelni. W 1858 roku powrócił do Kijowa, gdzie objął posadę w firmie Simens i Halske prowadzącej wtedy budowę linii telegraficznej do Indii Wschodnich. Niezależnie od tego zajmował się w dalszym ciągu swymi ulubionymi dziedzinami nauki, odbywając m. in. podróż na Krym, skąd przywiózł bogaty zielnik a także zbiór skał i minerałów. W okresie powstania styczniowego został aresztowany, był więziony w cytadeli kijowskiej, a następnie pozbawiony wszelkich praw stanowych i skazany na sześć lat ciężkich robót przymusowych typu katorgii. Podczas etapowej wędrówki w głąb carskiego imperium nie przerywał działalności kolekcjonerskiej, gromadząc coraz to nowe okazy entomologiczne i roślinne. Zachorowawszy na tyfus przebywał dość długo w tomskim szpitalu, później zaś dotarł przez Irkuck do wsi Siwakowej nad rzeką Ingodą, gdzie pod czułą opieką dra Benedykta Dybowskiego i innych kolegów-katorżników powracał powoli do zdrowia. Niebawem dzięki interwencji Dybowskiego został odtransportowany wraz z towarzyszami niedoli do Darasunia, położonego na południowy wschód od Czity. Po zdławieniu powstania polskich zesłańców nad Bajkałem, przewieziono Czekanowskiego w 1866 roku do więzienia w Irkucku, po czym

pozwolono mu osiedlić się we wsi Padun pod Brackim Ostrogiem, gdzie żył w nędzy. Tam odszukał go niebawem przyjaciel z czasów dorpaczkich, członek petersburskiej Akademii Nauk Fryderyk Schmidt, który zakupił dla muzeów większość jego cennych eksponatów, a ponadto ułatwił mu przeniesienie się do Irkucka. Należy zaznaczyć, że w Padunie nasz rodak napisał wartościową rozprawę o geologii doliny Angary oraz o występujących tam grzybach kapeluszowych. Poza tym opracował kilka tematów z zakresu meteorologii.

W latach 1869-1872 Czekanowski prowadził badania geologiczne w guberni irkuckiej. Objęły one Góry Bajkalskie i Przymorskie, Wyżynę Onocką, górny bieg Angary, dorzecze Irkutu, Białej i Oki oraz Sajan Wschodni i Chamar-Daban. Ich rezultaty były tak doniosłe, że w nagrodę przyznano mu Mały Złoty Medal. Warto przypomnieć, że w tym czasie Aleksander Czekanowski opiekował się również polskim zesłańcem Janem Czerskim, późniejszym słynnym eksploratorem Syberii Wschodniej, przekazując mu wiele swych bogatych wiadomości przyrodniczych i uwag metodycznych odnośnie dalszych prac terenowych na Syberii.

Ze względu na znaczne osiągnięcia Czekanowski cieszył się już tak wielkim autorytetem, że niebawem powierzono mu nowe, ważne zadanie. Tym razem chodziło o penetrację ogromnych obszarów zlokalizowanych między Jenisejem a Leną. W drugiej połowie marca 1873 roku wyruszył on w towarzystwie preparatora-zesłańca Władysława Księżopolskiego, topografa Gwryły Nachwalnychy i astronoma Ferdynanda Müllera, z Irkucka na północ i przez Kireńsk dotarł do obszaru źródłkowego Dolnej Tunguzki. Prześledził jej bieg aż do ujścia, prawidłowo określił długość rzeki i bezbłędnie naniósł ją na mapę. Droga powrotna wiodła z Turuchańska nad Jenisejem do Krasnojarska, a następnie traktem syberyjskim do Irkucka.

Po krótkiej, bo zaledwie dwumiesięcznej przerwie, Czekanowski podążył u schyłku 1873 r. w kierunku dorzecza rzeki Oleniok. W Jerbogaczenie dołączają do wyprawy znani przewodnicy, bracia Kapliny, i ekspedycja posuwa się na północ. W kwietniu 1874 roku osiągnięto dolinę rzeki Mojero, którą mylnie uznano za Oleniok. Wtedy szybko zawrócono stado reniferów i po 17 dniach żmudnej wędrówki przez dział wodny ujrzano poszukiwaną rzekę. Po przepłynięciu tratwą 1670 km i przekroczeniu 70 równoleżnika, przerwano dalszą żeglugę na skutek zlodzenia rzeki. Do ujścia Olenioku trzeba było dojść pieszo. Silne mrozy uniemożliwiły prowadzenie badań i dlatego zarządzono odwrót przez Bułun, Wierchojańsk i Jakuck. W styczniu 1875 roku uczestnicy tego niezwykle trudnego przedsięwzięcia znaleźli się ponownie w Irkucku.

W niedługim czasie władze Rosyjskiego Towarzystwa Geograficznego zaproponowały polskiemu uczonemu zorganizowanie wyprawy w dorzecze Chatangi i Anabaru. Nie skorzystał on jednak z tej oferty, gdyż uważał, że najpierw trzeba dokładnie zbadać brzegi Leny od Jakucka do ujścia, a ponadto pragnął dotrzeć do końcowego odcinka Olenioku, aby odnaleźć mogiły W. i M. Proncziszczewów, ofiar Wielkiej Ekspedycji Północnej (1733-1736). Przygotowawszy ekspedycję na własny koszt, w maju 1875 roku

Czekanowski wyruszył wraz z polskim zesłańcem, archeologiem Zygmuntem Węglowskim Leną z Kaczugi do Jakucka, gdzie przeładowano bagaże na większą łódź. Z powodu wyjątkowo niepomysłnych warunków atmosferycznych, jej uczestnicy dotarli do Bułunu dopiero 26 lipca, skąd grzbietem wododziałowym przedostali się na renach do ujścia Olenioku. Natrafiono na groby bohaterskiego małżeństwa i zabezpieczono je. Natępnie tym samym szlakiem, co poprzednio powrócono do Irkucka. Była to najtrudniejsza i ostatnia wyprawa niestrudzonego Polaka.

W styczniu 1876 roku Czekanowski został zwolniony z zesłania i wyjechał do Petersburga, gdzie otrzymał pracę w Muzeum Mineralogicznym Akademii Nauk. Rozpoczął porządkowanie i opracowywanie swoich zbiorów syberyjskich i przygotowywał plany nowej wyprawy. Brak odpowiednich funduszy uniemożliwił realizację tych śmiałych projektów, które mogły przynieść niezwykle doniosłe korzyści. 18 października zatrął się śmiertelnie i został pochowany na smoleńskim cmentarzu katolickim w stolicy carskiej Rosji. W ten sposób zostało nieoczekiwanie przerwane pasmo młodego, wspaniałego życia i poświęcenia dla dobra nauki.

Aleksander Czekanowski wszedł do historii jako jeden z najwybitniejszych i zarazem najofiarniejszych eksploratorów kontynentu azjatyckiego. Dokonał znacznie więcej aniżeli ci wszyscy, którzy mieli o wiele lepsze warunki i nie nosili piętna zesłańca-bojownika o wolność uciemiężonego narodu. Któż bowiem mógłby na katorżniczym etapie męczącego pieszego pochodu z Kijowa do Tobolska zebrać wartościową kolekcję owadów, posługując się przy identyfikacji prymitywną lupą wykonaną własnoręcznie ze szkła stłuczonej karafki? Gdyby nawet ograniczył się wyłącznie do badań Przybajkala i Zabajkala to i tak znalazłby miejsce w czołówce najbardziej zasłużonych. Opracowany przez niego schemat stratygraficzny dolnego paleozoiku i jury nie stracił swej aktualności po dzień dzisiejszy, a sporządzona mapa guberni irkuckiej została wysoko oceniona przez Rosyjskie Towarzystwo Geograficzne i wyróżniona w 1875 roku złotym medalem na Międzynarodowym Kongresie Geograficznym w Paryżu.

Wielkie uznanie przyniosło mu również znalezienie w Ust-Bielaja nad Angarą stanowiska zawierającego bogatą florę i faunę kopalną oraz wykonanie map dorzecza Dolnej Tunguzki, Olenioku i Leny, które przez długi czas stanowiły najlepszy materiał kartograficzny dla Syberii Środkowej.

Do poważnych osiągnięć naszego rodaka zaliczamy też odkrycie i ustalenie zasięgu rozległych pokryw law wulkanicznych ześrodkowanych w dorzeczu Dolnej Tunguzki i Olenioku. Warto zaznaczyć, że w latach późniejszych potwierdziły się przewidywania Czekanowskiego, co do możliwości występowania na tym obszarze znacznych bogactw mineralnych.

Analizując ogrom jego wysiłku i zasług należy poza tym pamiętać, że podczas swych pionierskich podróży po bezkresnych połaciach Azji pokonał trasę około 25 tys. km. W czasie tych rekonesansowych wędrówek zebrał 4 tys. okazów paleontologicznych, 18 tys. zoologicznych i 9 tys. botanicznych. Był prekursorem badań regionalnych północno-wschodniej Syberii. Pozostawił wspaniałe i bardzo oryginalne opisy geograficzne wspomnianych terenów.

Oprócz tego gromadził spostrzeżenia z dziedziny etnografii i lingwistyki. Zajmował się kulturą materialną i duchową Ewenków, opisał ich sposób życia i zwyczaje, a ponadto zebrał obfity materiał do słownika języka tunguskiego, który został następnie wykorzystany przez akademika A. Schifnera.

O osiągnięciach tego wielkiego Polaka pisano wiele, zarówno w dawnych rosyjskich czasopismach, jak i obecnych radzieckich i polskich. Wspomina się go wszędzie z szacunkiem, podziwem i uznaniem. Pamięć o nim jest wciąż żywa. Wystarczy wspomnieć o Górach Czekanowskiego rozlokowanych na przestrzeni 320 km w Jakuckiej ASRR. Oddzielają one deltę rzeki Leny od dorzecza Olenioku. W obwodzie irkuckim istnieje osada Czekanowskiego, a w masywie Chamar-Daban Góra Czekanowskiego. Poza tym nazwano jego imieniem dwie formy z gromady ramienionogów występujących w kambrze Syberii i sylurze dorzecza rzeki Oleniok, trzy formy mięczaków z syluru Syberii i krajów bałtyckich, dwie formy z gromady skorupiaków odkrytych w sylurze Syberii, dwie formy roślin z gromady okrytozależkowych znalezionych w jurze obwodu irkuckiego i kredy Anglii oraz cztery formy z gromady nagozależkowych permu i jury dorzecza Dolnej Tunguzki.

Na zakończenie warto przypomnieć, że w grudniu 1982 roku ukazała się na półkach księgarskich obszerna monografia pt. „Aleksander Czekanowski”, opracowana przez doc. dra hab. Zbigniewa Wójcika.

EDWARD KOWALCZYK

Politechnika Warszawska

FIZYCZNE ASPEKTY PROCESÓW INFORMACYJNYCH W BIOLOGII

Każdy kto zajmuje się uogólnieniami w nauce, stwierdzić musi, iż podstaw naukowego spojrzenia na otaczającą nas rzeczywistość fizyczną opierają się na kilku fundamentalnych zasadach, opisujących razem pewną „makrostrukturę” czasoprzestrzeni, w której jesteśmy „zanurzeni” i której odbicie jej atrybutów w naszej świadomości stanowi istotę naszej przyrodniczej wiedzy.

Do takich zasad należą np: zasada zachowania masy i energii, druga zasada termodynamiki, zasada nieokreśloności, zasada Paulinego, zasada granicznej szybkości, zasada symetrii, itd. Zasady te mówią nam, że wszędzie tam, gdzie w jakimś wycinku czasoprzestrzeni skupiona jest materia — tam podlega ona pewnym prawom, sprawiającym, że cały wszechświat jest zbudowany harmonijnie, że tworzy określony „system fizyczny”, system dynamiczny, posiadający swoje makrostruktury i liczne podstruktury aż do mikrostruktur, opartych o relacje występujące pomiędzy cząstkami elementarnymi łącznie. Te wszystkie struktury składowe tworzą układ hierarchiczny, w którym wyróżnia się zwykle pewne poziomy strukturalne — od poziomu mikrostrukturalnego aż po poziom megalaktyczny. Tego rodzaju hierarchizacja jest związana z podejściem przestrzenno-ilościowym. O wiele bardziej interesującym jest zhierarchizowanie organizacyjno-informacyjne według zasady: cząstki elementarne, atomy, cząstki chemiczne, komórki żywe, organizmy proste, organizmy złożone, społeczeństwa.¹ Treścią nauki jest m. in. opis struktury rzeczywistości materialnej. Spod tego opisu wymykają się jednak takie problemy jak: powstanie ruchu, powstanie życia, istota materii, celowość systemu naturalnego, granice poznania itd.; są to problemy filozoficzne. W oparciu o określone typy struktur, natura tworzy różne formy materialne i różnorodne zjawiska.

Od dawna człowiek dąży do wykrycia jednego jedyne kompleksu formuł (lub jednej formuły) integrującej całą różnorodność natury, do stworzenia jednolitego obrazu świata, do wykrycia elementarnych ogólnych praw składających się na swoistą „konstytucję natury”. Pewne „rozdziały” i „paragrafy” tej „konstytucji” są już spisane i tworzą pewien układ strukturalno-klasyfikacyjny, opisujący własności otaczającego nas „uniwersum” fizycznego. Są to „rozdziały” dotyczące świata nieożywionego i ożywionego, i są komentarze-wykłady tworzone w ciągu wieków przez naukowców, a więc np. komentarz: mechanistyczny, elektrodynamiczny, kwantowo-polowy, kwantowo-relatywis-

¹ A. Bratko, A. Koczergin — Informacja i psychika. Nauka, Nowosybirsk, 1977.

tyczny, biologiczno-ewolucyjny, itp. Taka księga „praw i własności” świata materialnego mówi nam o tym, że przy uwzględnieniu określonych własności materii uwzględniać także należy sprzężone z tymi własnościami prawa mówiące o relacjach między nimi, lub też na odwrót.

Po tym ogólnym wstępie zwróćmy się ku problematyce struktur, pojmując wszelkie struktury jako określone wzory „porządku”, jako pewne schematy „manifestowania się” zjawisk materialnych. Jeżeli mamy zbiór elementów materialnych — to porządek, organizacja może tu oznaczać np. ich wzajemne rozmieszczenie i usytuowanie w czasoprzestrzeni, a znaczenie tego uporządkowania objawia się np. wtedy, gdy do takiego układu doprowadzimy jakąś energię. Wtedy okazuje się np., iż im większy porządek, tym większa efektywność energetyczna układu, tym większa możliwość funkcjonalna, tym większa sterowność aż do samosterowności i samoreprodukcji włącznie. Można by więc wyciągnąć wniosek, że miarą porządku w danym obszarze może być jakaś relacja jakościowa; energia doprowadzona do zmian, jakie w tym obszarze ta energia spowodowała. Ale nie sam porządek w danym obszarze czy obiekcie jest informacją lecz przyrost tego porządku zbliżający nas do stanu docelowego. Pamiętajmy, że każdy porządek nie „podtrzymywany” rozpada się (tak głosi II zasada termodynamiki).

Często za miarę zmian, jakie zachodzą w pewnym obiekcie, przyjmuje się zmianę pewnych tylko jego parametrów występujących w określonym miejscu np. na tzw. wejściu lub wyjściu tzn. w miejscach kontaktu z otoczeniem. Miarą uporządkowania obiektu może być wtedy stosunek jakościowy energii na wejściu i wyjściu. Ale może tu chodzić nie tylko o energię ale także o jakość materii doprowadzonej i odprowadzonej z obiektu. Doprowadzać można np. materię wysoko zorganizowaną, a odprowadzić nisko zorganizowaną. Organizacja jest wtedy niejako „konsumowana” przez obiekt. Mówi się wtedy, że obiekt taki zasilany jest „ujemną entropią”. Na co zużywać może obiekt „konsumujący” uporządkowanie zawarte w absorbowanej energii lub materii? Zużywa je na przebudowę własnej struktury lub na utrzymanie w odpowiednim stanie swej organizacji.

Wśród wielu zasad przyrody składających się na dynamiczną strukturę świata materialnego istnieje zasada współdziałania, która brzmi: żaden obiekt nie może uniknąć współdziałania tj. nie może wykluczyć na zawsze jakiegś wymiany energii i informacji z otaczającym go środowiskiem. Prowadzi to do dalszego stwierdzenia, iż proces oddziaływania zachodzi wtedy, gdy stan lub zmiana jednego obiektu wpływa na stan lub zmiany stanu w innych obiektach. Ponieważ inna zasada mówi: żaden obiekt materialny nie może istnieć inaczej jak w przestrzeni, w czasie, w określonej formie, stąd zmiany stanu dotyczyć mogą warunków istnienia zmian lokalizacji w czasoprzestrzeni lub zmian wewnętrznej struktury albo organizacji obserwowanych obiektów.

Procesy oddziaływania są więc powszechne — I zasada oddziaływania jest jednym z podstawowych praw fizyki, tak jak II zasada termodynamiki, mówiąca o entropii. Wsunąć można wniosek, że elementami tworzącymi naszą fizyczną rzeczywistość są: masa, energia i pewien „porządek” — co razem nazwać można organizacją lub systemem fizycznym. Ten porządek

to zbiór relacji określonych na elementach energo-materialnych.

$$P = (E, R)$$

Jeżeli mamy doczynienia z tzw. strukturami z celem, a „zmiany porządku” zbliżają obiekt do stanu docelowego, to takie oddziaływanie można nazwać oddziaływaniem celowościowym.

Oddziaływanie celowościowe może mieć charakter sterowania (kierowania, prowadzenia lub informowania, jeżeli po stronie odbiorczej następuje świadomy „wybór” tzn. występuje zdolność wyboru według jakiegoś kryterium wyboru). Oddziaływanie celowościowe dotyczyć może zarówno lokalizacji w czasoprzestrzeni (rozumianej również jako kształtowanie zewnętrznych warunków istnienia) jak też wewnętrznej struktury lub organizacji obiektu. Zasada powszechnego oddziaływania obiektów na siebie prowadzi do konieczności „dopasowywania się” — adaptacji obiektów do otoczenia, co z kolei doprowadzić może do stanu stabilnego statycznie lub też stanowić ciągły proces „dyssypatywny” stabilny lub nie. Program dopasowywania się do otoczenia posiada w zasadzie każdy obiekt ożywiony lub nieożywiony. Zachodzi pytanie w jaki sposób przez pewne oddziaływanie zewnętrzne można nie tylko uruchomić proces dopasowywania, ale i wpłynąć na sam program np. w obiektach ożywionych. Jednym z rodzajów mechanizmu dopasowywującego jest świadomość właściwa systemom biologicznym najwyżej zorganizowanym np. człowiekowi. Oddziaływanie informacyjne uruchamia właśnie ten mechanizm i poprzez niego steruje celowym zachowaniem się obiektu. Chodzi przy tym o to, czy można skutecznie oddziaływać na ten mechanizm np. ograniczać możliwość wyboru kryterium decyzyjnego lub też oddziaływać na wybór rodzaju kryteriów. Kryteria wyboru tworzą się spontanicznie w wyższych sferach świadomości, które często nazywane są nadświadomością. Zachodzi pytanie, czy odpowiednio celowe oddziaływanie zewnętrzne może dotyczyć tych mechanizmów, jakie mogą być wykorzystywane rodzaje oddziaływania, jakie rodzaje nośników, jakie występować muszą uwarunkowania psychiczne lub fizyczne? Zjawiska psychiczne są pochodnymi zjawisk fizycznych — są z nimi sprzężone. Chodzi o wykrycie istoty tych sprzężeń i zrozumienie zasad ich funkcjonowania. Chodzi także o formalny opis tego rodzaju zjawisk, a także o metody ich symulacji. Badanie tych zjawisk jest nierozzerwalnie związane z dążeniem do głębszego poznania istoty życia.

Charakterystyczną cechą każdej formy życia na różnych jego poziomach organizacji jest samoorganizacja i samoregulacja. Procesy właściwe tym zjawiskom oparte są o różne nośniki informacji. Szczególnie interesujące są procesy i nośniki informacyjne występujące na molekularnym poziomie biosystemów, wykorzystujące różne struktury substancji biologicznych takich jak np. białka, kwasy nukleinowe.

Jedną z dróg rozważań może być droga „strukturalno-funkcjonalna” prowadząca do badań nad „organizacją” molekuł, oddziaływaniem międzymolekularnym, oddziaływaniem pomiędzy różnymi organellami komórki. Wszystko to jest istotą badań nad transmisją informacji na poziomie mo-

lekularnym w systemach biologicznych. (W badaniach procesów informacyjnych w systemach biologicznych trzeba odróżnić informacje występujące w procesach ewolucji od informacji w sensie potocznym, dotyczącej świadomej aktywności człowieka.) Pamiętać jednak zawsze musimy, że informacja nie jest substancją, ani też własnością substancji i dlatego nie może być ani przenoszona ani uzyskiwana. Informacja jako taka właściwie nie istnieje. Informacja jest definicją pewnego typu oddziaływania fizycznego między materialnymi obiektami, np. między molekułami, między molekułami a polami sił, itp. Można więc mówić o informacyjnej naturze oddziaływań między molekułami, które występują w procesie rozwoju i regulacji komórek i organizmów. Informacja jest nierozzerwalnie związana z dyrektywną regulacją i na odwrót. Stąd regulacja, sterowanie, komunikacja i informacja to terminy z sobą ściśle związane.

