

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

TOM 84 NR 9

WRZESIEŃ 1983



TREŚĆ ZESZYTU 9 (2237)

A. Jerzmanowski, Rodzina genów globinowych	193
T. Ruebenbauer, Mikotoksyny — częste trucizny naszego codziennego pokarmu	198
T. Barowicz, Szanse raków	200
K. Ulfing, Dermatofity	202
J. Vetulani, Czy życie zaczęło się od RNA?	204
W. Jaroniewski, Kłącze imbiru, prastara przyprawa kuchenna i surowiec leczniczy	206
Jan Bogumił Sokołowski (1899—1982) (A. Dzieczkowski)	208

Przegląd nauk neurobiologicznych

Dwie dusze w jednym mózgu (oprac. J. G. V.)	211
---	-----

Drobiazgi przyrodnicze

Sukces inżynierii genetycznej (B. Płytycz)	214
Koszt ubarwienia ostrzegawczego (J. Romanowski)	215

Wszechświat przed 100 laty	216
--------------------------------------	-----

Rozmaitości	217
-----------------------	-----

Recenzje

D. Fijałkowski, M. Kseniak: Parki wiejskie Lubelszczyzny (S. Białobok)	219
R. Riehl, H. A. Baensch: Aquarien Atlas (P. Sura)	220
G. Čejka, G. Vaněk: Skalka, zakładanie a ošetrovanie (P. Szotkowski)	220

Kronika naukowa

Wystawa „Mikołaj Kopernik. Życie i dzieło” w Muzeum Techniki NOT (Z. Wójcik)	220
--	-----

Spis plansz

- I. PUSTUŁKA, *Falco tinnunculus* L. Fot. W. Strojny
IIa. GRZYBÓWKA *Mycena* S. F. Gray pod korą pniaka dębowego. Fot. W. Strojny
IIb. CZERNIDŁAK KOŁPAKOWATY (po lewej stare owocniki) *Coprinus canatus* S. F. Gray. Fot. W. Strojny
IIIa. GAŚNIENICE BIELINKA KAPUSTNIKA *Pieris brassicae* (L.) na kapuście. Fot. W. Strojny
IIIb. GAŚNIENICA ZMROCZNIKA *Pergesa porcellus* L. Fot. W. Strojny
IV. TASIEMIEC BĄBLOWCOWY *Echinococcus granulosus* Batsch. w wątrobie świni. Fot. W. Strojny

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

TOM 84
(ROK 102)

WRZESIEŃ 1983

ZESZYT 9
(2237)

ANDRZEJ JERZMANOWSKI (Warszawa)

RODZINA GENÓW GLOBINOWYCH

Globina jest białkową częścią hemoglobiny