Wydaje się, że pojęcie informacji w biologii musi być bardziej uniwersalne niż w technice. Własności i biologiczne efekty oddziaływań peptydów i białek są determinowane przez dynamiczne struktury elektronowe, które stanowią struktury nośne dla informacji na poziomie molekularnym. Transfer informacyjny można definiować tu jako zmiany w tej strukturze dla celów kontroli i regulacji. A więc struktury molekularne w czasie i przestrzeni, i ich zmiany jako wynik molekularnej interakcji (lub promieniowania) determinują informacyjną treść procesów oddziaływania na poziomie molekuł. Zmieniając swoje stereostruktury elektronowe zmieniają one swoje własności i swoją aktywność funkcjonalną. Stan jakiejś molekuly lub grupy molekularnej zależy od stanu grupy sąsiedniej i jej struktury elektronowej. Łańcuch tych zależności tworzy swoisty tor dla transferu treści informacji biologicznych. Treściami tymi są dyrektywy co do zmiany własności, funkcji i budowy lub przebudowy różnych substancji i organów. Molekuły przenoszą dyrektywy molekularne na poziomie własności substancjalnych. Enzymy przenoszą informacje organizacyjne dla tworzenia różnych rodzajów molekuł i ich przekształcania. Dyrektywy „funkcjonalne” muszą przenosić jakieś inne struktury.

Zgodnie z zasadą Macha² wszystkie cechy i właściwości materialnych obiektów są wyrazem wzajemnego sprzężenia dynamicznego, wzajemnego oddziaływania w zamkniętym układzie materialnym, stąd też niektórzy twierdzą, że nie można mówić o żadnych samoistnych wewnętrznych własnościach materii. Wynika z tego, że o określonym „objawieniu” się obiektu materialnego decyduje środowisko, w którym on jest „zanurzony”³.

Uniwersalnym środowiskiem dla wszystkich obiektów materialnych jest wszechświat — stąd ogólne prawa przyrody, które rządzą tym wszechświatem rzutują na własności wszelkich obiektów materialnych⁴.

² Bazański S., Deniewski M. — Zasada Macha. *Studia Filozoficzne* 2, 1967.

³ Sachs M. — A New Theory of Elementar Matter. *Ins. J. Theor. Physics, Part I*, 4, 19XX.

⁴ Eddington A. — *Fundamental Theory*. Cambridge, 1946.

Obiekt może posiadać stabilne własności jeśli jest „dopasowany” do środowiska. Jeżeli jest niedopasowany to jego własności zmieniają się aż do momentu osiągnięcia stanu stabilnego. Można więc mówić o powszechnej zasadzie dopasowania (adaptacji) i wynikającej z niej zasadzie celowego dążenia do stanu dopasowania. Jest to innymi słowy zasada dążenia do osiągnięcia stanu najbardziej prawdopodobnego.

Jak w świetle takiego systemowego obrazu wszechświata przedstawia się istota procesów informacyjnych, czy procesów oddziaływania fizycznego? Ponieważ własności związane są ze sposobem „wyróżniania”, a wyróżnianie to wykorzystywanie pewnych relacji fizycznych wiążących dany obiekt ze środowiskiem — to własności obiektu zmieniają się, gdy zmieniają się odpowiednie relacje np. zmienia się środowisko. Wtedy obiekt dąży do adaptowania się do nowych warunków zewnętrznych. Za „celowe” zachowanie się obiektów materialnych można uważać dążenie do dostosowania się do środowiska zewnętrznego, zgodnie z powszechną zasadą równowagi oddziaływania i własności. Naturalnie, celowe zachowanie się układów ożywionych — to dążenie do utrzymywania się jak najbardziej zdala od warunków równowagi termodynamicznej (układy dyssypatywne). Wszystko to, co przyczynia się do utrzymywania tego stanu daleko od równowagi jest istotą porządku (informacji lub wegetacji). Wszystko to, co przyczynia się do dopasowania jakiegoś układu do środowiska stanowi czynnik powodujący proces „dyssypacji”, „rozproszenia”, powodujący wyrównanie różnic. Informacja powoduje spadek wartości entropii, „dyssypacja” — wzrost entropii. Czynniki dyssypatywne można także nazwać dezinformacją.

Rozpatrując problemy procesów informacyjnych można przyjąć, że fizycznie mamy zawsze do czynienia wyłącznie z oddziaływaniem wzajemnym obiektów na siebie, przy czym zachodzi między nimi wymiana materii lub energii. Każdy proces informacyjny jest bowiem formą celowego zachowania się obiektów, związanego z wyborem, adaptacją i odpowiednią reakcją na zmiany (w tym i zmiany uporządkowane), występujące w zewnętrznym otoczeniu. Zdolne do tego są obiekty wysoko zorganizowane, samoorganizujące się lub „zorganizowane” przez człowieka. Zdolność do tworzenia wysokiego stopnia porządku posiadają organizmy żywe, przy czym zdolność ta jest pochodzenia genetycznego. W genach natura zakodowała odpowiednio ukierunkowane, celowe sposoby zachowania się materii. (Człowiek może zaprogramować odpowiednio „informacyjne” zachowanie się urządzeń technicznych.)

„Celowy wybór” i „celowa reakcja” — to dwie istotne, dynamiczne cechy procesu informacyjnego. Każde inne, pozbawione tych cech oddziaływanie pozostaje tylko oddziaływaniem fizycznym — posłusznym prawom fizyki, rządzącym biernym zachowaniem się materii i energii jednak bez zjawiska powstawania „porządku”. Jakie są i skąd się biorą kryteria wyboru, kto wyznacza cel? Cel jest „wewnętrzną” cechą obiektu. Kryteria wyboru zjawisk korzystnych ze względu na realizację tego celu zależą od warunków, w jakich znajduje się obiekt.

O wartości oddziaływań informacyjnych decyduje więc zarówno struktura

otoczenia i struktura obiektu oraz struktura sygnału. Czasem wysoka organizacja otoczenia, wysoka organizacja obiektu i odpowiednie aprioryczne relacje: otoczenie-obiekt, pozwalają na efektywne oddziaływanie informacyjne, nawet przy słabych i niezłożonych, prostych sygnałach, przy niewielkim zaangażowaniu energii i materii. Czyli można powiedzieć, że w warunkach dużego uporządkowania ośrodka, w którym zachodzą procesy informacyjne występuje duża efektywność oddziaływania informacyjnego. Chcąc więc efektywnie i ekonomicznie przekazywać skomplikowane dyrektywy regulujące i porządkujące, należałoby wytworzyć wstępnie warunki możliwie dużego porządku w „otoczeniu”. Ważną jest rzeczą aby rodzaj energii oddziaływania odpowiadał rodzajowi energii wewnętrznej obiektu i energii występującej w otoczeniu.

Jeżeli chodzi o obszary biologiczne, to procesy informacyjne w biologii mają na celu: 1) przekazywanie „dyrektyw” w zakresie tworzenia określonych struktur biologicznych, 2) podtrzymywanie istnienia i funkcjonowania struktur już zrealizowanych, 3) regulowanie i harmonizowanie działania poszczególnych części ustroju biologicznego.

Jakimi środkami operuje natura w realizacji tych celów? Wziąwszy pod uwagę stworzenie struktur biologicznych trzeba zauważyć, że chodzi tu przynajmniej o dwa poziomy zadań: pierwszy poziom — to synteza podstawowego „budulca organicznego”, drugi — to tworzenie złożonych struktur i przyporządkowanie im określonych funkcji. Można by więc w uproszczeniu mówić o poziomie biomateriałowym i o poziomie „organizacyjno-architektonicznym”.

Czy mechanizmy informacyjno-dyrektywne i kontrolno-sterujące są w obu przypadkach takie same, czy pochodzą z jednego źródła, czy są tak samowrażliwe na czynniki zewnętrzne, kiedy w rozwój organizmu włącza się dyrektywa funkcjonalna w proces rozwojowy? Oto pytania na które trzeba znaleźć odpowiedź, aby dokonać dalszego postępu w biologii i medycynie. W skomplikowanym układzie współdziałania różnych substancji i reakcji musi poza tym funkcjonować mechanizm synchronizacyjny jakiś zegar lub zegary biologiczne zsynchronizowane z „rytmami” otoczenia. Stąd obok hierarchizmu właściwego zjawiskom bioinformacyjnym występować musi synchronizm. Synchronizacja stanowi być może trzeci poziom bioinformacji. Rozważania tego typu mogłyby np. prowadzić do innego podejścia do problemu patologii.

W jakim punkcie hierarchii mechanizmu informacyjnego leżą te przyczyny? Mogą być wykorzystywane stany wzbudzone, zjawiska progowe, obniżanie barier energetycznych itp. Wykorzystywane są przede wszystkim zjawiska występujące w mikrofizyce — w obszarze oddziaływań molekularnych, gdzie istotną rolę odgrywają stereostrukтуры elektronowe. Wykorzystywane jest więc różne wstępne uporządkowanie ośrodków.

Rolę ośrodka uporządkowanego pełni w biologii przede wszystkim środowisko wodne, przy czym środowisko to „pulsuje fazowo”, przyjmując raz postać fazy ciekłej, raz fazy quazi krystalicznej, w którym istotną rolę gra stężenie jonów wodorowych. Środowisko to ma właściwości umożliwia-

jące dyfuzję, odpowiednią lepkość, zapewniającą właściwe skupienie materii. Są to więc sprzyjające okoliczności dla biologicznego procesu informacyjnego, który jest realizowany poprzez transport odpowiednio zbudowanej materii — molekuł różnych substancji organicznych. Wydaje się, że właśnie struktura tych molekuł zawiera dyrektywy porządkowo-regulacyjne.

Tworzenie lokalnych warunków, sprzyjających odpowiedniemu ukierunkowaniu reakcji biochemicznej spośród wielu możliwości, obniżanie barier energetycznych, tworzenie lub podział struktur — należy do enzymów. Oddziałują one „informacyjnie” za pośrednictwem stereostruktury elektronowej ładunku elektrycznego, odpowiednio przestrzennie ukształtowanego w molekułe enzymu, za pośrednictwem oscylacji w oparciu o zjawisko rezonansu i za pośrednictwem innych sił właściwych molekularno-atomowemu poziomowi organizacji materii. Ich budowa, własności są odpowiednio dopasowane do efektów, jakie mają być uzyskane przy użyciu elementów właściwych dla procesów biologicznych.

Jakie zakłócenia mogą występować w procesach informacyjno-biologicznych? Wydaje się, że zakłócenia te mogą mieć następujące przyczyny wynikające: po pierwsze — z deformacji zapisu genetycznego; po drugie — z błędów strukturalnych, powstałych w trakcie syntezy białek; po trzecie — z defektów, występujących w elementach współdziałających z enzymami w procesie informacyjnym (substratach); po czwarte — zjawiać się mogą substancje dezorganizujące działanie enzymów, np. różnego rodzaju trucizny; po piąte — zewnętrzne warunki fizyczne mogą całkowicie uniemożliwiać jakiegokolwiek procesy biologiczne, np. zbyt wysoka lub zbyt niska temperatura, ciśnienie lub brak podstawowych elementów, takich jak tlen, azot, itd.

Niezależnie od braków podstawowych elementów, z których składają się substancje w organizmach występują nieraz braki tzw. mikroelementów, które często w sposób istotny wpływają na sterujące funkcje procesów informacyjnych.

Werner Kuntz i Ulrich Schäfer — Gametogeneza zwierząt. PWN, Warszawa, 1983.

Oryginał tej książki pt. „Oogenese und Spermatogenese” wydany został w roku 1978 w wydawnictwie Gustav Fischer Verlag-Jena. Książka przetłumaczona została przez znanego cytologa prof. B. Matuszewskiego. Przekład odznacza się wyjątkowo poprawnym językiem i posługuje się właściwą terminologią i choć nie znam wydania niemieckiego z pewnością ściśle odpowiada oryginałowi.

Książka dzieli się na dwie części: dotyczące oogenezy napisanej przez W. Kuntza (105 stron) oraz spermatogenezy napisanej przez U. Schäfera (33 strony). Książka, jak to zaznaczono w tytule tłumaczenia polskiego, dotyczy wyłącznie gametogenezy zwierząt. Czytelnik nie znajdzie tu materiału porównawczego dotyczącego różnych grup zwierzęcych a cały tekst polega na dość dokładnym przedstawieniu wyników badań dotyczących głównie płazów i jeźowców przy omawianiu oogenezy oraz *Drosophila* i ssaków przy omawianiu spermatogenezy. Wynika to z faktu, iż autorzy wybrali jedynie te przykłady modelowe, na których wykonano najwięcej badań na poziomie molekularnym. Założeniem autorów było wykazanie w jakim stopniu badania nad powstawaniem komórek rozrodczych przyczyniły się do postawienia bądź rozwiązywania szeregu ogólnych problemów biologicznych, do rozwiązywania których gametogeneza była tylko specjalnie korzystnym obiektem badawczym. W tekście uwzględniona jest literatura mniej więcej do roku 1975. W dziedzinie badań molekularnych postęp w ciągu ostatnich lat był tak wielki, iż podane w tej książce dane oparte na omówieniu oryginalnych prac z początku lat siedemdziesiątych mają dziś raczej znaczenie historyczne. W rozdziale o oogenezie są na przykład szczegółowo przedstawione badania nad produkcją w oocytach płazów różnych rodzajów rRNA oraz nad amplifikacją rybosomalnego DNA. Czytając te rozdziały, jest bardzo interesujące dla czytelnika uświadomienie sobie jak w ciągu ostatnich 10 lat wzrosły nasze wiadomości dzięki klonowaniu i sekwencjonowaniu genów rRNA.

Sądzę, że książka ta będzie niewątpliwie pożyteczna dla biologów. Sygnalizuje ona jak wiele ogólnych procesów biologicznych można badać w trakcie oogenezy czy spermatogenezy. Dziś oocyty *Xenopus* dzięki omawianym tu badaniom stały się powszechnie używanym narzędziem do testowania w warunkach *in vivo* procesów transkrypcji czy translacji oraz mechanizmów ich regulacji.

Książka ilustrowana jest wieloma rysunkami i schematami oraz zdjęciami z oryginalnych prac omawianych w tekście. Niestety ze względu na bardzo zły gatunek papieru wiele zdjęć jest prawie nieczytelnych. Obie części dotyczące oogenezy i spermatogenezy zakończone są spisami literatury, głównie tych pozycji, które zostały omówione w tekście.

Wacław Gajewski

R. L. Burgess i D. M. Sharpe (red.) — Forest island dynamics in man-dominated landscapes. Ecological studies 41, 310 str. Springer Verl., New York, 1981.

W serii „Ecological studies” wydawnictwo Springera wypuściło na rynek kolejną, interesującą pozycję. Książka poświęcona jest zastosowaniu teorii biogeografii wysp MacArthura i Wilsona. Na wstępie redaktorzy książki wprowadzają czytelnika w zagadnienie, wskazując

na przykładzie jednego z dystryktów stanu Wisconsin jak ogromnie zmieniło się oblicze tego obszaru w czasie ok. 150 lat. W 1831 r. dystrykt pokryty był niemal w całości lasem, w 1882 r. formacja leśna stanowiła już tylko 30% powierzchni, w 1902 — 10%, w 1935 r. — 5%, a w 1952 r. lasy zajmowały już tylko niewielkie wysepki na ok. 4% obszaru. Odlesienie pociągnęło za sobą określone zmiany we florze i faunie, analiza tych zmian stanowi o treści większości rozdziałów.

Kolejny rozdział napisany przez T. E. Lovejoya i D. C. Orena dyskutuje kryteria wyboru minimalnej powierzchni rezerwatu leśnego zdolnego utrzymać określone bogactwo flory i fauny. Autorzy nie dochodzą do jednoznacznych wniosków, powołują się zresztą na wciąż żywą dyskusję na ten temat. J. B. Levenson w rozdziale 3 prezentuje wyczerpujące badania nad wyspami lasu na obszarze pld.-wsch. stanu Wisconsin. Autor stwierdza, że liczba gatunków drzew jest funkcją zaburzeń spowodowanych szeroko pojętą działalnością człowieka i nie da się jej przewidzieć wprost z powierzchni leśnej „wyspy”. Liczba gatunków rośnie bowiem wraz ze wzrostem powierzchni tylko do 2,3 ha, powyżej tej wielkości obszaru wyspy liczba gatunków drzew maleje. Autor wyjaśnia ten fenomen efektem ekotonu, zwraca również uwagę, że gatunki cenniejsze są bardziej zagrożone ekstynkcją od ekotonalnych ze względu na niezwykle niskie tempo ich rozprzestrzeniania się. Z punktu widzenia ochrony drzewostanów autor sugeruje, że minimalna powierzchnia rezerwatu leśnego powinna być nie mniejsza niż 4 hektary. Dynamikę roślinności warstwy zielonej na tym samym obszarze badała L. M. Hohne (rozdz. 4). Stwierdziła negatywne zmiany we florze podczas kilkudziesięciu lat. Z małych wysp leśnych znikają storczyki i paprocie oraz inne rodzime gatunki charakterystyczne dla runa leśnego. Zastępują je skutecznie gatunki egzotyczne i chwasty.

W kolejnym studium tego samego obszaru P. E. Matthiae i F. Stearns (rozdz. 5) prezentują zmiany jakie zachodzą w składzie gatunków ssaków. Prezentowane zestawienie wskazuje, że wszystkie duże ssaki na tym obszarze jeszcze 150 lat temu zostały niemal doszczętnie wytepiene już ok. 1850 r. a pozostali jedynie przedstawiciele drobniejszych gatunków. Z ich badań nad aktualnym składem gatunkowym ssaków wynika że najbogatsze są obszary odległe od centrów miast, następnie lasy i parki miejskie zaś najuboższe są obszary przejściowe położone w pobliżu miast.

Rozdział 6 napisany przez J. W. Ranneya, M. C. Brunera i J. B. Levensona stanowi rozwinięcie i teoretyczne uzupełnienie rozdz. 3. M. J. Scanlan w rozdz. 7 przedstawił badania roślinności leśnej ekotonu lasu i prerii w zach. części stanu Minnesota. Celem ich był test teorii biogeografii wysp w przypadku „wysp lądowych”. Wyniki potwierdziły przewidywania teorii. W kolejnym rozdziale grupa 6 autorów (R. F. Whitcomb, C. S. Robbins, J. F. Lynch, B. L. Whitcomb, M. K. Klimkiewicz i D. Bystrak) prezentują badania wpływu fragmentacji lasu na skład gatunkowy i zagęszczenie awifauny leśnej. Trzy wnioski autorów godne są uwagi: brak ogólnej prostej zależności między liczbą gatunków ptaków a wielkością powierzchni; do gatunków nie tolerujących rozdrobnienia lasu należą gatunki migrujące, bytujące w głębi lasu, budujące gniazda otwarte oraz gnieźdzące się na ziemi; oraz wniosek trzeci — skuteczna ochrona awifauny wymaga tworzenia rezerwatów znacznie większych niż niezbędne dla ochrony roślin leśnych. Rezerваты te powinny obejmować zwarty las o powierzchni setek a nawet tysięcy hektarów.

Rozdział 9 napisał jeden z asów ekologii amerykańskiej — R. M. May. Przedstawiony przez niego model zmian liczebności populacji ptaków migrujących spowodowany fragmentacją lasu jest szczytem prostoty i elegancji. Model, a właściwie dwa — ogólny i jego rozwinięcie jest oszczędny zarówno w formuły jak i słowa. Niezbędne ryciny świetnie interpretują to co autor chciał pokazać. Doprawdy rzadko zdarza się aby przeciętny, nie wykształcony matematycznie biolog, za jakiego się uważam, bez większego trudu mógł śledzić tok rozumowania autora modelu. Warto ten rozdział polecić każdemu aby przeczytał go choćby w celach dydaktycznych.

Kolejne dwa rozdziały poświęcone są również modelowaniu: grupa 5 autorów (W. C. Joh-

nsón, D. M. Sharpe, D. L. DeAngelis, D. E. Fields i R. J. Olson) stworzyła rozbudowany model rozsiewu nasion drzew między „wypami” lasu, natomiast V. A. Rudis i A. R. Ek starają się przedstawić ogólne geograficzno-przyrodnicze założenia modelu wyspowych ekosystemów w krajobrazie. Autorzy jedynie formułują założenia modelu, nie doprowadzając go do rozwiązań numerycznych.

Rozdział 12 napisany przez A. L. Sullivana w sposób kontrowersyjny podejmuje zagadnienie ochrony i sterowania przyrodą miasta. Jego poglądy dobrze oddaje dyskusyjna teza, iż kulturowym skrzywieniem, szczególnie rozpowszechnionym wśród naturalistów, jest mniemanie, że przyroda może egzystować jedynie na obszarach naturalnych a dominacja człowieka jest uważana za rodzaj zanieczyszczenia. Autor recenzji jest niestety obciążony tą dewiacją, przynajmniej jeżeli chodzi o gatunki i ekosystemy znane pod nazwą rodzimych. Warto jednak rozdział przeczytać, bowiem jeżeli nawet tezy autora są nieco przerysowane, jego poglądy zmuszają do przemyślenia własnego stanowiska. Rozdział ostatni zarezerwowali dla siebie redaktorzy książki, podsumowując w nim jej bogatą zawartość.

Podsumowując recenzję sądzę, iż „Forest island dynamics...” nie jest dziełem olśniewającym, są w nim rozdziały lepsze i gorsze. Jest to jednak niewątpliwie książka, która zmusza do myślenia. Jej zaletą jest również wielowątkowość. W jednym tomie zebrano badania flory i fauny, modele matematyczne, teorie biogeografii wysp i zagadnienia ochrony przyrody. Warto podkreślić jeszcze jedną jej zaletę. Teoria biogeografii wysp powstała na zachodniej półkuli i tam głównie się o niej dyskutuje. Mimo to autorzy tej książki nie ograniczyli się do kręgu badaczy amerykańskich. Wśród cytowanych Europejczyków jest również kilku Polaków.

Zbigniew Witkowski

D. J. Mabberley — *Tropical Rain Forest Ecology*. XI, 156 str., 18 ryc. Blackie and Son Ltd, Glasgow and London, 1983. Cena — Ł 8.95. ISBN 0-216-91509-0.

Lasy równikowe, od dawna budzące żywe zainteresowanie przyrodników, znalazły się obecnie w centrum powszechnej uwagi jako najbardziej zagrożona w swym istnieniu formacja roślinna na Ziemi. Niebawem szybkie tempo ich niszczenia każe przewidywać, że ostatnie położone poza rezerwatami płaty nie przeżyją końca bieżącego stulecia. Tym większego znaczenia nabiera sprawa należytego poznania ich życia i roli w biosferze oraz możliwie szerokiego spopularyzowania wiadomości na ten temat.

Omawiana książka służy właśnie takiemu celowi. Autor, badacz i znawca lasów równikowych Afryki, Madagaskaru, południowo-wschodniej Azji, Nowej Gwinei i Ameryki Południowej, zajął się przede wszystkim zagadnieniami o ogólniejszym znaczeniu i oparł się na wynikach najnowszych prac z ostatnich lat. Powstała w ten sposób opowieść o lesie równikowym, jakiego nie znamy: sprostowano w niej wiele niesłusznych, dawniejszych poglądów, ujawniono również wiele faktów nowych i zaskakujących.

Na treść książki składa się 9 rozdziałów, poświęconych kolejno: ogólnej charakterystyce lasów równikowych, ich geologicznej historii i panującym warunkom klimatycznym, właściwościom gleb i warunkom troficznym, procesom odnawiania się drzewostanów i sukcesji zbiorowisk leśnych, różnorodności florystycznej i faunistycznej oraz ich przyczynom, procesom ewolucyjnym, współzależnościom pomiędzy roślinami i zwierzętami, przede wszystkim w zakresie zapyłania kwiatów oraz rozsiewania nasion, ekologii związanych z lasem ludów pierwotnych i wreszcie współczesnym zmianom lasów równikowych pod wpływem działalności ludzkiej oraz perspektywom na przyszłość w tym zakresie.

Książka adresowana jest do początkujących studentów uniwersytetów (botaników, leśników, rolników i geografów) i zgodnie z tym napisana niezwykle przystępnie, jasno i treści-

wie. Ze względu na bogactwo danych faktycznych i referencji bibliograficznych oraz oryginalne koncepcje autora służyć może z powodzeniem także czytelnikom bardziej zaawansowanym.

Jan Kornaś

Ghilleen T. Prance (ed.) — *Biological Diversification in the Tropics*. XVI, 714 str., 304 ryc., 36 tab. Columbia Univ. Press, New York, 1982. Cena — 60.— U. S. dol. ISBN 0-231-04876-9.

Niezwykłe bogactwo flory i fauny tropikalnej, zwłaszcza w obszarach panowania lasów równikowych, intrygowało od dawna systematyków i ewolucjonistów. Wysunięto wiele hipotez, zmierzających do wyjaśnienia tego zjawiska. Ich słabą stroną był — przyjmowany do niedawna powszechnie — pogląd, że warunki klimatyczne w strefie równikowej były w przeszłości bardzo wyrównane i niezmiennie, i to co najmniej przez cały okres czwartorzędu i znaczną część trzeciorzędu. Przy takim założeniu trudno było wskazać bodźce, wyzwalające szybką i intensywną ewolucję organizmów tropikalnych.

W ostatnich latach coraz powszechniejsze staje się przekonanie, że gwałtowne oscylacje klimatyczne w plejstocenie, jakie znamy z wyższych szerokości geograficznych Ziemi, nie ominęły również i tropików. Zaznaczyły się tam one kolejnym następstwem okresów suchych (odpowiadających glacjałom) i wilgotnych (odpowiadających interglacjałom). Skutkiem tego obszary zajęte przez wieczniezielone lasy równikowe kilkakrotnie kurczyły się do niewielkich ostoj (refugiów), ustępując miejsca sawannom, a następnie powracały ponownie do rozmiarów, zbliżonych do współczesnych. Te przemiany prowadziły do wymierania niektórych gatunków i gwałtownych procesów ewolucyjnych u wielu innych. W ostatecznym rozrachunku stworzyło to niezwykle bogactwo i różnorodność organizmów tropikalnych.

Teoria taka, zwana ostojową (refuge theory), była przedmiotem międzynarodowego sympozjum, zorganizowanego przez Asocjacje Biologii Tropikalnej (*Association for Tropical Biology*) w Caracas w 1979 r. Wystąpienia sympozjalne w liczbie 37 tworzą treść omawianej książki. Znajdujemy tam m. in. krótki ogólny zarys teorii ostojowej, omówienie dowodów geomorfologicznych, palinologicznych i paleoklimatologicznych, przemawiających za istnieniem plejstoceńskich oscylacji klimatycznych w strefie równikowej, oraz bardzo bogaty zbiór wypowiedzi, potwierdzających fakt nagromadzenia dużej różnorodności gatunków na terenach, co do których dane paleogeograficzne wskazują, że miały istotnie charakter ostojowy. Odnośne przykłady zaczerpnięto zarówno ze świata roślin (głównie okrytozalążkowych), jak i zwierząt (głównie owadów i kręgowców). Większość z nich dotyczy obszarów neotropikalnych, chociaż postarano się również o krótkie naświetlenie analogicznych zjawisk, stwierdzonych w obszarach paleotropikalnych (w Afryce i na Archipelagu Malajskim). W dwóch rozdziałach rozważa się wpływ plejstoceńskich zmian środowiskowych na ludy, zasiedlające Amerykę Południową. Sześć końcowych rozdziałów książki zajmuje się uogólnieniami teoretycznymi, wynikającymi z przyjęcia teorii ostojowej, i jej praktycznymi konsekwencjami dla ochrony ginących gatunków roślin i zwierząt oraz całych ekosystemów.

Omawiana książka rzuca zupełnie nowe światło na mechanizmy ewolucyjne, jakie działały w obrębie flor i faun tropikalnych. Potwierdza ona słuszność teorii ostojowej, zwraca jednak równocześnie uwagę na istnienie wielu dalszych przyczyn, które wpłynęły na uformowanie się wyjątkowego bogactwa życia organicznego w strefie gorącej.

Jan Kornaś

Gustaw Hegi — *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Band I, Teil 1: *Pteridophyta*. 3., völlig neubearbeitete Auflage. Herausgegeben von K. U. Kramer, bearbeitet von J. Dostál und

T. Reichstein, unter Mitarbeit von C. R. Fraser-Jenkins und K. U. Kramer. 309 str., 11 tablic (w tym 9 wielobarwnych), 275 rycin. Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg, 1984. Cena — 228. — DM. ISBN 3-489-50020-2.

„Flora Europy Środkowej” G. Hegiego już w pierwszym wydaniu (1906-1931) zyskała sobie zasłużoną opinię najbardziej pełnego i niezawodowego źródła informacji o roślinach naczyniowych obszaru, który obejmuje m. in. ponad połowę ziem polskich. Prace nad drugim, poprawionym wydaniem przerwała ostatnia wojna. Wznowiono je w latach sześćdziesiątych; część opracowanych obecnie tomów ukazuje się jako wydanie drugie, część stanowi już trzecią, zupełnie nową wersję dzieła. Odzwierciedla ona zasadnicze zmiany, jakie nastąpiły w ostatnim pięćdziesięcioleciu we florystyce europejskiej. Zjawisko to jest tylko z pozoru zaskakujące: przed pół wiekiem znane już były co prawda niemal wszystkie gatunki roślin naczyniowych, występujące w Europie Środkowej, ale procesy ewolucyjne, które doprowadziły do ich powstania, zaczęto rozumieć dopiero w ostatnich latach. Dzięki temu systematyka roślin środkowoeuropejskich stała się znacznie bardziej naturalna, lecz równocześnie bardziej zawiła i trudniejsza do stosowania w praktyce.

W żadnej grupie roślin nie zaznacza się to tak wyraźnie, jak w obrębie paprotników; badania eksperymentalne wyprzedziły tu na wiele lat podobne prace prowadzone nad roślinami kwiatowymi. Opublikowany ostatnio tom trzeciego wydania flory Hegiego, poświęcony paprotnikom, zasługuje z tego powodu na szczególną uwagę i rozpowszechnienie, także poza wąskim kręgiem specjalistów-pteridologów.

Współautorami tomu są: prof. J. Dostál z Pragi, na którym spoczywał główny ciężar przygotowania opisowej i formalno-systematycznej części dzieła, oraz prof. T. Reichstein z Bazylei¹ i C. R. Fraser-Jenkins z Londynu, którzy zajęli się przede wszystkim naświetleniem zagadnień ewolucyjnych. Redaktorowi tomu, prof. K. U. Kramerowi z Zurychu, przypadło w udziale m. in. przedstawienie systematyki paprotników na poziomie wyższym od gatunku i przygotowanie kluczy do ich oznaczania. W sumie powstała bardzo udana całość, o dobrze wyważonych proporcjach pomiędzy wszystkimi aspektami opracowania, przystępna, lecz w niczym nie rezygnująca ze ścisłości naukowej. Może ona w równej mierze służyć jako praktyczny przewodnik do oznaczania środkowoeuropejskich paprotników, jak i jako źródło wielostronnych informacji o najnowszych osiągnięciach badań nad tą grupą roślin. Temu ostatniemu celowi służą m. in. obszerne wykazy bibliograficzne, zamieszczone zarówno w rozdziałach wstępnych, jak i w omówieniach poszczególnych rodzin, rodzajów oraz niektórych trudniejszych grup wewnątrzrodzajowych. Natomiast przydatność książki jako klucza do oznaczania znakomicie podnoszą liczne, bardzo piękne ilustracje, ukazujące pokroje i szczegóły diagnostycznie ważne dla wszystkich niemal omawianych gatunków. Nie brak również mikrofotografii spor oraz map zasięgowych. Prawdziwą ozdobę książki stanowią sylwetki liści paproci, szczególnie wyraziście podkreślające ich cechy rozpoznawcze.

Główny trzon omawianego dzieła tworzą — podobnie jak we wszystkich innych florach opisowych — charakterystyki poszczególnych gatunków (których łączna liczba wynosi 100). Obejmują one m. in. obowiązującą nazwę i wykaz synonimów, opis morfologiczny (uwzględniający zawsze budowę spor i liczbę chromosomów), dane co do biologii rozmnażania i fenologii (zwłaszcza okresu dojrzewania spor) oraz omówienie wymagań siedliskowych, ogólnego zasięgu geograficznego i szczegółowego rozmieszczenia na terenie objętym opracowaniem. Tam, gdzie to było możliwe, zamieszczono dyskusję filogenetycznych powiązań gatunków i sposobu ich przypuszczalnego powstania (opartą o dane cytologiczne, embriologiczne i eksperymentalno-genetyczne). Wiele uwagi poświęcono omówieniu zmienności wewnątrzgatunkowej, przy czym starano się zawsze odróżnić zmienność modyfikacyjną, bardzo u paprotników rozpowszechnioną, od nie mniej częstej zmienności uwarunkowanej genetycznie.

¹ Laureat nagrody Nobla w dziedzinie medycyny z 1950 roku.

Na specjalną uwagę zasługują zamieszczone w omawianym tomie opracowania grup krytycznych, których systematykę udało się wyjaśnić dopiero niedawno, dzięki zastosowaniu metod eksperymentalnych i wykorzystaniu zdobyczy nowych technik badawczych w zakresie chemotaksonomii i palinotaksonomii. Są to m. in. rodzaje *Asplenium*, *Cystopteris* i *Polypodium* oraz niektóre grupy gatunków w obrębie rodzaju *Dryopteris* (np. gatunki z pokrewieństwa *D. dilatata* i *D. filix-mas*). Ujawniają one ogromną rolę procesów hybrydyzacji i poliploidyzacji w ewolucji paprotników europejskich, która miała najczęściej charakter typowo „retikularny” (reticulate evolution). W parze z tym idzie nader obfite występowanie w przyrodzie dwójakiego rodzaju mieszańców: nie utrwalonych typów diploidalnych, triploidalnych itd., niezdolnych do normalnego rozmnażania płciowego, oraz utrwalonych allopoliploidów, zachowujących się jak samodzielne gatunki. Stwarza to oczywiście dodatkowe trudności przy identyfikacji zebranego w terenie materiału; by im choć w części zapobiec uwzględniono w omawianym opracowaniu — obok wszystkich utrwalonych gatunków mieszańcowego pochodzenia — także wiele nie utrwalonych mieszańców międzygatunkowych o ograniczonej płodności (37 w rodzaju *Asplenium*, 23 w rodzaju *Dryopteris*, 9 w rodzaju *Equisetum*, 6 w rodzaju *Polystichum* itd.). Odpowiednie opisy i ryciny, z których wiele udostępniono szerszemu kręgowi czytelników po raz pierwszy w omawianym tomie, mogą ogromnie ułatwić rozpoznawanie takich mieszańców i tym samym przysporzyć dalszych obserwacji na temat częstości występowania procesów hybrydyzacyjnych u paprotników.

Wszystkie te innowacje prowadzą oczywiście do pomnożenia liczby jednostek taksonomicznych, jakie należy rozpoznawać. Pobieżny przegląd omawianego tomu ujawnia co najmniej osiem takich taksonów o randze gatunków, siedem podgatunków i kilkadziesiąt mieszańców, najprawdopodobniej wchodzących w skład naszej flory, a nie uwzględnionych w jej dotychczasowych opracowaniach przeglądowych („Florze polskiej”, „Roślinach polskich” Szafera, Kulczyńskiego i Pawłowskiego, itd.). Kilka tych taksonów zasygnalizowano już z Polski w najnowszych publikacjach specjalnych, inne czekają dopiero na odnalezienie. Pteridologia zyskuje zatem — nawet w skali naszego kraju — na atrakcyjności, lecz równocześnie staje się o wiele trudniejsza, niż nam się dotąd wydawało.

Jan Kornaś

Andrzej Ślebodziński — Zarys endokrynologii zwierząt użytkowych. Wyd. II, 493 str. PWN, Warszawa 1983, cena 140 zł.

Pojawienie się II wydania książki „Zarys endokrynologii zwierząt użytkowych” należy przyjąć z dużym zadowoleniem bowiem jest to jedyna książka w języku polskim, która tak szczegółowo omawia mechanizm regulacji humoralnej czynności ustrojowych zwierząt. Zwrócić należy uwagę, że w piśmiennictwie naszym było bardzo mało książek poświęconych endokrynologii klinicznej („Endokrynologia kliniczna” W. Hartwig, „Nauroendokrynologia kliniczna” R. Klimek i M. Pawlikowski oraz „Endokrynologia kliniczna wieku rozwojowego” B. Górnicki i T. Pawlikowski) natomiast zagadnienia endokrynologii zwierząt były przedstawiane tylko w zarysie w podręcznikach fizjologii zwierząt.

Autor książki, fizjolog specjalizujący się w zagadnieniach endokrynologii, aktywny badacz regulacji hormonalnej procesów życiowych zwierząt, potrafił wybrać najistotniejsze zagadnienia tej dziedziny wiedzy i przedstawić je w taki sposób, że pomimo upływu 6 lat od pierwszego wydania, jest to książka nowoczesna i przedstawia mechanizmy regulacyjne na poziomie molekularnym oraz zależność ich od ośrodkowego układu nerwowego, dane dotyczące hormonów tkankowych, prostaglandyn w takim ujęciu jak obecnie się przyjmuje.

W pierwszym dziale zawarte są wiadomości ogólne, w których jest przedstawiony rys historyczny rozwoju endokrynologii, terminologia i mianownictwo endokrynologiczne, chemizm

hormonów, metody immunologiczne oznaczania hormonów, molekularny mechanizm działania hormonów, udział ich w homeostazie oraz właściwości integracyjne i adaptacyjne.

W dziale drugim, fizjopatologia układu dokrewnego, autor omawia szczegółowo zależność funkcji gruczołów obwodowych od ośrodkowego układu nerwowego, anatomie gruczołów obwodowych, biochemię poszczególnych hormonów oraz ich molekularne mechanizmy działania. Oprócz hormonów uwalnianych przez gruczoły wewnętrznego wydzielania omówione są hormony przewodu pokarmowego, nerkowe i prostaglandyny. Przy omawianiu właściwości biologicznych uwzględnione są także odstępstwa od normy — fizjopatologia.

W dziale następnym dotyczącym części problemowej jest przedstawiona endokrynologia rozwojowa, endokrynologia samca, samicy, ciąży i laktacji. Przedstawione są również zagadnienia endokrynologii ptaków i ryb.

W książce zamieszczone są też dane dotyczące mechanizmów działania substancji zapachowych — feromonów. W tym dziale są też zagadnienia praktyczne takie jak zastosowanie gonadotropin w praktyce hodowlanej, synchronizacji rui i porodów oraz możliwości wykorzystania preparatów tarczycowych w hodowli poszczególnych gatunków zwierząt. Dział ten kończy się farmakologią hormonów — możliwości ich otrzymywania z organopreparatów, oraz testowaniem ich.

Książka napisana jest przejrzyście. Należy podkreślić, że autor przestrzegał ściśle obowiązującego mianownictwa endokrynologicznego. Praca ilustrowana jest około 50 ilustracjami z prac źródłowych oraz trzema tablicami barwnymi, które umożliwiają zrozumienie skomplikowanych mechanizmów ustrojowych.

Zdaniem moim, tytuł książki został zbyt skromnie ujęty jako zarys endokrynologii, bowiem treść jej jest pełna, zaś poruszane problemy są szeroko omawiane.

Książka „Zarys endokrynologii zwierząt użytkowych” jest cennym uzupełnieniem naszego fizjologicznego piśmiennictwa i może być wykorzystana przez studentów wydziałów weterynaryjnych i zootechnicznych uczelni rolniczych, studentów wydziałów biologicznych uniwersytetów i wyższych szkół pedagogicznych oraz do kształcenia specjalistów na kursach podyplomowych.

Zygmunt Ewy

Włodzimierz Michajłow — Zarys parazytologii ewolucyjnej. Wyd. II zmienione i rozszerzone. PWN, Warszawa, 1983.

Obecne opracowanie jest drugim, zmienionym i uaktualnionym wydaniem książki, która po raz pierwszy ukazała się w 1968 roku. Jak stwierdza sam Autor w przedmowie: „...nauki przyrodnicze uległy — podobnie jak cała biologia — przyspieszonemu rozwojowi. Rozwinęły się szczególnie takie działy jak fizjologia, biochemia oraz immunologia pasożytnictwa, podjęto szeroko zakrojone badania nad ekologią pasożytów, często w związku z aktualną problematyką ochrony i kształtowania środowiska życia współczesnego człowieka.” Znalazło to wyraz w obecnym wydaniu książki, poprzez wprowadzenie nowych rozdziałów, takich jak: O roli zjawiska pasożytnictwa w ewolucji świata zwierzęcego; O różnych postaciach pasożytnictwa oraz różnych drogach powstawania układów „pasożyt-żywiciel”; Ewolucja układów „pasożyt-żywiciel” w świetle analizy systemowej. Pasożytnictwo a powstawanie gatunków; Problemy ewolucyjne zmian ultrastruktury w układach „pasożyt-żywiciel”; Procesy biochemiczne i biofizyczne w świecie pasożytów, ich zmienność; Zmienność fenotypowa i genotypowa w świecie pasożytów; Parazytocenologia i parazytologia ewolucyjna; Problemy ewolucji pasożytnictwa a parazytologia środowiska.

Omawiana książka, dając przegląd teorii, poglądów interpretacji zjawisk szeroko rozumianego pasożytnictwa na tle ogólnobiologicznym, umożliwia zapoznanie się z poglądami zarówno autorów zagranicznych, jak i polskich. Szczególnie istotne jest podkreślenie osiągnięć polskich

parazytologów, co ma również odbicie w cytowanej literaturze. Opracowanie W. Michajłowa pozwala na łatwiejszą interpretację wyników szczegółowych, pozostawiając jednocześnie możliwość formułowania nowych pytań i problemów. Dlatego też sądzę, że książka ta jest cenna nie tylko dla studentów wydziałów biologii, weterynarii i medycyny, ale także dla wszystkich, których interesują sprawy ogólniejszej natury.

Prof. W. Michajłow jest znanym popularyzatorem idei ewolucji w biologii i parazytologii, a obecna książka stanowi kontynuację Jego dotychczasowych działań. Jestem przekonany, że książka ta pobudzi młodych ludzi do myślenia o sprawach ogólniejszych, gdyż stanowi bogate źródło informacji, popartych wyważonymi komentarzami Autora. Ogromna tolerancja Autora sprawia, że pozwala On czytelnikowi na wyciągnięcie własnych wniosków i włączenie się do ogólnej dyskusji. Jest niewątpliwym osiągnięciem to, że Autor nie przytłacza czytelnika własną indywidualnością. Wydaje się to szczególnie ważne w dobie ogólnej agresywności, także w sposobie podawania informacji.

Książka „Zarys parazytologii ewolucyjnej” liczy 453 strony, jest dobrze ilustrowana rysunkami, fotografiami i tabelami. Bardzo starannie został przygotowany skorowidz. Szkoda tylko, że ładnie zaprojektowana okładka nie została polakierowana, gdyż granatowa farba zostaje na palcach czytelnika.

Mirosław Stankiewicz

W. N. Stiepanow — *Priroda mirowogo okieana*. 192 str. Proswieszczenije, Moskwa, 1982.

Autor zajmuje się już od wielu lat zagadnieniami oceanograficznymi i ma na swym koncie naukowym wiele ciekawych prac z tej dziedziny. Książka, którą obecnie oferuje czytelnikom, składa się z pięciu obszernych rozdziałów. W pierwszym omówiono problemy podziału Oceanu Światowego, rozmiary jego poszczególnych części i rzeźbę dna morskiego, a w drugim najważniejsze właściwości wód oraz cyrkulacje poziomą i termohalinową.

Rozdział trzeci zapoznaje nas z warunkami życia w oceanach, jak również z bogactwem i różnorodnością form biologicznych przydatnych w wyżywieniu wciąż wzrastającej liczby ludności kuli ziemskiej. Dowiadujemy się m. in., że globalna biomasa wszystkich oceanów stanowi około 35 miliardów ton, z czego na zwierzęta przypada aż 32,5 mld t. Jest to uwarunkowane wyjątkową przewagą szybko rozmnażających się jednokomórkowych glonów będących doskonałym pokarmem planktonu zwierzęcego.

Według danych UNESCO, około 2/3 wszystkich schorzeń człowieka jest wywołanych małym spożyciem niektórych substancji chemicznych znajdujących się w wielkich ilościach w glonach i różnych zwierzętach morskich. Zwłaszcza bezkręgowce mogą dostarczyć sporo witamin i mikroelementów. W Japonii i innych krajach intensywnie wykorzystujących produkty mórz, miazdzyca oraz niektóre podobne choroby związane z zakłóceniem przemiany materii, nie występują zbyt często. W codziennej diecie ponad półtora miliarda ludzi zamieszkujących wybrzeża Oceanu Indyjskiego i Spokojnego dominuje białko pochodzące z organizmów morskich. Jego ogólną ilość w wyławianych zwierzętach szacuje się na około 10 mln t. Stanowi to mniej więcej 1/5 obecnego zapotrzebowania populacji ludzkiej naszej planety. Jeżeli w 2000 roku nie uda się zwiększyć połowów do 130 mln t rocznie, to niedobory białka w naszym wyżywieniu będą bardzo poważne. Na przełomie lat siedemdziesiątych światowe połowy ryb i innych zwierząt morskich kształtowały się na poziomie 65-70 mln t rocznie, zaś u schyłku wymienionego okresu spadły do 55-60 mln t. W 65% są one wykorzystywane w postaci produktów spożywczych, a reszta przeznaczana jest do wyrobu mączki paszowej, a także ma zastosowanie w medycynie, kosmetyce, garbarstwie itd. Ryby stanowią 70% połowów. Spośród 16 tys. gatunków żyjących w morzach i oceanach, zaledwie 200 ma istotne znaczenie. Mimo, że ilość bezkręgowców jest znacznie większa niż ryb, roczne połowy szacuje się tylko na 5 mln t. Zdecydowanie przeważają mięczaki (70%), skorupiaki (30%) i szkarłupnie (1%). Ich wartość

odżywcza jest duża i dlatego mogą zastąpić z powodzeniem mięso ryb i zwierząt lądowych.

Ze znanych nam 15 tys. gatunków roślin morskich człowiek zużytkowuje jedynie 70. Szczególną rolę odgrywają glony dostarczające cennego pokarmu i surowców przemysłowych. Mimo, że zawierają dużo białka, tłuszczów, soli mineralnych i witamin, nie są jeszcze konsumowane w odpowiednich ilościach.

W rozdziale czwartym obrazowano cykle biogeochemiczne oraz zasoby chemiczne i geologiczne oceanów, a ponadto zwrócono uwagę na zagadnienia odsalania wód i wykorzystywania źródeł energetycznych oceanu. Autor zaznacza m. in., że w ciągu roku rzeki znoszą do Oceanu Światowego od 12,7 do 18,5 mld t różnych zawiesin, a spływ rozpuszczalnych substancji określa się na 3 mld t. Między oceanami przenosi się rocznie $7 \cdot 10^{14}$ t soli. Główny udział w wymianie ma południowa część Oceanu Światowego. Najwięcej soli przenosi się w Oceanie Indyjskim, w ciągu roku prawie $250 \cdot 10^{12}$ t, co stanowi około 36% ich ogólnej zawartości w Oceanie Światowym. W Oceanie Atlantyckim $233 \cdot 10^{12}$ t (33%), w Spokojnym $200 \cdot 10^{12}$ t (29%), a w Morzu Arktycznym tylko $13 \cdot 10^{12}$ t (2%). Chlorki i węglany stanowią 85% wszystkich rozpuszczonych soli. Wymiana jonów chlorku, sodu, potasu, manganu, antymonu i bromu odbywa się raz na 100 milionów lat. W czasie parowania sole przedostają się na zewnątrz w postaci rozproszenia molekularnego. Z całej powierzchni Oceanu Światowego przenika do atmosfery co roku około 250 mln t rozpuszczonych substancji, odgrywających ogromną rolę w przyrodzie. Najwięcej, bo w przybliżeniu 130 mln t, pochodzi z Oceanu Spokojnego, zaś najmniej z Morza Arktycznego. Jeszcze większa jest ilość soli wynoszona na ląd w wyniku rozbryzgiwania wody przy falowaniu. Obliczono, że na odcinek wybrzeża o długości 1 km przenosi się rocznie z oceanu około 2000 t soli. Biorąc pod uwagę globalną długość linii przegowej Oceanu Światowego (250 tys. km), łatwo można uzmysłowić sobie doniosłość problemu.

Materia organiczna występuje w oceanach w postaci roztworów i koloidów, przy czym ilość pierwszych zdecydowanie przewyższa drugie. Natomiast zawiesina stanowi praktycznie jedyny materiał, z którego tworzą się osady dennie. W wodach oceanicznych rozkłada się na związki mineralne od 92 do 97% całej substancji organicznej powstającej w wyniku fotosyntezy i przenoszonej z ładu. W postaci zawiesin dociera w ciągu roku do dna 1-3 mld t organicznego węgla. W osadach dennych zawartych jest mniej więcej $150 \cdot 10^{14}$ t materii organicznej.

Rozpatrując bogactwa chemiczne i geologiczne W. N. Stiepanow nadmienia, że wydobyta z oceanów sól kuchenna, pokryłaby całą powierzchnię lądów warstwą o grubości 150 m. Natomiast łącznie z innymi solami osiągnęłaby miąższość 200 m. Nie bez znaczenia są również, znajdujące się pod dnem morskim zapasy ropy naftowej i gazu ziemnego oceniane na wiele miliardów ton. W latach siedemdziesiątych wydobywano z mórz prawie 600 mln t ropy rocznie, czyli 20% ogólnej produkcji światowej. Z dna można też uzyskiwać rudy żelaza, cynę, miedź, fosforyty itd. Warto zaznaczyć, że Japonia wydobywa z dna morskiego 30% swego węgla. Ostatnio wzrosło znacznie zainteresowanie dennymi substancjami mineralnymi. Szczególnie chodzi tu o wartościowe polimetaliczne koncentracje, których ilość szacowana jest na 10 do 1500 mld t. Największe ich stężenie zostało stwierdzone w Oceanie Spokojnym. Sumarycznie zawierają one w przybliżeniu 42 mld t manganu, 620 mln t kobaltu, 1340 mln t niklu, 860 mln t miedzi, 140 mln t cynku, 120 mln t cyrkonu, 80 mln t molibdenu. Jest rzeczą znaną, że światowe zasoby manganu w złożach lądowych ocenia się jedynie na 10 mld t, kobaltu — 10 mln t, niklu — 15 mln t, a miedzi na 1000 mln t. Przy obecnym poziomie zapotrzebowania wystarczy ich odpowiednio na 700, 140, 120 i 40 lat. W dalszej przyszłości możliwe będzie wykorzystywanie na wielką skalę mulów globigerynowych, które zalegają na głębokości 4500-5000 m i pokrywają prawie 1/3 dna Oceanu Światowego. Ich globalne zapasy ocenia się na 10^{14} t, a trzeba pamiętać, że zawierają one do 95% węglanu wapnia i nadają się do wyrobu wysokowartościowego cementu. Również ziemia okrzemkowa o ogólnych zasobach 10^{13} t oraz glina czerwona stanowią cenny materiał przemysłowy.

W rozdziale piątym przedstawiono wpływ Oceanu Światowego na klimat Ziemi, a ponadto zwrócono uwagę na stale zwiększające się zanieczyszczenie wód morskich w wyniku gospodarczej działalności człowieka. W. N. Stiepanow nadmienia, że jednostka powierzchni oceanów pochłania w przybliżeniu dwa razy więcej energii słonecznej niż ląd. W ciągu długiej historii naszego globu, w wodach oceanicznych nagromadziła się ogromna ilość ciepła, równa $7,6 \cdot 10^{21}$ kcal. Tę gigantyczną akumulację można tłumaczyć wysoką pojemnością cieplną wody i jej intensywnym mieszaniem się, co z kolei prowadzi do złożonego przegrupowywania ciepła w masie oceanu. Wystarczy wspomnieć, że pojemność cieplna całej atmosfery jest cztery razy mniejsza od dziesięciometrowej warstwy Oceanu Światowego. Nie mniej ważnym elementem określającym klimat są procesy termiczne związane z obiegiem wilgoci. Główna masa energii słonecznej zużytkowuje się na parowanie. Na lądzie parowanie jest uzależnione nie tylko od ilości pochłanianego promieniowania słonecznego, lecz również od stopnia wilgotności. W niskich szerokościach geograficznych (Ameryka Środkowa, część Południowej, centralne połacie Afryki, południowo-wschodnie rejony Ameryki Północnej) wydatkowanie ciepła na parowanie jest dość duże ($40\text{--}60$ kcal/cm² rocznie), natomiast w strefie umiarkowanej niewielkie, bo zaledwie $10\text{--}20$ kcal/cm². Przy czym największe nasilenie zjawiska obserwujemy w okresie wiosenno-letnim. W Oceanie Światowym zużywa się na parowanie od 1,5 do 2 razy więcej ciepła niż na lądzie. Odpowiednio do wzrostu temperatury wody i powietrza w kierunku od obszarów polarnych do tropików, ilość ciepła zużywana do parowania zwiększa się stopniowo od 10 do 110 kcal/cm² rocznie. W strefie równikowej ubytek ciepła na parowanie zmniejsza się do $75\text{--}100$ kcal/cm², a we wschodniej części Oceanu Spokojnego nawet do 25 kcal/cm². Wyjaśnia się to intensywnymi prądami wstępującymi w atmosferze a w konsekwencji zwiększonym zachmurzeniem oraz obfitością opadów. W niskich szerokościach Oceanu Światowego zużywa się na parowanie od 90 do 100% całej pochłanianej energii słonecznej, natomiast w miarę zbliżania się do biegunów strata ciepła zmniejsza się nawet poniżej 25% .

Analizując zagrożenie środowiska autor przypomina, że w ciągu roku dostaje się do atmosfery od 240 do 790 mln t różnych szkodliwych substancji. Nie wiadomo jednak, ile z tego przenika do Oceanu Światowego. Według prognoz, u schyłku stulecia jedynie erupcja lotnych zanieczyszczeń stanowić będzie około 720 mln t rocznie. Najbardziej dają się we znaki odpady energetyczne, w ciągu roku $133\text{--}250$ mln t, przemysłowe — $91\text{--}540$ mln t, rolnicze — 14 mln t, komunalne — 3 mln t. W USA komin fabryczne emitują co roku ok. 50 mln t popiołu i 26 mln t dwutlenku siarki. Ponadto w dymach znajdują się różne inne trujące związki. Na podstawie obliczeń stwierdzono, że od początku naszego wieku oświetlenie słoneczne Paryża zmniejszyło się o $1/4$, ponieważ ilość gazów i pyłów wzrosła 16 razy. Najwięcej toksyn pochodzi ze spalin samochodowych. Jako przykład może posłużyć miasto Los Angeles, gdzie codziennie z rur wydechowych przedostaje się do atmosfery 6500 t dwutlenku węgla, 1300 t węglowodorów, i 600 t tlenu azotu. W Rzymie stwierdzono, iż stężenie dwutlenku węgla przewyższa niekiedy 500 razy dopuszczalną normę. We Frankfurcie nad Menem zbadano wyrwykowo 158 osób i u wszystkich wykryto ołów we krwi, a u co szóstego jego poziom był wyższy od krytycznego. Jeszcze gorsze wyniki zanotowano, gdy przeprowadzono podobne badania w Tokio. W przeciwieństwie do powietrza i wód, gleba raz zanieczyszczona kumuluje szkodliwe substancje przez długi czas. A trzeba pamiętać, że rokrocznie wprowadza się na pola uprawne naszej plantety 300 mln t nawozów mineralnych i 4 mln t chemicznych związków trujących do zwalczania chorób roślin. Część spływa rzekami i wodami podziemnymi do mórz i oceanów. Niedawne doświadczenia wykazały, że jedna część pestycydu, endryny, na 5 mld części wody może już spowodować zagładę ryb. Poważnym zagrożeniem jest również ropa naftowa, która w ilości od 5 do 10 mln t dostaje się w ciągu roku do Oceanu Światowego. Jeszcze większe niebezpieczeństwo stanowią odpady radioaktywne pochodzące z elektrowni atomowych i z udoskonalania broni masowej zagłady. Warto odnotować, że w latach $1945\text{--}1963$ dokonano na lądzie, morzu i w powietrzu 450 prób z bombami nuklearnymi. Traktat o zaprzestaniu wybuchów podpisany przez ZSRR, USA i Wielką Brytanię niewiele pomógł, gdyż ChRL i Francja nie zaniechały swych eksperymentów. Na zakończenie W. N. Stiepanow omawia

możliwości przekształcania klimatu Ziemi i wykorzystywania na wielką skalę energii pochodzącej ze Słońca.

Recenzowana książka stanowi pozycję cenną i niezwykle interesującą. Została opracowana fachowo i starannie. Wszystkie najistotniejsze problemy dotyczące przyrody Oceanu Światowego zostały przedstawione wyczerpująco i bardzo przystępnie. Autor opierał się nie tylko na własnych badaniach, lecz wykorzystał również najważniejsze osiągnięcia różnych innych specjalistów. Zwrócił przy tym szczególną uwagę na ustawicznie potęgujące się zanieczyszczenie środowiska, pogarszające warunki naszego życia i omówił zasady skoordynowanej akcji mającej na celu przeciwdziałanie tym niepokojącym tendencjom. Do swej pracy włączył też liczne mapy, tabele, fotografie i rysunki, które pozwalają czytelnikowi lepiej zrozumieć i łatwiej przyswoić poruszane tematy. Spis literatury obejmuje 50 tytułów wyselekcjonowanych trafnie i z wyczuciem.

W następnym wydaniu tej wartościowej publikacji należałoby poświęcić więcej miejsca osadom dennym, falowaniu, pływom i roślinom morskim. Oprócz tego przydałby się koniecznie indeks nazw łacińskich wymienionych roślin i zwierząt. Glony nie mają korzeni i dlatego nie przytwierdzają się nimi do dna! (str. 98). Jeżeli pisze się o zanieczyszczeniu środowiska, to nie można przytaczać przykładów pochodzących wyłącznie z Europy Zachodniej, USA i Japonii. Ciekawe byłyby dane dotyczące ZSRR i innych krajów socjalistycznych.

Pomimo tych drobnych usterek, książka zasługuje na zapoznanie się z nią.

Roman Karczmarczyk

A. L. Tachtadżian (red.) — Riedkije i iszczezajuszczije widy flory SSSR. 2 wyd. 262 str., 43 fot., 27 map. Nauka, Leningrad 1981.

Praca pt. „Rzadkie i zanikające gatunki flory ZSRR, wymagające ochrony” stanowi drugie wydanie wykazu opublikowanego po raz pierwszy w 1975 r. pod nazwą „Czerwona Księga”, obejmującego dziko rosnące gatunki flory ZSRR wymagające ochrony. Omawiane wydanie z 1981 roku podaje wiadomości o około 700 gatunkach roślin naczyniowych ZSRR, spośród liczby rzadkich, zanikających, ginących lub nadmiernie eksploatowanych, przeważnie endemitów. W pracy uwzględnione zostały następujące dane o roślinach rzadkich i ginących: nomenklatura, geografia i rozmieszczenie, stopień rzadkości oraz środki zapobiegawcze, które należy przedsięwziąć w celu ochrony poszczególnych gatunków. Załączone mapki uwzględniają areale kilkudziesięciu gatunków, spośród bardzo rzadkich. Fotografie czarno-białe bardzo udane, starannie wykonane, uwzględniają charakterystyczne cechy obiektów roślinnych. W pracy uwzględniono też rozszerzone regionalne wyliczenia roślin zalecanych do ochrony.

W artykule zatytułowanym „Od Redaktora” akademik A. L. Tachtadżian podkreśla zagrożenia dla flory wynikające ze współczesnej cywilizacji. Degradacja przyrody nigdy nie osiągała takich globalnych wymiarów i takiego nasilenia jak w ostatnich dziesięcioleciach bieżącego wieku. Zagrożenie nadchodzącą katastrofą ekologiczną nigdy nie było tak realne jak teraz. Do licznych czynników, zakłócających równowagę ekosystemów i normalny przebieg zachodzących w nich wszystkich naturalnych procesów wzrostu, rozwoju i regeneracji, należą: rozwój przemysłu i transportu, wzrost ilości miejskich odpadów bytowych, wyrzuty zanieczyszczeń do atmosfery i do zbiorników wodnych. Jednym z ważnych czynników jest również nierozsądne, krótkowzroczne, często drapieżne wykorzystywanie zasobów naturalnych. Do tych czynników dochodzą jeszcze „presja rekreacyjna”, masowa turystyka i wypoczynek „na łonie przyrody”. Również znaczny uszczerbek i straty przynoszą przyrodzie nadmierne zbiory surowca roślinnego przede wszystkim dziko rosnących roślin leczniczych. W ten sposób działalność człowieka, jego nieprzemyślane wtargnięcia naruszające harmonię przyrody prowadzą nie tylko do zanikania całych ekosystemów, lecz również do zubażania tych ostatnich. Tachtadżian podaje dewizę, wypowiedzianą przez angielskiego przyrodnika Gerarda Darrela: „W moich

oczach wyniszczenie jakiegokolwiek gatunku — to czyn kryminalny, równy zniszczeniu niepowtarzalnych pomników kultury takich jak płótna Holendra Rembrandta lub ruin Akropolu w Grecji”.

W przygotowaniu do druku pierwszego wydania z 1975 r. i drugiego wydania z 1981 r. brały czynny udział liczne zastępy dziesiątków specjalistów systematyków botaników ZSRR.

Jakub Mowszowicz

E. Libbert (red.) — *Osnovy obszczej biologii*. 435 str, Mir, Moskwa 1982.

„Podstawy biologii ogólnej” przetłumaczone zostały z języka niemieckiego przez kandydatów nauk biologicznych G. S. Kolesnikowa i Ju. M. Frołowa, pod redakcją akademika W. A. Engelgardta. Tytuł oryginalny brzmi „Kompendium der allgemeinen Biologie”. Jest to już czwarte wydanie książki uczonych z NRD, pod ogólną redakcją prof. E. Libberta, opracowane przez znane wydawnictwo Gustav Fischer Verlag, Jena 1982.

W książce w sposób systematyczny przedstawiono zasadnicze wiadomości odnośnie zagadnień ogólnobiologicznych, jak osobliwość organizacji materii żywej, przemiany substancji kodu genetycznego, dziedziczności, procesów rozmnażania, embriogenezy, mechanizmów regulacyjnych, zachowania się zwierząt, ewolucji i współzależności ekologicznych.

Swoista praca przedstawia w ograniczonej objętości tekstu, zarysowujące się w chwili obecnej, podstawowe zagadnienia biologii ogólnej, różnorodności i szerokiej rozpiętości poziomów, od ogólnego pojęcia życia i materii ożywionej, do najbardziej szerokiego ujęcia, właściwego współczesnej ekologii, przedstawienia jedności ożywionego świata ze środowiskiem. W całej książce zachowany został zwięzły język, dokładność i ścisłość wnioskowania oraz lapidarność licznych sformułowań.

Prof. Libbert podkreśla, że książka jej i współtwórców nie stanowi materiału przeznaczonego do czytania płynnego, jest to lektura „robocza”, zawierająca materiał skondensowany, odgrywający rolę pomocy naukowej. W czwartym wydaniu uwzględniono najnowsze dane, uległy przeróbce rozdziały o budowie i metabolizmie komórki, o realizacji genetycznej informacji i o zmianach dziedzicznych. Uległy rozszerzeniu i bardziej dokładnie oświetlone zostały budowa i funkcje poszczególnych organizmów i ich wielokształtność. Umieszczone w zakończeniu książki przeglądy królestw roślinnego i zwierzęcego, powinny uświadomić nie tylko ich różnorodność, ale również ułatwić czytelnikowi wyjaśnienie, jakie miejsce w systemie zajmuje ta lub inna grupa roślin lub zwierząt wymieniona w tekście. Umieszczono wiele nowych rozdziałów, w tej liczbie o regeneracji, starzeniu się, jak również o ewolucji molekularnej. Wprowadzono nowy rozdział poświęcony człowiekowi i otaczającemu środowisku. Poszczególne rozdziały książki opracowane zostały przez następujących autorów: prof. dr Elisabeth Günter (rozdz. 5, 6, 10), prof. dr Lothar Kämpfe i E. Günter (rozdz. 11), prof. dr Elke Libbert (wstęp, rozdz. 2, 3, 4), E. Libbert i prof. dr Heinz Penzlin (rozdz. 7), prof. dr Hans Joachim Müller (rozdz. 12), H. Penzlin (rozdz. 1, 8, 9). Skomplikowaną pracę ilustracyjną wykonała Inga Dut.

Przypuszczam że podanie dokładnej treści poszczególnych 12 rozdziałów książki, również wymienienie ich podrozdziałów przyczynią się do lepszego zapoznania czytelnika z bardzo obszernymi materiałami, odnoszącymi się do ekologii ogólnej.

Rozdział 1. Podstawowe zasady organizacji systemów ożywionych: Materia ożywiona, informacja. Rozdz. 2. Chemiczne bloki i wzajemne oddziaływanie cząsteczek białka, kwasy nukleinowe, węglowodany, lipidy. Rozdz. 3. Komórka jako jednostka-struktura: komórka (przegląd ogólny), cytoplazma, rybosomy, plazmidy, membrany, jądro komórkowe, mitochondria (przegląd ogólny), system endomembran, mikrofilamenty i ruchy wewnątrzkomórkowe, struktury tubularne, połączenia paraplastmatyczne, (ergastyczne), ściana komórkowa. Rozdz. 4. Przemiana

substancji i energii w komórce: biokataliza, wymiana substancji pomiędzy komórkami a środowiskiem otaczającym, dysymilacja jako źródło energii, asymilacja, przemiana tłuszczu, białka, regulacja aktywności enzymów. Rozdz. 5. Realizacja informacji genetycznej: działanie genów, regulacja aktywności genowej, modyfikacje; allelomorfizm, polifenia cech, (plejotropia). Rozdz. 6. Replikacja i segregacja materiału genetycznego, replikacja DNA, podział komórkowy bakterii, podział komórek i jąder u eukariotów. Rozdz. 7. Organizm: komórka od organizmów jednokomórkowych do wielokomórkowych, od komórki jajowej do organizmu wielokomórkowego, dyferencjacja (różnicowanie), starzenie się biologiczne, hormony. Rozdz. 8. Rozmnażanie: rozmnażanie bezpłciowe, rozmnażanie płciowe, następstwo pokoleń. Rozdz. 9. Pobudliwość — ruch-zachowanie pobudliwość (percepcja bodźca), ruch (ruchomość), zachowanie się. Rozdz. 10. Zmiany dziedziczne: mutacje, rekombinacje. Rozdz. 11. Ewolucja: istota ewolucji, czynniki ewolucji, drogi ewolucji. Rozdz. 12. Współzależność organizmów i środowiska: środowisko, warunki środowiska, organizm a środowisko, populacje i środowisko, ekosystemy, człowiek i środowisko otaczające.

Praca przeznaczona dla biologów wszystkich specjalności, studentów uniwersytetów oraz pracowników medycznych, rolniczych i weterynaryjnych, dla wykładowców biologii w liceach oraz specjalistów dyscyplin pokrewnych. Książka stanowi kwintesencję najnowszych zdobyczy biologii, osiągnięć w dziedzinie nauk przyrodniczych, w dziedzinie chemii i fizyki, fizjologii i genetyki, jak również obfituje w wiele interesujących opracowań oraz osiągnięć naukowych. Nowoopracowany dział o współzależności organizmów i środowiska obejmuje ostatnie badania autekologiczne, demekologiczne (ekologia populacyjna) i synekologiczne (ekologia systematyczna).

Materiał naukowy zawarty w książce podany został w formie systematycznej, zwężonej i ścisłej. Należy zalecić naszej młodzieży akademickiej, studenckiej i licealnej zapoznanie się i przestudiowanie aktualnej lektury biologicznej.

Jakub Mowszowicz

T. Ja. Miakusko, T. W. Zinczenko — Opriedielitel lekarstwiennych rastienij Ukrainy. 122 str. Akad. Nauk. Ukrain. SSR. Institut Botaniki im. N. G. Chorodnogo, Naukowa Dumka, Kijew, 1982.

Ukraińska SRR należy do jednego z ważniejszych obszarów zaopatrujących kraj w dziko rosnące lecznicze surowce roślinne. Na terenie republiki występuje ponad 200 gatunków roślin leczniczych, których większość gromadzona jest dla potrzeb służby zdrowia. W medycynie naukowej rośliny lecznicze i otrzymywane z nich preparaty cieszą się coraz to większą popularnością, stąd z każdym rokiem wzrasta zapotrzebowanie na surowiec roślinny i rosną plany zaopatrzeniowe.

Zbiór surowca roślinnego napotyka też na trudności z tego powodu, że obok roślin leczniczych występują w przyrodzie zbliżone do nich gatunki, podobne pod względem morfologicznym, ale nie wykazujące właściwości leczniczych i nie stosowane w medycynie. Zamiast dziurawca zwyczajnego (*Hypericum perforatum* L.) zbierany może być omyłkowo dziurawiec czteroboczny (*Hypericum maculatum* Crantz), albo zamiast uczepu trójlistkowego (*Bidens tripartita* L.) można omyłkowo zebrać uczep zwisły (*Bidens cernuus* L.) itp.

Omawiana praca przedstawia 135 gatunków roślin leczniczych, oznaczenie których ułatwiają tablice, służące do oznaczania rodzin roślin umieszczonych w kluczu. Następne tablice przedstawiają klucze, ułatwiające rozpoznanie rodzajów, a później gatunków. Oprócz tego podręcznik zawiera specjalne tablice służące do oznaczania gatunków podobnych do leczniczych. Zagadnieniu gatunków podobnych autorzy książki poświęcili dużo uwagi, gdyż brali pod uwagę nie tylko zewnętrzne podobieństwo morfologiczne roślin, lecz również ich rozmieszczenie na terenie Ukraińskiej SRR.

W części specjalistycznej pracy uwzględniono opisy botaniczne leczniczych gatunków roślin. Opisy te uwzględniają również charakterystykę morfologiczną, właściwości ekologiczne gatunku, występowanie na obszarze republiki, zbiór i suszenie surowca leczniczego, skład chemiczny oraz ogólne dane odnośnie zastosowania leczniczego w medycynie. Materiały w części systematycznej rozmieszczone zostały wg systemu wybitnego botanika A. L. Tachtadźina. Pokrewieństwo systematyczne jest szczególnie ważne w badaniach związanych z poszukiwaniami nowych roślin leczniczych, zawierających określone substancje czynne, gdyż filogenetycznie zbliżone do siebie gatunki wykazują zwykle zbliżony skład chemiczny.

Praca zawiera 40 barwnych tablic roślin leczniczych.

Głównym zadaniem omawianej pracy jest niesienie pomocy farmaceutom i pracownikom medycyny, leśnikom, wykwalifikowanym zielarzom i zbieraczom roślin leczniczych w rozpoznawaniu poszczególnych gatunków wykazujących obecność ciał czynnych, działających leczniczo. Książka ta może być również przydatna studentom wyższych lat studiów biologicznych, a także uczniom starszych klas licealnych, a niekiedy nawet zaawansowanym uczniom szkół podstawowych. Nauczyciele biologii w technikach rolniczych, leśnych i zbliżonych typów też mogą korzystać z tej dobrze opracowanej książki.

Jakub Mowszowicz

Pflanzenwelt der Erde — Urania Verlag, Leipzig-Jena-Berlin, 1979, T. 2. Tłumaczenie rosyjskie: 319 str. Mir, Moskwa, 1982.

Świat roślinny Ziemi, zbiorowe dzieło botaników NRD, wydane w dwóch tomach pod kierownictwem prof. dr Franciszka Fukarka. Recenzja pierwszego tomu umieszczona została w „Kosmosie” w 1981 r. (s. 411-412). Recenzję drugiego tomu, przetłumaczonego przez A. N. Sławkowa z języka niemieckiego, przedstawia niniejsze opracowanie. W tym tomie opisano roślinność pustyń i półpustyń, lasów, wysokogórskiej i arktycznej tundry, a także oceanu światowego.

Pragnę zwrócić szczególną uwagę czytelnika na część ilustracyjną dzieła. Ponad 300 stronice opracowanie ma może kilka stronic pozbawionych ilustracji. Wszystkie ilustracje są barwne i dokładnie oddają naturalne kolory wielu setek gatunków roślin. Do tego dochodzą jeszcze liczne kolorowe wykresy, mapy, zestawienia graficzne, schematy, diagramy, wszystko to pięknie przedstawione w subtelnych odcieniach różnych kolorów.

Praca uwzględnia obszerne dane odnośnie strefy półpustyń i pustyń (Sahara, południowoafrykański obszar pustyń, północnoamerykańska pustynia Sonora, pustynie i półpustynie Azji, pustynie przybrzeżne). Strefa stepów przedstawia: stepy wschodnioeuropejskie, środkowoazjatyckie, północnoamerykańskie prerie, południowoamerykańskie pampy. Interesująco opisane są zespoły sklerofitów, roślin „różgowate” postaci, zajmujących obszary z opadami deszczowymi przypadającymi w okresie zimowym. Należą tu: obszar z roślinnością śródziemnomorską, zespoły kalifornijskie sklerofitów zajmujące obszar czilijski roślin twardolistnych, roślinność obszaru kapskiego, obszar australijski lasów i zarośli twardolistnych; na szczególną uwagę zasługują starannie opracowane wilgotne lasy wawrzynowe obszarów umiarkowanych, ciepłych, z wyszczególnieniem lasów wawrzynowych na wyspach Kolchidy, obszaru wschodnioazjatyckich lasów typu wawrzynowego, wilgotnych obszarów wschodnich Ameryki Północnej, w tym lasów kalifornijskich z drzewami mamutowymi (*Sequoia sempervivens*), południowoamerykańskich lasów wilgotnych, wilgotnych lasów Australii, Tasmanii i Nowej Zelandii. W strefie letniozielonych lasów liściastych wyróżnione zostały: europejskie letniozielone lasy liściaste, zespoły roślinne zastępujące letniozielone lasy liściaste, pustkowia krzewinkowe, bagna w strefie letniozielonych lasów liściastych, zbiorniki z wodą stojącą (jeziorka) oraz ich zarastanie w strefie letniozielonych lasów liściastych, zbiorniki z wodą płynącą, występujące w strefie letniozielonych lasów liściastych, lasy brzoźowe Syberii Środkowej, wschodnioazjatyckie lasy letniozielone,

północnoamerykańskie letniozielone lasy liściaste. W wyróżnionej strefie borealnych lasów iglastych znalazły się: roślinność borealnych lasów iglastych oraz roślinność bagienna występująca w strefie borealnych lasów iglastych. Osobno opracowana została roślinność tundry arktycznej. Przedstawiona została roślinność wysokogórska z wyróżnieniem roślinności wysokogórskiej średnich szerokości geograficznych i roślinności wysokogórskiej rozmieszczonej na zwrotnikach. Specjalnie wyróżniony został świat roślinny morza ze szczególnym uwzględnieniem swobodnie unoszącego się ruchliwego planktonu, świata roślinnego bantosu flory wód słonawych.

Literatura wykorzystana do powyższej pracy zawiera 50 pozycji napisanych w językach: niemieckim, polskim (Szafer W. *General Plant Geography*, Warszawa 1975), angielskim i francuskim.

Praca przeznaczona jest dla czytelników interesujących się przyrodą rodzimęj planety.

Jakub Mowszowicz

P. M. Żukowski — *Botanika*. Wyd. 5, 623 str., Kołos, Moskwa, 1982.

Prof. Piotr Michajłowicz Żukowski (1888-1975), wybitny naukowiec, akademik, utalentowany botanik, specjalista w zakresie uprawy roślin, genetyk, przyczynił się ogromnie do rozwoju botaniki teoretycznej i stosowanej oraz genetyki stosowanej. Żukowski był znakomitym naukowcem i wybitnym pedagogiem, jego wykłady i odczyty naukowe zawsze przyciągały obszerne kręgi słuchaczy. Stworzył własną szkołę naukową i wychowywał wielu biologów, botaników oraz specjalistów w dziedzinie uprawy roślin. Opracowany przez Żukowskiego „Kurs botaniki”, spowodował w ZSRR jak również na całym świecie duży rozgłos. Pierwsze wydanie książki ukazało się w 1948 r. W 1951 roku wyszła „Botanika” Żukowskiego w języku polskim, wydana przez Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, przełożona z 3 wydania rosyjskiego przez S. Ehrlicha i T. Różyckiego, pod redakcją Zdzisławy Wójcik.

Piąte wydanie „Botaniki” Żukowskiego przerobione i uzupełnione, przygotowali do druku E. I. Burdonow i A. L. Atabekowa. Podręcznik zawiera wstęp i 7 rozdziałów: 1. Komórka roślinna; 2. Tkanki; 3. Wegetatywne organy roślin, ich budowa i czynności; 4. Sposoby rozmnażania się roślin; 5. Systematyka świata roślinnego i jego ewolucja; 6. Klasyfikacja okrytonasiennych; 7. Elementy geografii roślin.

W piątym wydaniu z 1982 r., zgodnie z postępowaniem nauki, uzupełnione zostały rozdziały o komórce, o wegetatywnych organach roślin, ich budowie i czynnościach oraz dział o grzybach.

Podręcznik Żukowskiego przeznaczony dla studentów wyższych szkół rolniczych ma charakter rolniczy, z tego też punktu widzenia oświetlono i uwzględniono zagadnienia i tematy, związane z gospodarką rolną, uprawą roślin, zagadnieniami ekonomii rolnictwa itp.

Jeśli w poprzednich wydaniach Żukowski oparł systematykę okrytonasiennych na filogenetycznym systemie Grossheima (1945), to już w piątym wydaniu, następni autorzy oparli porządek rzędów i rodzin na nowszym filogenetycznym układzie radzieckiego botanika A. L. Tachtadźiana (1962, 1970).

Praca jest bardzo staranna, zawiera wiele oryginalnych i interesujących poglądów jej pierwszego autora Żukowskiego oraz następnych współtwórców, którzy wzbogacili jej treść, podnosząc jeszcze wyżej jej poziom naukowy. Wydaje mi się, że „Botanika” Żukowskiego może być pomocna studiującej młodzieży agrotechnicznych szkół akademickich, szczególnie tym, którzy opanowali język rosyjski i interesują się zagadnieniami rolnictwa w skali światowej.

Jakub Mowszowicz

Robert R. Ireland — Moss Flora of the Maritime Provinces. 738 str., 415 tab., ok. 5600 ryc., format 26,3 × 19,8 cm. National Museum of Canada, Publications in Botany No. 13, Ottawa, 1982. Cena — 25.—dol. US, ISBN 0-662-11267-9, ISSN 0068-7987.

Choć badania briologiczne w Kanadzie mają już długą tradycję to jak dotychczas, ani cały kraj, ani żadna z jego prowincji nie doczekały się własnej opisowej flory mchów. Z tym większą więc radością należy powitać niniejszą książkę, będącą florą mchów trzech nadmorskich prowincji wschodniej Kanady: Nowego Brunswiku, Nowej Szkocji i Wyspy Księcia Edwarda. Autorem jej jest jeden z najlepszych i najbardziej znanych briologów kanadyjskich Robert R. Ireland, kurator zielnika mszaków w Muzeum Narodowym w Ottawie. Książka adresowana jest do szerokiego kręgu odbiorców, od początkujących briologów poczynając, na botanikach różnych specjalności kończąc.

Na obszarze objętym niniejszym opracowaniem autor stwierdził 315 gatunków i 19 odmian mchów, należących do 135 rodzajów i 43 rodzin. Wydaje się, że zasięg omawianej flory jest znacznie szerszy i że będzie ją można z powodzeniem używać do oznaczania mchów w innych prowincjach wschodniej Kanady, aż po Góry Skaliste na zachodzie. Bowiem skład gatunkowy i ogólny charakter brioflory na tym całym, olbrzymim obszarze jest bardzo zbliżony do tego, jaki został stwierdzony w trzech nadmorskich prowincjach.

Część wstępna jest krótka i zawiera podstawowe informacje o budowie i cyklu rozwojowym mchów, sposobach ich zbierania i przechowywania do celów naukowych oraz dostarcza wielu praktycznych rad odnośnie ich badania i oznaczania. Najważniejszy jednak w tej części książki jest ogólny klucz do oznaczania rodzajów. Jego wartość, jak zwykle w takich przypadkach, zweryfikuje praktyka, ale już pobieżna analiza doboru cech wydaje się potwierdzać ich trafność i akuratność. Jeden dość poważny błąd jaki daje się zauważyć w tym kluczu to umieszczenie rodzaju *Paludella* w grupie rodzajów o gładkich komórkach blaszki liściowej (str. 32). W rzeczywistości komórki te w rodzaju *Paludella* są opatrzone wydatnymi brodawkami. Początkujący briolodzy mogą mieć więc spore kłopoty i trudności z identyfikacją *Paludella squarrosa*, gatunku w sumie bardzo charakterystycznego i łatwego do poznania.

Podstawową część książki wypełniają opisy rodzajów i gatunków, klucze do oznaczania gatunków oraz tablice z rysunkami. W opisach rodzajów autor zastosował oryginalny sposób, użyty już kiedyś przez A. J. Grouta w znanej książce „Mosses with hand-lens and microscope”, polegający na opisie każdej cechy taksonomicznej, od pokroju rośliny poczynając a na morfologii zarodników kończąc, w osobnym akapicie. Oczywiście ten sposób prezentowania opisu wydłuża znacznie tekst, ale za to z kolei bardzo ułatwia odszukanie charakterystyki żądanej cechy. Opisy rodzajów są na ogół bardzo szczegółowe i obszerne, podczas gdy opisy gatunków są znacznie krótsze i sprowadzają się do podania najważniejszych cech diagnostycznych, różniących dany gatunek od pokrewnych taksonów. Przy każdym gatunku podane są krótko podstawowe informacje ekologiczne i dane o rozmieszczeniu na obszarze prowincji nadmorskich, w całej Ameryce Północnej i w świecie. W przypadku gatunków zbadanych cytologicznie podane są także liczby chromosomów, a w licznych przypadkach opisowi gatunku towarzyszy również krótka dyskusja taksonomiczna.

Zaprezentowane przez autora ujęcia taksonomiczne są nowoczesne i w wysokim stopniu poprawne. Nie budzi większych zastrzeżeń także strona nomenklatoryczna, a nieliczne i drobne uchybienia w cytowaniu nazwisk autorów przy gatunkach, np. *Dicranum fuscescens* Turn. zamiast *D. fuscescens* Sm. czy *Oxystegus tenuirostris* (Hook. et Tayl.) Steere zamiast *O. tenuirostris* (Hook. et Tayl.) A.J.E. Sm., nie wpływają ujemnie na wysoką ocenę tej strony opracowania.

Niezwykle imponującą i wartościową zarazem częścią omawianej książki jest jej strona ilustracyjna. Każdy gatunek został zilustrowany na osobnej tablicy doskonałymi rycinami kreskowymi, obrazującymi pokrój rośliny i wszystkie najważniejsze cechy taksonomiczne niezbędne do poprawnej identyfikacji gatunku. Niezwykle cenne w licznych przypadkach, np. w rodzajach

Dicranella czy *Bryum*, są rysunkiem rozmnożeń chwytниковych. Stanowią one czasami bardzo ważną i istotną cechę taksonomiczną, niestety nie docenianą przez wielu briologów północno-amerykańskich, czego wyrazem jest chociażby brak wzmianki o ich występowaniu w rodzaju *Dicranella* najnowszej florze mchów Ameryki Północnej Cruma i Andersona.

Kończową część książki stanowi obszerny słownik terminów morfologicznych i anatomicznych używanych w briologii. Większość definicji została zaczerpnięta z popularnej książki H. Cruma „Mosses of the Great Lakes Forests”, ale autor niniejszej książki zilustrował wiele z opisywanych struktur, co wydatnie podnosi wartość tego glossarium. Wielu briologów, tak początkujących jak i profesjonalnych, będzie zapewne wielokrotnie z niego korzystać.

Książka jest niezwykle starannie wydane. Ryciny są znakomicie reprodukowane, a błędy drukarskie sporadyczne. Jediną może „wadą” książki są jej spore rozmiary, które będą utrudniać korzystanie z niej w terenie. Z drugiej jednak strony trudno jest przedstawić takie bogactwo informacji i ilustracji w formie kieszonkowego przewodnika do oznaczania mchów. Pozostaje jedynie pogratulować autorowi tak świetnego dzieła, które z pewnością zajmie trwałe miejsce w podręcznej bibliotece każdego briologa.

Ryszard Ochyra

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

MACIEJ LUNIAK

Instytut Zoologii PAN
Warszawa

NAJWIĘKSZE SPOŚRÓD PRZYRODNICZYCH MUZEÓW

Amerykańskie Muzeum Historii Naturalnej (American Museum of Natural History — A.M.N.H.) w Nowym Jorku określane jest w folderach wydawanych przez tę instytucję jako największa tego typu placówka na świecie. Klasyfikacja taka nie służy oczywiście niczemu, poza reklamą, niemniej instytucja o której mowa niewątpliwie należy, obok innych podobnych w Londynie, Leningradzie, Berlinie czy Wiedniu — do światowej czołówki zarówno pod względem bogactwa zbiorów i ekspozycji jak też i rozmiaru działalności popularyzatorskiej i badawczej. A.M.N.H. jest u nas jednak, w porównaniu z europejskimi muzeami, stosunkowo mało znane. Poniższą relację o nim oparto na wrażeniach z tygodniowej (jesienią 1983) bytności w tej placówce oraz na jej rocznym (1982) sprawozdaniu.

ZAKRES I ROZMIAR DZIAŁALNOŚCI

Działalność popularyzatorska i badawcza nowojorskiego Muzeum obejmuje astronomię, mineralogię, zoologię — również w aspekcie ekologicznym i paleontologicznym, antropologię wraz z etnografią i częściowo archeologią. Liczba odwiedzających ekspozycję i uczestniczących w organizowanych przez A.M.N.H. imprezach popularyzatorskich sięga rocznie 2,5 miliona osób. Liczba okazów przyrodniczych i wytworów kultury materialnej w zbiorach placówki wynosi około 35 milionów — z czego ponad 26 milionów w samym zbiorze zoologicznym. Prace badawcze w Muzeum wykonuje około 200 pracowników naukowych. Biblioteka zawierająca 385 tys. tomów jest najcenniejszym w Płn. Ameryce księgozbiorem z omawianej dziedziny. Zespół muzealny, łącznie z wchodzącym w jego skład Planetarium Heydena, tworzą 22 połączone z sobą budynki, rozmieszczone na obszarze 10 ha. Położenie w centrum Manhattanu, wraz z dogodnym dojazdem (m.in. specjalna stacja metra bezpośrednio połączona z wejściem do Muzeum) oraz sąsiedztwem pięknego Parku Centralnego, zapewniają korzystne skojarzenie usytuowania z funkcją placówki.

TRADYCJA

Za datę założenia Muzeum uważa się 8 kwietnia 1869, gdy w domu rodziny Rooseveltów został podpisany akt założycielski. Teodor Roosevelt senior, ojciec przyszłego 26 prezydenta USA, był jednym z inicjatorów i fundatorów tej instytucji. Nie ukrywał on zresztą, że angażuje się w to przedsięwzięcie w znacznej mierze z myślą o swoim synu, Teodorze Rooseveltcie juniorze (1858-1919), który wówczas jako kilkunastoletni chłopiec wykazywał zainteresowania przyrodnicze. Nadzieje te spełniły się. T. R. junior, ukończywszy studia przyrodnicze

na Harvardzie, stał się rzadkim w historii przykładem przywódcy państwowego, który był jednocześnie aktywnym badaczem, cenionym autorem książek przyrodniczych i podróżniczych oraz organizatorem i propagatorem ochrony przyrody. W czasie obu swoich kadencji prezydenckich (1901-09) podwoił w USA liczbę parków narodowych, trzykrotnie zwiększał liczbę rezerwatów leśnych, stworzył pierwsze federalne rezerваты ptaków i zwierzyny łownej. Zaslugi te, oraz wieloletnie związki Roosevelta z AMNH upamiętnia jego monument wzniesiony przed głównym wejściem do Muzeum.

Cała 115-letnia historia AMNH jest ciągiem rozwoju w warunkach stabilności materialnej i programowej, które budzą gorzką zazdrość w skojarzeniu z polskimi doświadczeniami pod tym względem. Żadnych ewakuacji i zniszczeń wojennych, przeprowadzek, rewolucji programowych i organizacyjnych. A jednak mimo tej zasiedziałej stabilności (czy może raczej dzięki niej!) AMNH było zawsze w czołówce nowoczesności, czemu oczywiście sprzyjało zaawansowanie techniczne i zamożność kraju.

FUNKCJA POPULARYZATORSKO-DYDAKTYCZNA

Nie ulega wątpliwości, że swoją pomyślność bytową, uzależnioną w dużym stopniu od składek i fundacji społecznych, AMNH zawdzięcza ogromnie rozwiniętej działalności popularyzatorskiej. Jej rozmach, różnorodność wykorzystywanych form oraz szeroki wachlarz środowisk społecznych objętych oddziaływaniem bez wątpienia zapewniają nowojorskiemu Muzeum światowy prymat pod tym względem.

Wystawa obejmuje około 40 sal stałej ekspozycji i wiele dalszych służących ekspozycjom okresowym. AMNH było na początku stulecia pierwszym muzeum przyrodniczym w którym zastosowano w ekspozycji technikę dioramy — uwzględniającą tło ekologiczne obiektu. Ta forma nadal dominuje w znacznej części sal Muzeum. Pod względem techniki wykonania i wartości merytorycznych poziom wystawy jest znakomity. Robi też wrażenie jej rozmach. Np. w sali „Życie oceanu” dominującym akcentem jest oglądany z różnych poziomów 30-metrowej wielkości model wieloryba. W sali „Ssaki afrykańskie” centralny element stanowi grupa słoń — dzieło Carla Akeleya, jednego z najwybitniejszych przedstawicieli światowej taksydermii. W sali „Lasy Płn. Ameryki” można podziwiać wielometrowej średnicy przekrój pnia 1.300-letniej sekwoi, na którym zaznaczono słoje przyrostu odpowiadające datom historycznym na przestrzeni 13 wieków. Koncepcją całości ekspozycji jest przedstawienie obiektów natury i kultur etnicznych w powiązaniu z zagadnieniami ogólnymi. Są więc np., obok wymienionych już, sale „Historia Ziemi”, „Człowiek i przyroda”, „Biologia bezkręgowców”, ale też i węższe tematycznie — np. „Ptaki Ameryki Płn.” czy „Indianie Wybrzeża Płn.-Zach.”

Wystawie towarzyszą seanse w otwartym niedawno kinie „Naturemax”, w którym projekcja odbywa się na prawie-circarcamicznym super-ekranie 4-piętrowej wysokości, o rozmiarach 10-krotnie większych od konwencjonalnej „panoramy”. Do tego 6-kanałowe nagłośnienie. Również pokazy w planetarium, podobno jednym z najokazalszych w świecie, odbywają się z wykorzystaniem aparatury będącej najnowszym osiągnięciem techniki. Warto tu dodać że liczba osób odwiedzających planetarium osiągała ostatnio 460 tys. rocznie.

Podobnie imponująca jest liczba (ponad 350 tys. rocznie) uczestników innych stosowanych w AMNH form działalności popularyzatorskiej. Należą tu stałe cykle wykładów i spotkań z ludźmi nauki, sympozja i seminaria popularno-naukowe, występy i pokazy prezentujące folklor ludów świata, wystawy sztuki, przeglądy filmowe. Przy Muzeum działają również liczne kluby i grupy zainteresowań. Dużo uwagi poświęca się oddziaływaniu na środowiska szkolne — poprzez różnego rodzaju kursy dla nauczycieli (np. w roku 1982 w 16 kursach uczestniczyło 325 nauczycieli), pracownie i gabinety gdzie młodzież pod okiem instruktora może bezpośrednio dotykać okazów ze specjalnych zbiorów dydaktycznych. Niektóre z tych gabinetów dydaktycznych przeznaczone są specjalnie dla odbiorców upośledzonych fizycznie

lub umysłowo. Stworzono też dość rozwinięty program aktywnego dotarcia do najmniej przygotowanych warstw społecznych — chodzi tu głównie o środowiska murzyńskiej biedoty i kolorowych imigrantów. Jako pierwszy krok pozyskujący zainteresowanie tych grup społecznych stosuje się na ogół pokazy sztuki folkloru afro-kubańskiego organizowane w dzielnicach gdzie są skupiska takiej właśnie ludności.

AMNH jest również organizatorem lub współorganizatorem bogatego programu turystyki przyrodniczej. Oferuje się tu kilka razy w tygodniu poranne spacery na obserwacje ptaków w pobliskim Central Parku, weekendowe wyjazdy w okolice Nowego Jorku, urlopowe wędrowki po różnych zakątkach Stanów Zjednoczonych i Kanady wreszcie (w cenie 4-8 tys. dolarów) wyprawy na wyspy Galapagos, afrykańskie safari, rejsy antarktyczne. Coroczna oferta takich eskapad do najbardziej egzotycznych zakątków świata obejmuje kilkanaście pozycji.

Akcja popularyzatorska wspierana jest licznymi i różnorodnymi wydawnictwami. Czołową rolę spełnia tu, znany również w Polsce, miesięcznik „Natural History” reprezentujący szatą graficzną i treścią najwyższy poziom światowy. Periodyk ten, rozchodzący się po całym świecie w wielotysięcznym nakładzie, spełnia też funkcję lokalną jako organ stowarzyszenia przyjaciół AMNH. Odwiedzający Muzeum otrzymują bezpłatnie kilkunastostronicowy miesięcznik Rotunda informujący o aktualnym programie odbywających się w Muzeum imprez oraz ogólnie o aktualnościach działalności tej instytucji, szczególnie mniej dostępnego publiczności pionu badawczego. Prócz tego wydawana jest szeroka gama folderów, ulotek, druków szkoleniowych, broszur popularno-naukowych.

FUNKCJA BADAWCZA

Całość prac badawczych prowadzona jest w 10 działach: antropologii, astronomii, mineralogii (w zbiorach tego działu 120 tys. próbek skał, minerałów i meteorytów), entomologii (16 milionów okazów w zbiorze), bezkręgowców (8,5 miliona), ichtiologii (600 tys.), herpetologii (230 tys.), ornitologii (1 milion!), teriologii (250 tys.) i kręgowców kopalnych (330 tys. okazów). Poza nowojorską centralą prace badawcze prowadzone są w 4 należących do Muzeum stacjach terenowych: na Long Island koło N. Jorku, na Florydzie, na Wyspie Św. Katarzyny przy wybrzeżu Pacyfiku i w Arizonie. Publikacji wyników badań służą dwa czasopisma, mające wysoką renomę w nauce światowej — „Bulletin of American Museum of Natural History” (prace obszerniejsze i bardziej znaczące) oraz „American Museum Novitates” (mniejsze prace). Prócz tego, publikowanych jest szereg serii wydawniczych — do najbardziej znanych należy „Yearbook of Herpetology”.

Zapoznanie się z listą prowadzonych w AMNH prac naukowych nasuwa wniosek, że mimo różnorodnej tematyki zachowano dość konsekwentnie spójność z charakterem placówki. Np. w dziedzinie zoologii badania te koncentrują się na zagadnieniach systematyki i zoogeografii w szerokim ujęciu uwzględniającym metody genetyczne, etologiczne i biochemiczne. Jako teren badań zoologicznych stosunkowo często obierane są obszary odległe od USA — np. Płd. Ameryka i Afryka. W polityce kadrowej Muzeum warto zwrócić uwagę na dwa elementy: bardzo znaczna część prac wykonywana jest w ramach stypendiów, okresowych kontraktów i zleceń, co pozwala elastycznie dobierać wykonawców do aktualnych zadań; z drugiej jednak strony bardzo dba się o utrzymanie w placówce trzonu kadry, nawet pracowników przechodzących na emeryturę, dzięki czemu, mimo znacznego ruchu kadrowego, zachowuje się ciągłość „osobowości” i tradycji placówki.

ASPEKT FINANSOWY

Pod względem finansowym Muzeum opiera swój byt (budżet roku finansowego 1982 wynosił 28 milionów dolarów) na różnych źródłach: największą pozycję (w roku 1982 — 27%) są

wpływy z członkostwa „Natural History” i sprzedaży wydawanego pod tą nazwą magazynu, kolejną pozycją jest dotacja miasta N. Jork (21%), następnie fundacje i zapisy (14%). W roku finansowym 1982 aż 262 instytucje i 292 osoby prywatne wniosły dobrowolne wpłaty powyżej 500 dolarów na rzecz Muzeum, a 43 ofiarodawców przekazało dary rzeczowe o wartości powyżej 1.000 dolarów. W wydatkach działalność naukowa pochłania (1982) 32% budżetu, inwestycje i utrzymanie bazy lokalowej — 17%, administracja i koszty ogólne — 10%.

REFLEKSJE OGÓLNE

Przykład Amerykańskiego Muzeum Historii Naturalnej nasuwa, w odniesieniu do polskich realiów kilka refleksji. Bardzo nam brak, z najszerzej pojętych względów społecznych, tego typu placówki. Tym bardziej, że przecież mamy odpowiednią kadrę i bogate, niewykorzystane zbiory.

W rozpowszechnionych u nas opiniach na ogół pokutuje obraz muzeum przyrodniczego jako gabinetu wypchanych lub przyszpilonych zwierząt. Bardzo potrzebne jest uświadomienie, że gdzie indziej czołowe placówki tego rodzaju w pełni dotrzymują kroku nowoczesności, zarówno w dziedzinie prowadzonych tam badań naukowych jak też popularyzacji. Nie do pomyślenia jest, aby nowoczesne muzeum przyrodnicze ograniczało swą funkcję popularyzatorską do ekspozycji zbiorów. Potrzeby współczesności, szczególnie w naszym kraju — zapóźnionym pod tym względem, wymagają aby było ono ośrodkiem aktywnego kształtowania kultury przyrodniczej społeczeństwa, z wykorzystaniem szerokiej gamy współczesnych możliwości techniki i socjotechniki.

Oby kielkujące od niedawna nadzieje na stworzenie Narodowego Centrum Przyrodniczego dały powyższym refleksjom szansę przydatności.

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA WYJAZDOWA KOMITETU OCHRONY PRZYRODY PAN W SPRAWIE OCHRONY BAGIEN BIEBRZAŃSKICH

W dniach 10-12 czerwca 1983 r. odbyło się w Grajewie II plenarne posiedzenie Komitetu Ochrony Przyrody PAN poświęcone badaniom naukowym i ochronie Kotliny Biebrzańskiej. W zebraniu udział wzięli członkowie Komitetu, zaproszeni eksperci, konserwatorzy przyrody oraz osoby reprezentujące miejscowe władze administracyjne i zainteresowane instytucje. W sesji współuczestniczyli goście zagraniczni, m. in. prof. dr Paul Maycock (Kanada) i prof. dr Franco Pedrotti (Włochy). Obrady prowadził przewodniczący KOP PAN — prof. dr Kazimierz Zarzycki.

Otwartą i zasadniczą część zebrania nad Biebrzą poprzedziły kilkugodzinne obrady zamknięte celem omówienia dotychczasowej działalności Komitetu oraz rozpatrzenia przez KOP spraw szczególnie ważnych, często interwencyjnych, wymagających pilnego załatwienia.

We wstępie do części otwartej posiedzenia prof. K. Zarzycki scharakteryzował pokrótce stan zbadania przyrody obszaru biebrzańskiego (szczególnie duże zasługi ma w tym zakresie wrocławski ośrodek naukowy) oraz wskazał na zamierzenia Komitetu Ochrony Przyrody aktywnego wsparcia naukowych i społecznych inicjatyw w kierunku racjonalnego zagospodarowania i ochrony Bagien Biebrzańskich. Profesor poinformował, że Komitet pragnie dodatkowo nadać temu obszarowi rangę międzynarodową przez wprowadzenie go na listę światowych rezerwatów biosfery MaB-UNESCO. Odczytał również list wybitego torfoznawcy, prof. dr Stanisława Tołpy, o wartościach przyrodniczych i gospodarczych Bagien Biebrzańskich, ich funkcji ekologicznej i próbach zagospodarowania. Profesor Tołpa bardzo krytycznie ustosunkował się do prowadzonych w dolinach Biebrzy i Narwi inwestycji melioracyjnych.

Doc. dr Adam Pałczyński (Akademia Rolnicza we Wrocławiu) w referacie pt. „Flora i roślinność torfowisk doliny Biebrzy” scharakteryzował gatunki i zbiorowiska roślinne doliny Biebrzy na tle stosunków wodnych. Podkreślił walory krajobrazowe i retencyjne regionu oraz znaczenie dla nauki. Omówił dawną, obecną i przyszłą gospodarkę ludzką. Kotlina Biebrzy (ok. 100 tys. ha) rozpada się na trzy główne części: basen południowy, środkowy i północny, które wymagają nieco odmiennych form ochrony i ingerencji ludzkiej. Badania doc. Pałczyńskiego i zaprezentowane obszerne materiały uznano za niezwykle solidną podstawę dla nowocześniejszej ochrony i gospodarki w obszarze biebrzańskim.

Prof. dr Andrzej Dyrzc (Uniwersytet Wrocławski) w referacie pt. „Ornitologiczne motywy ochrony Bagien Biebrzańskich” omówił stan poznania awifauny i niektórych innych grup zwierzęcych w dolinie Biebrzy, ocenił rangę i znaczenie tego terenu dla nauki, dydaktyki i ochrony fauny. Bagna Biebrzańskie są pod względem ornitologicznym unikalnym obszarem w Europie Środkowej; stwierdzono na nich 232 gatunki (ok. 2/3 gatunków notowanych w Polsce), z tego aż 170 gatunków lęgowych i prawdopodobnie lęgowych. Jest to wyjątkowo cenny rezerwuuar faunistyczny tak z uwagi na interesujące i rzadkie gatunki (np. wodniczka — *Acrocephalus paludicola*, bekasik — *Lymnocyptes minimus*, rybitwa białoskrzydła — *Chlidonias leucopterus*, mewa mała — *Larus minutus*, kulik wielki — *Numenius arquata*, biegus zmienny — *Calidris alpina*, batalion — *Philomachus pugnax*, orlik grubodzioby — *Aquila clanga*, orzełek włochaty — *Hieräetus pennatus*, sowa błotna — *Asio flammeus*), jak i na osobiwe, naturalne zespoły ptaków. Ochrona biebrzańskich ostoi ptaków musi być na tyle aktywna (połączona z gospodarką typu kulturowego i wykaszaniem), aby nie doprowadzić z jednej strony do de-

gradacji biotopów, z drugiej zaś — do zarośnięcia terenów otwartych przez lasy. Ochrona powinny być objęte możliwie duże obszary, co pozwalałoby ptakom i innym zwierzętom zmienić lokalizację lęgów w razie wystąpienia nad Biebrzą okresowych i lokalnych zalewów. Referent poinformował również o wynikach badań ichtiologicznych prowadzonych w dorzeczu Biebrzy przez Uniwersytet Wrocławski.

Z kolei doc. dr Adam Pałczyński i mgr inż. Krzysztof Wolfram zaprezentowali interesującą i bogato ilustrowany referat pt. „Projekty ochrony i zabezpieczenia Bagien Biebrzańskich”. Doc. A. Pałczyński przedstawił własną koncepcję ochrony poszczególnych fragmentów doliny Biebrzy i jej całości, podając ściśle uzasadnienie sugerowanych rozwiązań. Wystąpienie to było podbudowane szczegółową dokumentacją kartograficzną i zestawem cennych przeźroczy. Ideą doc. Pałczyńskiego jest utworzenie w południowym basenie Kotliny Biebrzańskiej parku narodowego, który miałby być w przyszłości poszerzony o niektóre partie basenu środkowego, oraz rozbudowanie sieci rezerwatów przyrody o różnym reżimie ochronnym dla zabezpieczenia szczególnie cennych i podatnych na zniszczenie enklaw torfowiskowych i leśnych. Całość doliny Biebrzy powinna być chroniona przed „dzikimi” inwestycjami w formie parku krajobrazowego. Teren nadbiebrzański należy przy tym przysposobić dla potrzeb turystycznych, m.in. przez prawidłowe wytyczenie ścieżek, zbudowanie specjalnych kładek turystycznych, wież widokowych itp. Doc. Pałczyński proponuje również objęcie ochroną skansenową starego budownictwa i gospodarstw, np. we wsi Budy i Gugny. Przestrzegł zarazem przed trafiającą się już niedbałą i architektonicznie wypaczoną nową zabudową.

Mgr inż. K. Wolfram (OZLP w Białymstoku), nawiązując do wystąpienia doc. Pałczyńskiego, przedstawił szczegóły dotyczące projektowanego systemu ochrony bagien nad Biebrzą, który jest w znacznej mierze przyjmowany przez ośrodki i władze regionalne. Już w tej chwili Wojewódzkie Rady Narodowe w Białymstoku, Łomży i Suwałkach wydały rozporządzenia ograniczające gospodarkę na terenach nadbiebrzańskich. Referent rozpatrzył różne warianty realizacji zaprezentowanego systemu ochrony. Zaakcentował konieczność bezzwłocznego powołania kilku nowych rezerwatów (np. Kuriańskie Bagno), jak też równoczesnego utworzenia Biebrzańskiego Parku Narodowego i Jaćwieskiego Parku Krajobrazowego. Obecnie istnieją już warunki do utworzenia Biebrzańskiego PN o pow. 25 tys. ha w basenie południowym, są już w części wyjaśnione problemy własnościowe, oczekuje się w tej kwestii rozwiązań formalno-prawnych, po czym powierzchnia Parku powinna docelowo osiągnąć 50 tys. ha. Na obszarach chronionych przewidziana jest regulowana gospodarka łakowo-rolna i rozwój specjalistycznej turystyki o charakterze międzynarodowym.

W nawiązaniu do poprzednich referatów dr Jan Raczyński (Zakład Badania Ssaków PAN w Białowieży) poinformował zebranych o pracach teriologicznych prowadzonych nad Biebrzą przez Zakład Badania Ssaków PAN oraz reprezentował niektóre wyniki badań. Szczególnie bogate materiały zebrano w odniesieniu do drobnych gryzoni *Microrodentia*, poznano zróżnicowanie ich zespołów związane z mozaikowością siedlisk, ekologiczne izolowanie niektórych populacji (np. nornicy rudej *Clethrionomys glareolus*), proces sukcesji i zaniku fauny bagiennej z powodu przeobrażeń antropogenicznych, a także wypieranie charakterystycznych elementów autochtonicznych przez gatunki ubikwistyczne (np. wypieranie nornika północnego *Microtus oeconomus* przez nornika zwyczajnego *M. arvalis*). W basenie Biebrzy, który stanowi centrum polskiej populacji łosia *Alces alces*, po raz pierwszy w kraju dokonano inwentaryzacji i prześledzono migracje łosia, stosując metodę lustracji z samolotu. Wykryto przy tym wyraźne naruszenie u biebrzańskich łosia proporcji płci, co ma bezpośredni związek z często organizowanymi tu polowaniami. Według dr Raczyńskiego w warunkach parku narodowego będzie potrzebne bardziej racjonalne gospodarowanie łosiem i innymi zwierzętami nad Biebrzą.

W drugim komunikacie dr Andrzej Jagusiewicz (Instytut Turystyki w Warszawie) zarysował projekt zagospodarowania turystycznego doliny Biebrzy wykonany na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Łomży przez Instytut Turystyki w Warszawie. Przyjęto w projekcie założenie, że obszar biebrzański nie przedstawia wysokich i typowych walorów wypoczynkowych,

zawiera natomiast takie walory przyrodnicze i kulturowe, które implikują rozwijanie turystyki kwalifikowanej (wodna, pieszka) i specjalistycznej (np. wędkarstwo).

W toku dyskusji padły głosy popierające projekt jak najszybszego powołania nad Biebrzą parku narodowego, parku krajobrazowego i sieci rezerwatów oraz odpowiedniego uregulowania ruchu turystycznego, który uwzględnić winien specyfikę regionu. Dla urzeczywistnienia tych celów istnieje już wystarczająca dokumentacja naukowa. Dyrekcja przyszłego parku powinna być wykonawcą założeń ochroniarskich nie tylko w obrębie tego parku, ale w całej Kotlinie Biebrzańskiej na innych obszarach chronionych, gdyż teren leży w zasięgu trzech województw, co bardzo utrudnia koordynację działań. Postulowano utrzymanie nad Biebrzą starych form gospodarki z pomocą miejscowej ludności. Wyrażono niepokój z powodu braku koncepcji i nadzoru nad architektoniczną stroną budownictwa lokalnego. Szybkie powołanie parku narodowego dałoby podstawy prawne do ingerencji w sprawę zabudowy terenu, chybionych pomysłów jego osuszania oraz wstrzymałoby rozplenione tu kłusownictwo, którego ofiarą padają głównie łosie, bobry *Castor fiber* ryby (doc. dr W. Żurowski, prof. dr J. B. Faliński, doc. dr L. Tomiałojć, prof. dr K. Zarzycki). Podniesiony też został problem zaniku osadnictwa w otoczeniu Bagien Biebrzańskich. W ostatnich kilkunastu latach położone na ubogich gruntach wsie nadbierzańskie wyludniają się, starsza generacja pozostająca na roli zdaje te grunty w zamian za emerytury. Istnieje propozycja aby opuszczone tereny zalesić albo zamieniać na poletka łowieckie (mgr inż. E. Komenda). Zwrócono również uwagę na konieczność zapobiegania wszelkim inwestycjom, które prowadziłyby do obniżenia poziomu wody w Narwi (np. planowana budowa zbiornika wodnego w Siemionówce), co naruszyłoby stałość reżimu wodnego również w dolinie Biebrzy (prof. dr J. B. Faliński, prof. dr Z. Wierzbicki). W obszarze nadbierzańskim, mimo nasilonego kłusownictwa, rozrasta się pogłowie reintrodukowanych bobrów. Zwierzęta te na terenach rolniczo zagospodarowanych mogą budzić zastrzeżenia, lecz mają one korzystny wpływ na ciekły wodne poprzez budowę tam i spiętrzeń, które sprzyjają oczyszczaniu się i natlenianiu wód (doc. dr W. Żurowski). W zakończeniu dyskusji zwrócono uwagę na brak w planie turystycznego zagospodarowania doliny Biebrzy rozwiązań wychodzących naprzeciw zapotrzebowaniom turystów zagranicznych, głównie grup o wyspecjalizowanych zainteresowaniach, np. ornitologicznych. Właściwa organizacja specjalistycznej turystyki nie tylko dostarczyłaby cennych dewiz, lecz także propagowałaby przyszły Park (doc. dr L. Tomiałojć).

W trakcie dwudniowego objazdu terenu poznano fragmenty Bagien Biebrzańskich, które w części podlegają lub miałyby podlegać ochronie prawnej (mechowiska k. Pilzna i Sztabina, bagna k. Goniąda i Osowca, Czerwone Bagno-Grzędy, obszar bagien w dolnym basenie Biebrzy). Wizja lokalna, wsparta wyczerpującymi objaśnieniami doc. A. Pałczyńskiego i innych znawców tego terenu, pozwoliła zebranim wyrobić sobie zdanie na temat stanu, użytkowania i ochrony zwiedzanych miejsc. W trakcie rozeznania terenowego Wicewojewoda Łomżyński mgr Z. Truszkowski poinformował o dążeniu władz lokalnych do ochrony Bagien Biebrzańskich, zwłaszcza do utworzenia Biebrzańskiego Parku Narodowego, który — posiadając własną administrację — byłby zdolny przejąć funkcję gospodarza na terenach chronionych.

Objazd terenowy i dyskusje zamknięto w Mońkach, gdzie sformułowano i przyjęto uchwałę Komitetu Ochrony Przyrody PAN (zob. np. Chrońmy Przyr. Ojcz. Nr 3, 1984), która syntetycznie precyzuje stanowisko Komitetu w sprawie podstawowych problemów ochrony przyrody w pradolinie Biebrzy. Tekst uchwały został skierowany m. in. do władz Polskiej Akademii Nauk, Departamentu Ochrony Przyrody MLIpD, władz lokalnych i odpowiednich konserwatorów przyrody. Dokument ten posłużył też polskiej delegacji na Międzynarodowy Kongres MaB-UNESCO, organizowany jesienią 1983 r. w Mińsku na Białorusi, do przedstawienia projektu wprowadzenia Bagien Biebrzańskich na światową listę rezerwatów biosfery.

SOSNA W LEŚNICTWIE PRZYSZŁOŚCI

To tytuł międzynarodowego sympozjum IUFRO (Międzynarodowa Unia Leśnych Organizacji Badawczych) jakie odbyło się w Instytucie Dendrologii pod koniec 1980 r. Zorganizowane było przez Grupę Roboczą — „Genetyka sosny zwyczajnej” (przewodniczący prof. S. Białobok) i Sekcję Fizjologii (przewodniczący prof. M. Giertych).

Katastrofalne klęski jakie dotknęły w ostatnich latach znaczne obszary borów sosnowych w Polsce, wywołane działaniem huraganowych wiatrów, inwazją brudnicy mniszki, oraz skażeniem trującymi emisjami, spowodują podjęcie prac hodowlanych nad odnowieniem ich znacznych powierzchni. Sądzę przeto, że niektóre myśli wypowiedziane na tym sympozjum będą mogły być bezpośrednio wykorzystane w bieżących pracach nad zahamowaniem zmniejszających się powierzchni upraw sosny zwyczajnej.

Obrazy odbywały się w dniach 28.09-1.10 w sześciu następujących sekcjach: 1) „Jaka będzie ekologia drzewostanów sosnowych”, 2) „Uprawa sosny zwyczajnej w środowisku skażonym przez przemysł”, 3) „Jaki materiał roślinny wyhodować?”, 4) „Biologiczne konsekwencje mechanizacji upraw”, 5) „Jak będziemy postępować z sosną”, 6) „Zebranie organizacyjne Grupy Roboczej — Genetyka sosny zwyczajnej”, generalna dyskusja i uchwalenie rezolucji z tych obrad.

Dzięki interesującej tematyce tych obrad wzięło w nich udział 41 uczestników reprezentujących różne dziedziny nauk biologicznych z 13 krajów. Nie było jednak możliwe wyczerpanie na krótkim sympozjum tak rozległej tematyki badawczej i zagadnień praktycznego leśnictwa.

Na zakończenie sympozjum jego uczestnicy zapoznali się z pracami Naczelnego Zarządu Lasów Państwowych w Polsce północno-wschodniej, prowadzonymi łącznie z Instytutem Badawczym Leśnictwa nad organizacją nowoczesnego nasiennictwa leśnego i sposobami odnawiania drzewostanów przy pomocy nasion produkowanych na plantacjach nasiennych i w drzewostanach nasiennych.

Na otwarcie części referatowej sympozjum S. Białobok podał historię i zadania tego międzynarodowego zebrania. Następnie referat wprowadzający wygłosił M. Giertych, w którym podkreślił wielką rolę lasów dla egzystencji człowieka. Zrozumiałe jest przeto skoncentrowanie naszych zainteresowań na sosnie zwyczajnej, która jest podstawowym gatunkiem lasotwórczym w Europie środkowej i wschodniej, a jest przy tym bardzo wrażliwa na emisje przemysłowe i wahania wód gruntowych.

Okres rębności dojrzałego drzewostanu sosny przypada w 80-100 roku. Z tego powodu istnieje rozpowszechniony w niektórych krajach pogląd o niskiej wartości produkcyjnej drzewostanów sosnowych, co wpływa na niedoinwestowanie gospodarki leśnej, sprzyja też odpływowi pracowników z leśnictwa i jest wyraźną przeszkodą w modernizacji produkcji leśnej.

Autor uważa, że powinny istnieć dwa typy lasu: produkcyjne i ochronne. Pierwsze z nich powinny być wykorzystane do produkcji drewna, a także powinny być stosowane różne formy jego intensywnej produkcji, traktując inne funkcje jako drugoplanowe. Natomiast lasy ochronne powinny mieć charakter naturalnych zbiorowisk leśnych, przy czym produkcja drewna nie byłaby zadaniem zasadniczym.

ZAGADNIENIA EKOLOGICZNE

Przedstawienie syntetycznego opracowania synekologii populacji sosny zwyczajnej było najtrudniejszym zadaniem dla autorów i organizatorów tego sympozjum.

Pomimo jednak, ożywionego rozwoju badań ekologicznych nad tym gatunkiem, trudno jest nie tylko dać syntezę wyników współczesnych badań a co dopiero podjąć próbę przed-

stawienia wizji, jaka będzie ekologia przyszłych upraw, które będą pod większym jeszcze wpływem gospodarki człowieka. Wiadomości z zakresu badań autekologicznych i synekologicznych tego gatunku mają jeszcze charakter nierównomierny. Podobny charakter mają też z tego powodu przedstawione referaty, które obejmują drobną część zagadnień ekologicznych sosny. W głównym referacie wprowadzającym w to zagadnienie M. Vyskot (Czechosłowacja) przedstawił tendencje rozwoju upraw sosny zwyczajnej jako przyczyny ciąg nawiązujący do dotychczas zebranych doświadczeń w tym zakresie.

Wyraża on pogląd, że w przyszłości będą rozszerzone dotychczas stosowane sposoby w uprawie lasu, jak rębnie zupełne, chemiczne zwalczanie chorób, szkodników i chwastów, jak też wykorzystywanie maszyn do zakładania i pielęgnacji powierzchni leśnych. Do produkcji surowca drzewnego będzie stosowana monokultura, natomiast produkcja biomasy (liści, gałęzi, konarów, pni i korzeni) będzie coraz wszechstronniej wykorzystywana. Obecny typ monokultury sosny zwyczajnej będzie coraz bardziej przekształcany w tak zwane drzewostany sztuczne.

Nie jest jednak możliwe spokojne patrzeć na ekologiczne konsekwencje tego sposobu gospodarowania i jego wpływu na florę, faunę, gospodarkę próchnicą, stan wód gruntowych, możliwości erozji gleby, jak też na zakłócenia biorytmu lasu. W przyszłych metodach gospodarowania lasem nie może zabraknąć spojrzenia ekologicznego na gospodarkę leśną, przy równoczesnym wykorzystaniu technicznych możliwości maszyn.

Inny system uprawy sosny zwyczajnej to uprawy ochronne wokół osiedli mieszkalnych i w okęgach przemysłowych, które będą wykorzystywane jako elementy krajobrazowe. Będą to zbiorowiska leśne lasu i boru mieszanego w stanie zbalansowanej homeostazy. Zagadnienie uprawy sosny stworzy w przyszłości jeszcze wiele trudności. Selektywnym czynnikiem w tym zakresie będzie wysokość produkcji biomasy, dlatego też przy wartościowaniu zagadnień związanych z uprawą lasu powinien być uwzględniony ekologiczny i ekonomiczny punkt widzenia.

Przyszła produkcja drewna sosnowego łączona jest przez leśników z potrzebą nawożenia upraw. Zagadnienie wpływu nawożenia siewek sosny zwyczajnej i jej wzrostu przedstawiła M. Rudawska (Polska). Autorka wykazała, że przy optymalnych dawkach azotu i fosforu do gleby siewki sosny najlepiej rosną w warunkach laboratoryjnych, jak też w szkółce. Ale wyższe dawki tych składników mineralnych mogą ograniczyć rozwój mikoryz nawet przy dobrym rozwoju części nadziemnych drzewa. W przypadku nawożenia lasów np. z samolotów, przy obfitości dawek nawozowych może nastąpić z jednej strony zwiększenie wzrostu siewek, ale równocześnie wzrost składników mineralnych zatrzymujących wodę. Wpływa to niekorzystnie na rozwój mikoryz, odżywianie się sadzonek i pozbawia roślin naturalnych mechanizmów odporności na patogeny.

Zdolności przystosowawcze proveniencji sosny zwyczajnej do nowych warunków uprawy przedstawił S. Gunia (Polska), badając proces samowydzielania się osobników w czasie dwunastu lat i wyróżnił jego etapy. W pierwszym, trzecim i czwartym etapie powstają największe zmiany ilościowe w populacjach. W etapie czwartym między 9-12 rokiem następuje coraz silniejsze zwanie sadzonek i intensywniejsze samowydzielanie (zamieranie) roślin. Pojawiają się też objawy chorób korzeni. W tym okresie wyższą przeżywalnością sadzonek charakteryzowały się proveniencje z Rychtala, Supraśla, Jegla, Rucianego, Rozpudy, Dłużka i Bolewic.

L. M. Nosova (ZSRR) omówiła właściwości i funkcjonowanie procesów ekologicznych w uprawach sosnowych w strefie mieszanych lasów na glebach bielicowych w zależności od typu zbiorowisk leśnych. C. Makedońska (Bułgaria) przedstawiła wyniki badań intensywności fotosyntezy osobników sosny zwyczajnej rosnących na górnej granicy lasu przy różnej zawartości wody w igłach.

Wyniki prac nad zdolnością przystosowawczą sosny zwyczajnej w Korei Południowej przedstawił Kyong-Bin Yim gdzie badał proveniencje pochodzące z Szwecji, Francji, Niemiec Zachodnich, Norwegii i Hiszpanii w porównaniu z sosnami rodzimymi. Proveniencje hiszpańskie charakteryzowały się najniższymi średnimi wysokościami 11-letnich osobników.

UPRAWY SOSNOWE A PRZEMYSŁ

Dzięki badaniom prowadzonym w Europie, jest stosunkowo dobrze poznany szkodliwy wpływ emisji przemysłowych, a głównie SO_2 , na bory. Obecnie coraz większą uwagę zwraca się na zmiany genetyczne zachodzące w populacjach drzew pod wpływem emisji. Sosna zwyczajna jest w tym przypadku stosunkowo dobrze opracowana w porównaniu z innymi gatunkami drzew.

Zmniejszenie szkód powodowanych przez emisję jakie wywołują one w uprawach sosnowych zależy wyłącznie od przemysłu. Lasy mają tak wielką rolę w życiu obywateli, produkcji surowców, że społeczeństwo i przemysł muszą podjąć starania o zmniejszenie stężeń gazów. Wpływ szkodliwych emisji przemysłowych na uprawy sosny zwyczajnej, przedstawił S. Białobok (Polska). Sosna zwyczajna zajmuje u nas 73% powierzchni leśnej i jej możliwości produkcyjne w przyszłości są przeto centralnym zagadnieniem dla polskiego leśnictwa. Niestety dzięki zwiększeniu szkodliwych emisji, pod koniec XX wieku będzie objęte szkodami spowodowanymi przez przemysł prawie 2 mln. ha lasu. Przemysł polski powinien koniecznie zmniejszyć stężenie gazów do poziomu zalecanego przez IUFRO. Wynosi ono dla SO_2 średnio rocznie 0.05 mg/m^3 , a w lasach północnych i słabych siedliskach 0.025 mg/m^3 , natomiast dla HF 0.0003 mg/m^3 . Na niektórych obszarach kraju podane maksymalne stężenie dla SO_2 jest znacznie przekraczane. Graniczne stężenie tego gazu dla obszarów, gdzie uprawa sosny nie jest już możliwa, wynosi dla okresu wegetacyjnego ponad 0.08 mg/m^3 (dla przemysłowego okręgu Westfalii).

Pomimo dużej wrażliwości sosny zwyczajnej na SO_2 , spotyka się jej osobniki jak też populacje, które są mniej wrażliwe na działanie emisji gazowych. Można mieć przeto nadzieję, że w przypadku obniżenia przez przemysł stężeń gazów i pyłów można będzie wyhodować i wyselekcjonować mniej wrażliwe populacje sosny zwyczajnej. Również wielkie niebezpieczeństwo dla naszych drzewostanów sosnowych stwarza „kwaśny deszcz”.

Selektywne oddziaływanie emisji gazowych na populacje sosny zwyczajnej powoduje w nich genetyczne zmiany tym większe, im stężenia gazów są silniejsze. Jest to przyczyną eliminacji szkodami przemysłowymi wielkich przestrzeni borów sosnowych następuje zubożenie zasobów genowych naszego kraju w obrębie populacji sosny zwyczajnej.

T. Przybylski w referacie pt. „Studia nad sosną zwyczajną, rosnącą w środowisku skażonym na Górnym Śląsku” przedstawia rozmiary emisji gazów i pyłów na tym obszarze. Bardzo szybko potęguje się w Polsce szkodliwość wpływu jej na lasy. Gdy w 1967 roku było uszkodzonych przez gazy 176 tys. ha lasów to w 1978 już 379 tys. ha a w 1990 będzie objętych szkodami 1.800 tys. ha powierzchni leśnych. Dzięki obecności na Górnym Śląsku hutnictwa metali kolorowych, gromadzą się w drzewach wielkie ilości metali ciężkich. Sosna zwyczajna, żyjąca tu w ekologicznym minimum tworzy pod wpływem emisji różne formy morfologiczne. Przedstawił również wyniki dotyczące różnej wrażliwości sosny zwyczajnej na działanie emisji przemysłowych, na podstawie wyników doświadczenia z 60 rodami z 8 proveniencji. Proweniencje pochodziły z Górnego Śląska i z centralnej Polski. Po trzech latach populacje miejscowe były mniej uszkodzone przez gazy niż inne. Zmienność zdrowotności osobników w obrębie proveniencji wskazuje, że tolerancja na emisję jest kontrolowana genetycznie. Jednak możliwości hodowli sosen mniej wrażliwych na działanie emisji przemysłowych są zdaniem autora niewielkie. Uważa, że rozwiązanie zagadnienia uprawy sosny zwyczajnej na terenach przemysłowych powinno być warunkowane zmniejszeniem koncentracji gazów a nie dążeniem do wyhodowania bardziej tolerancyjnych populacji.

Wyniki badań nad zmianami zachodzącymi w ultrastrukturze mezofilu igieł sosny zwyczajnej pod wpływem krótkiego czasu działania dużych stężeń bezwodnika kwasu siarkowego przedstawiła A. Uzunova (Bułgaria).

GENETYKA I HODOWLA — JAKI MATERIAŁ ROŚLINNY WYHODOWAĆ?

Rozwój genetyki populacji daje nowe możliwości w podniesieniu produkcji biomasy. Rozważania na ten temat są obecnie szczególnie aktualne, ponieważ według oficjalnych źródeł już około 2100 roku wystąpią dotkliwe braki surowca drzewnego w świecie. Sądzę, że w naszym kraju wystąpi to zjawisko znacznie wcześniej. Wprowadzając referat na temat zastosowania osiągnięć współczesnej genetyki do uprawy drzew leśnych wygłosił H. Hattemer (RFN). Dał w nim przegląd dotychczas stosowanych zabiegów hodowlanych, związanych z udomowieniem drzew leśnych dla podniesienia produktywności drewna.

Najdłużej i najpowszechniej, jak sugeruje autor referatu, wykorzystywanym sposobem zwiększenia produktywności biomasy jest wybór do określonego siedliska najwłaściwszej proveniencji z wielotypowego gatunku, jaki przedstawia sosna zwyczajna. Przy wykorzystywaniu międzynarodowej współpracy, wprowadzane były różne metody oceny możliwości produkcyjnych badanych proveniencji.

Dalszy krok w podniesieniu produkcji drewna na podstawie analizy fenotypu — to wybór drzew doborowych i założenie plantacji nasiennych ze szczepów, dzięki czemu istnieje możliwość otrzymania potomstwa o pożądanych cechach użytkowo-hodowlanych. Dzięki plantacjom nasiennym można osiągnąć w potomstwie zysk genetyczny w objętości pnia w granicach 15-20%. Wykorzystanie izoenzymów dla określenia genotypów drzew, jak też oceny dystansu genetycznego między genotypami i populacjami wpłynęło nie tylko na lepsze poznanie struktury genetycznej populacji tego gatunku, ale znalazło również zastosowanie w ocenie roli plantacji nasiennych i drzewostanów nasiennych dla zwiększenia produkcji drewna.

Produktywność drzew jest regulowana wieloma genami, ale nie jest wiadomo jakie allele i w jakim locus warunkują jej wysokość. Struktura genetyczna populacji wyjściowej i pochodzącej z plantacji nasiennej różni się, gdyż działa tu dryft genetyczny, jak też zjawisko zawężania skali zmienności genetycznej populacji. Nierówna obfitość produkcji gamet z roku na rok przez poszczególne genotypy z plantacji nasiennej powoduje, że potomstwo ma różną strukturę genotypową i alleliczną w porównaniu z plantacją nasienną. Występują też w potomstwie z plantacji nasiennej ograniczone przez selekcję naturalne mechanizmy adaptacji populacji do środowiska. Następne różnice w genetycznej strukturze tych populacji spowodowane są wystąpieniem chowu wsobnego, który jest obserwowany w większych rozmiarach niż można się tego spodziewać.

Z jednej strony hodowca musi działać poprzez ograniczenie skali zmienności w populacji na korzyść większej produkcji drewna, działając wbrew naturze, albo tolerując dużą zmienność w populacji, zrezygnować z wyższej produkcji masy drewna. Istotnym zadaniem dla hodowcy jest zachowanie, w potomstwie drzew, genów regulujących zdolności adaptacyjne populacji. Hodowca musi przeto podejmować sam decyzję co do ustalenia przyszłego kierunku swej pracy, jak też powinien decydować, na jakim poziomie ustalać stopień zmienności populacji w celu zapewnienia w niej stałej i wysokiej produkcji drewna.

Referat na temat przyszłości zastosowań elektroforetycznych metod dla badań genetycznych sosny zwyczajnej, przedstawił A. E. Szmidt (Polska). Omówił zastosowanie tych metod do badań genetycznych populacji, będących pod wpływem emisji przemysłowych. Wyniki badań ustalania dystansu genetycznego między populacjami sosny zwyczajnej z północno-wschodniej i wschodniej Polski przedstawiła M. Krzakowa (Polska).

J. W. Wright (USA) podał wyniki prac nad wyborem sosny zwyczajnej do plantacji w północno-wschodnich stanach USA. Jest tam ona wykorzystywana jako drzewko ozdobne Bożego Narodzenia i produkcja jej wynosi około 20 mln. osobników rocznie. Populacje te pochodzą głównie z Hiszpanii, południowej Francji, wschodniej Anglii, Belgii i Grecji.

B. R. Stephan i F. Scholz z RFN omawiali wyniki krzyżówek wewnątrz- i międzypopulacyjnych sosny zwyczajnej. W dwudziestu rodach mieszańców między klonami z Alp i Pojezierza Mazurskiego, otrzymano potomstwo o cechach pośrednich między osobnikami rodzi-

cielskimi. Dał się zaobserwować w potomstwie silniejszy wpływ drzewa matecznego, jednak nie wystąpiło zjawisko heterozji.

Badania zysku genetycznego przy użyciu różnych metod selekcji sosny zwyczajnej przedstawili: D. Krusche, B. R. Stephan i B. L. Das (RFN). Badano 10 rodów potomstwa z wolnego zapylenia sosen pochodzących z Pojezierza Mazurskiego. Najwyższy zysk genetyczny w potomstwie, wynoszący 7-8% w cesze wysokości i pierśnicy, otrzymano przy zastosowaniu najtańszej metody masowej selekcji.

Rodzime proveniencje sosny zwyczajnej w Holandii jak wykazał to Kriek dają lepsze niż obcego pochodzenia wyniki w uprawie. Szczególnie złe rezultaty w uprawie otrzymano wykorzystując proveniencje pochodzące z RFN. W przyszłości przewiduje się zwiększenie w Holandii upraw daglezi zielonej.

S. Kocięcki (Polska) omówił w referacie wyniki prac resortu leśnictwa nad organizowaniem bazy nasiennej sosny zwyczajnej.

W różnych częściach kraju, zabezpieczono i przeznaczono do dalszej reprodukcji około 4000 ha drzewostanów nasiennych, w zasadzie pochodzenia rodzimego. Reprezentują one lokalne, najbardziej produkcyjne populacje. Dzięki temu została zabezpieczona bogata pula genowa, potrzebna dla bieżących i przyszłych potrzeb. Nasiona z drzewostanów nasiennych służą do zakładania powierzchni pochodnych, których powierzchnia osiągnęła 4400 ha.

Równoległe do tych prac prowadzony jest wybór drzew doborowych. Instytut Badawczy Leśnictwa uznał dotychczas 1768 osobników sosny za drzewa doborowe do zakładania plantacji nasiennych, których powierzchnia do 1980 r. wynosiła 178 ha a do roku 1990 wzrosła do 500 ha.

BIOLOGICZNE KONSEKWENCJE MECHANIZACJI PRAC PRZY POZYSKIWIANIU BIOMASY I JEJ PRZERÓBCE

Zagadnienia związane z coraz częstszym wykorzystywaniem maszyn w stosunkowo pierwotnym siedlisku leśnym były tematem specjalnej sesji. Muszą one wywoływać wśród leśników ze zrozumiałych powodów uzasadnione zaniepokojenie. Przegląd opinii, dotyczących biologicznych skutków mechanizacji zasadniczych prac leśnych przedstawił K. Putkisto (Finlandia). Wskazał on na niebezpieczeństwo zabiegów uprawowych wykonywanych przez maszyny dla siedliska leśnego i drzew.

Praca maszyn będzie też miała szczególnie szkodliwy wpływ na strukturę i właściwości biologiczne gleby, a użycie ich zwiększy niebezpieczeństwo pożarów. Wykorzystanie maszyn do cięć pielęgnacyjnych będzie przyczyną mechanicznych uszkodzeń pni i korzeni, jak też prowadzić będzie do zmniejszenia produkcji drewna i obniżenia jego jakości. Wykorzystanie nawożenia mineralnego upraw leśnych, poza zatruciem gleby, wód gruntowych i zmianami w biologii gleby, będzie miało wpływ na rozszerzenie się niebezpiecznych chorób.

Autor rozpatruje możliwości zmniejszenia szkód przez maszyny poprzez odpowiednią ich konstrukcję. Referat dotyczący przyszłości wykorzystania biomasy sosny zwyczajnej w świetle nowych technologii w jej przetwórstwie wygłosił M. Wnuk (Polska). Dokonał w nim przeglądu sposobów wykorzystania biomasy sosny zwyczajnej przez przemysł chemiczny i drzewny.

PRODUKCJA SADZONEK, METODY SADZENIA, WARUNKI WZROSTU I STYMULACJA KWITNIENIA

Można obecnie przewidzieć wiele sposobów modernizacji produkcji szkółkarskiej, jak też metod zakładania plantacji leśnych i pozyskiwania nasion, które będą wykorzystane w przyszłości.

Na temat produkcji sadzonek i metod zagospodarowywania powierzchni leśnych wypowiedział się H. Hulten (Szwecja). Wysiew nasion, które reprezentują wysokie wartości użytkowo-hodowlane, powinien być wykonywany w najkorzystniejszych warunkach kiełkowania. Ustalanie liczby sadzonek na jednostkę powierzchni powinno być analizowane z ekonomicznego

punktu widzenia. M. Tesche i W. Zentsch (NRD) przedstawili wyniki badań rozwoju siewek sosny zwyczajnej. Autorzy ci wyróżnili 12 stadiów rozwojowych. Siewki sosny zwyczajnej w pewnym stadium rozwoju są bardzo wrażliwe na patogeny. Stadium krytyczne jest w okresie, gdy młode liście stają się widoczne i trwa ono do zrzucenia łuski nasiennej.

Wyniki doświadczeń nad produkcją siewek sosny zwyczajnej w namiotach foliowych przedstawili S. Thompson, A. W. Stevenson i C. M. A. Stapleton (Szkocja). Ten sposób rokuje duże nadzieje w produkcji sadzonek sosny w przyszłości. Po 20 tygodniach rozwoju sadzonki sosny zwyczajnej są w tych warunkach o 200-400% wyższe niż kontrolne. Jednak objętość systemu korzeniowego nie zwiększa się w tym stopniu, co części nadziei.

Wyniki badań dotyczących możliwości sztucznego zakażania podłoża z perlitu i torfu, w chłodnych cieplarniach, do produkowania w nich sadzonek sosny zwyczajnej przedstawił P. Cudlin (Czechosłowacja).

Zainteresowanie leśników więźbą sadzenia jest nadal duże. G. van Tol (Holandia) proponuje wysadzenie 2500-3500 roślin na ha dla potrzeb przemysłu papierniczego, natomiast 5000 roślin na ha dla produkcji drewna użytkowego. Natomiast leśnicy w Europie środkowej dają pierwszeństwo gęstszej więźbie sadzenia w ilości 10000-15000 szt./ha.

Ostatnie dwa referaty — W. Chałupki (Polska) i O. Luukkanena (Finlandia) dotyczyły badań indukowania kwitnienia szczepów sosny zwyczajnej. W. Chałupka stosował do stymulowania kwitnienia gibereliny GA 4/7. Wyniki badań wskazują, że związki te nie mogą jeszcze być polecane do praktycznych zastosowań w plantacjach nasiennych bez dalszych badań.

Uczestnicy Sympozjum podjęli rezolucję, z której podają tylko najważniejsze wnioski:

1. Nie może ulec zmniejszeniu powierzchnia upraw sosny zwyczajnej w Eurazji.
2. Redukcja stopnia zatrucia środowiska ma zasadnicze znaczenie dla egzystencji upraw sosny zwyczajnej.
3. Bogata pula genowa populacji sosny zwyczajnej musi być zachowana dla przyszłej hodowli.

Stefan Białobok

DECYZJA nr 15/84

Sekretarz Naukowego Polskiej Akademii Nauk z 15 lutego 1984 został powołany
SEKRETARIAT WYDZIAŁU NAUK BIOLOGICZNYCH PAN na kadencję 1984-1986
w następującym składzie:

przewodniczący:	członek rzeczywisty PAN	ADAM URBANEK
członkowie:	członek korespondent PAN	TADEUSZ BIELICKI
	prof. dr	TADEUSZ CHOJNACKI
	członek rzeczywisty PAN	WACŁAW GAJEWSKI
	prof. dr	KAZIMIERZ KLECZKOWSKI
	członek korespondent PAN	ROMUALD KLEKOWSKI
	członek korespondent PAN	LESZEK KUŹNICKI
	członek rzeczywisty PAN	WŁODZIMIERZ MICHAJŁOW
	członek rzeczywisty PAN	WŁODZIMIERZ OSTROWSKI
	prof. dr	PRZEMYSŁAW TROJAN
	członek korespondent PAN	KAZIMIERZ ZIELIŃSKI.

KOMUNIKAT

Druga Ogólnopolska Konferencja Biologii Komórki odbędzie się w Warszawie w dniach 18-20 września 1985 r.

Program Konferencji obejmował referaty plenarne, doniesienia plakatowe i dyskusje okrągłego stołu z wszystkich specjalności biologii komórki.

Organizatorami Konferencji są: Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego, prezydium problemu MR. II. 1. i Komitet Cytobiologii PAN.

Osoby zainteresowane Konferencją proszone są o przysłanie wstępnego zgłoszenia na adres: Leszek Kuźnicki, Instytut im. M. Nenckiego, 02-093 Warszawa, ul. Pasteura 3.

Zgłoszenie powinno zawierać:

1. Imię i nazwisko autora (autorów) plakatu
2. Adres uczelni (placówki)
3. Tytuł (temat) plakatu

Osoby, które prześlą wstępne zgłoszenie otrzymają kolejne komunikaty drogą pocztową.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Крыстына Чижевска</i> — Профессор Якуб Мовшович (1901—1983)	253
<i>Кароль Пясеcki</i> — Эволюция роли эпифиза	257
<i>Леопольд Сьлива</i> — Регулирование подвижности сперматозоидов млекопитающих	289
<i>Бохдан Драганик, Ян Пехура</i> — Вопрос появления урожайных поколений следи на банке Джорджес	295
<i>Ян Котея</i> — Бескрылость самок причиной или результатом сидячего образа жизни	315
<i>Изабела Вильпишевская</i> — Антропогенические процессы засоления почв а повреждения и физиологические расстройства растений	325
<i>Изабела Вильпишевская</i> — Натуральные процессы засоления почв и связанные с ними способы приспособления растений	339
<i>Роман Карчмарчук</i> — Александр Чекановски — столетие рождения знаменитого польского исследователя Сибири	351
<i>Эдвард Ковальчик</i> — Физические аспекты информационных процессов в биологии	355

CONTENTS

<i>Krystyna Czyżewska</i> — Professor Jakub Mowszowicz (1901-1983)	253
<i>Karol Piasecki</i> — Evolution of the role of the pineal gland	257
<i>Leopold Śliwa</i> — The regulation of mammalian spermatozoa motility	289
<i>Bohdan Draganik, Jan Piechura</i> — The enigma related to the appearance of abundant herring year-classes of Georges Bank	295
<i>Jan Koteja</i> — Apterism in female Coccinea (Homoptera) — a reason, or result, of sedentary life behaviour	315
<i>Izabella Wilpiszewska</i> — The antropogenic processes of soil salinisation and damages and physiological disorders of plants	325
<i>Izabella Wilpiszewska</i> — The natural processes of soil salinisation and ways of plant adaptation connected with them	339
<i>Roman Karczmarchuk</i> — Aleksander Czekanowski — 150-th birthday of the distinguished Polish explorer of Siberia	351
<i>Edward Kowalczyk</i> — Physical aspects of the informational processing in biology	355

SPIS TREŚCI

<i>Krystyna Czyżewska</i> — Profesor Jakub Mowszowicz 1901-1983	253
<i>Karol Piasecki</i> — Ewolucja roli szyszynki	257
<i>Leopold Śliwa</i> — Regulacja ruchliwości plemników ssaków	289
<i>Bohdan Draganik, Jan Piechura</i> — Zagadka pojawienia się tzw. urodzajnych pokoleń śledzi w wodach Ławicy George'a	295
<i>Jan Koteja</i> — Bezskrzydłość samic — przyczyną czy skutkiem osiadłego trybu życia czerwców (<i>Homoptera, Coccinea</i>)	315
<i>Izabella Wilpiszewska</i> — Antropogeniczne procesy zasilania gleb a uszkodzenia i zaburzenia fizjologiczne roślin	325
<i>Izabella Wilpiszewska</i> — Naturalne procesy zasilania gleb i związane z nimi sposoby przystosowania roślin	339
<i>Roman Karczmarszuk</i> — Aleksander Czekanowski — stoipięcdziesiąta rocznica urodzin wybitnego polskiego badacza Syberii	351

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Edward Kowalczyk</i> — Fizyczne aspekty procesów informacyjnych w biologii	355
---	-----

RECENZJE

<i>Wacław Gajewski</i> — W. Kuntz, U. Schäfer — Gametogeneza zwierząt	363
<i>Zbigniew Witkowski</i> — R. L. Burgess, D. M. Sharpe (red.) — Forest island dynamics in man-dominated landscapes	363
<i>Jan Kornaś</i> — D. J. Mabberley — Tropical rain forest ecology	365
<i>Jan Kornaś</i> — G. T. Prance — Biological diversification in the tropics	367
<i>Jan Kornaś</i> — G. Hegi — Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd I. Teil 1. <i>Pteridophyta</i>	367
<i>Zygmunt Ewy</i> — A. Ślebodziński — Zarys endokrynologii zwierząt użytkowych	368
<i>Mirosław Stankiewicz</i> — W. Michajłow — Zarys parazytologii ewolucyjnej	368
<i>Roman Karczmarszuk</i> — W. N. Stiepanow — Priroda mirowogo okieana	369
<i>Jakub Mowszowicz</i> — A. L. Tachtadżian (red.) — Riedkije i iszczezajuszczije widy flory SSSR	372
<i>Jakub Mowszowicz</i> — E. Libbert (red.) — Osnowy obszczej biologii	373
<i>Jakub Mowszowicz</i> — T. Ja. Miakuszk, T. W. Zinczenko — Opriedielitel lekarstwien-nych rastienij Ukrainy	374
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Pflanzenwelt der Erde	375
<i>Jakub Mowszowicz</i> — P. M. Żukowski — Botanika	376
<i>Ryszard Ochyra</i> — R. R. Ireland — Moss flora of the maritime provinces	377

Z PRAC INSTYTUTÓW I PLACÓWEK NAUKOWYCH

<i>Maciej Luniak</i> — Największe spośród przyrodniczych muzeów	379
---	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

<i>Zbigniew Głowaciński</i> — Sesja wyjazdowa Komitetu Ochrony Przyrody PAN w sprawie ochrony Bagien Biebrzańskich	
<i>Stefan Białobok</i> — Sosna w leśnictwie przyszłości	383

MISCELLANEA

Decyzja nr 15/84 Sekretarza Naukowego Polskiej Akademii Nauk w sprawie powołania Sekretariatu Wydziału Nauk Biologicznych PAN na kadencję 1984-1986 . . .	393
Komunikat o Drugiej Ogólnopolskiej Konferencji Biologii Komórki	393

Informacja dla Autorów

KOSMOS jest kwartalnikiem adresowanym do szerokiego grona biologów. Publikuje oryginalne artykuły referatowe i przeglądowe informujące o postawach wiedzy w różnych dziedzinach nauk biologicznych. Prowadzi dział dyskusji i krytyki naukowej oraz dział recenzji. Podaje informacje o działalności instytutów i zakładów naukowych oraz omówienia przebiegu ważniejszych zjazdów, sympozjów i konferencji. Zamieszcza krótkie notatki o najnowszych odkryciach naukowych i syntetyczne omówienia rozwoju badań w wybranych dziedzinach nauki, opracowane przez specjalistów dla szerszego grona odbiorców.

Autorzy są odpowiedzialni za merytoryczną treść artykułów, poprawność użytej nomenklatury naukowej oraz za ścisłość podawanych informacji. Proszeni są o nadsyłanie tekstów opracowanych starannie pod względem językowym i stylistycznym oraz zgodnie z podanymi niżej wskazówkami technicznymi.

Artykuły i inne materiały nadsyłane do KOSMOSU są recenzowane i redagowane stosownie do wskazówek recenzentów w porozumieniu z Autorami. Redakcja zastrzega sobie prawo skracania tekstów i wprowadzania poprawek nie wpływających na treść pracy. Autorów obowiązuje korekta autorska; ponoszą oni koszty zmian tekstu w korekcie, wykraczających poza usunięcie błędów drukarskich.

Zamieszczone w KOSMOSIE prace honoruje się według obowiązujących stawek autorskich. Autorzy artykułów otrzymują bezpłatnie 25 odbitek; zamówienia na płatne, dodatkowe odbitki należy zgłaszać pisemnie łącznie ze zwrotem korekty autorskiej.

Przygotowanie prac do druku

1. Prace należy nadsyłać w 2 egzemplarzach, zarówno tekst jak i załączniki.
2. Maszynopis powinien być sporządzony na białym papierze formatu A4, na maszynie i czcionką normalnej wielkości, przez czarną taśmę, jednostronnie z podwójnym odstępem między wierszami i ok. 4 cm marginesem po lewej stronie, nie więcej niż 60 znaków w jednym wierszu i nie więcej niż 30 wierszy na jednej stronie. Strony należy numerować.
3. Na oddzielnej, nie numerowanej stronie tytułowej należy podać: tytuł pracy, imię (w pełnym brzmieniu) oraz nazwisko autora, adres zakładu pracy i adres zamieszkania, nr telefonu w miejscu pracy (lub w domu) oraz wskazówki dotyczące przysyłania korespondencji i sposobu przekazania honorarium (także nr konta). Przy artykułach (dział I Kosmosu) i pracach przeznaczonych do działu „Dyskusje i krytyka” należy podać tłumaczenie tytułu na język angielski i rosyjski.
4. Teksty powinny być pisane bez używania wyróżnień jak podkreślenia, spacjeowanie lub pisanie dużymi literami (wersaliki). Wszelkie wskazówki dla redakcji dotyczące wyróżnień w tekście należy zaznaczać zwykłym ołówkiem, zaś dotyczące składu (np. odnośnie włamania rysunku lub tabeli) — ołówkiem na marginesie maszynopisu.
5. Załączone do maszynopisu tabele, rysunki, schematy, mapy, wzory, itp. powinny być oznaczone na marginesie lub na odwrotnej stronie przez podanie nazwiska autora i początkowych wyrazów tytułu pracy, a także nr jednej jednostki ilustracyjnej.
6. Tabele winny być napisane w układzie zbliżonym do układu zecerskiego, a tekst nie powinien przekraczać linii ograniczających poszczególne kolumny. Treść tabel należy pisać z podwójnym odstępem między wierszami, jak tekst podstawowy. Należy unikać dzielących linii pionowych i poziomych (z wyjątkiem główek). Liczby wielocyfrowe należy pisać dzieląc je od końca na grupy po 3 cyfry (np. 50 000).
7. Rysunki, schematy, mapy, fotografie i inne materiały ilustracyjne muszą nadawać się do reprodukcji lub przerysowania. Oryginaly rysunków winny być wykonane tuszem na kalce technicznej lub na białym papierze. Rysunki robocze winny być sporządzone czytelnie, w sposób umożliwiający bezbłędne wykonanie czystorysów do reprodukcji. Odbitki fotograficzne winny

być wykonane w formacie nie mniejszym niż późniejsze reprodukcje w tekście, na białym papierze błyszczącym o odpowiednim kontraście. Map i planów nie należy przeładowywać zbyt obszerną treścią i szczegółowymi oznaczeniami, gdyż może to spowodować nieczytelność reprodukcji.

8. Wszystkie jednostki ilustracyjne winny być ponumerowane ze wskazaniem, w razie potrzeby, góry rysunku. Podpisy powinny być podane na oddzielnej stronie maszynopisu.

9. Literaturę należy podać na końcu maszynopisu w kolejności omawianych w tekście prac. Odnośniki bibliograficzne, w wypadku czasopism, winny zawierać dane w następującej kolejności: liczba porządkowa, nazwisko i pierwsza litera imienia autora, tytuł pracy w pełnym brzmieniu, przyjęty skrót tytułu czasopisma, tom, strony (od-do) i rok. Przy wydawnictwach książkowych należy podawać: liczbę porządkową, nazwisko i pierwszą literę imienia autora, tytuł książki, przy pracach wielotomowych: nr tomu, przy wydawnictwach seryjnych: nazwę serii, a dalej: nazwę wydawnictwa (w skrócie), miejsce i rok wydania.

Powołanie się w tekście na odnośną pozycję literatury następuje przez podanie liczby porządkowej w nawiasie kwadratowym. Przy cytowaniu prac o podstawowym znaczeniu dla omawianego zagadnienia wskazane jest poza tym przytoczenie w tekście również nazwiska autora (autor i współpr.).

W ten sposób przygotowany materiał autorski pozwoli uniknąć błędnego składu lub reprodukcji i wpłynie niewątpliwie na skrócenie cyklu wydawniczego.

Tylko prenumerata zapewnia
regularne otrzymywanie
kwartalnika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Warunki prenumeraty

Cena prenumeraty krajowej

rocznie zł 480,—, półrocznie zł 240,—

Prenumeratę na kraj przyjmuje się:

- do dnia 10 listopada na I półrocze roku następnego i na cały rok następny
- do dnia 1 czerwca na II półrocze roku bieżącego.

Instytucje i zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW — w urzędach pocztowych i u doręczycieli.

Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli.

Prenumerata zagraniczna

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa, konto NBP XV Oddział w Warszawie nr 1153-201045-139-11, w terminach podanych dla prenumeraty krajowej. Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę pocztą zwykłą jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywidualnych i o 100% dla zlecających instytucji i zakładów pracy.

Bieżące i archiwalne numery można nabyć lub zamówić we Wzorcowni Ośrodka Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN, Pałac Kultury i Nauki, 00-901 Warszawa oraz w księgarniach naukowych „Domu Książki”.

Subscription orders for all the magazines published in Poland available through the local press distributors or directly

through the
Foreign Trade Enterprise
ARS POLONA

00-068 Warszawa, Krakowskie Przedmieście 7. Poland

Our bankers:

BANK HANDLOWY WARSZAWA S.A.

Indeks 36260

Kosmos 3, 251—401, Warszawa 1984
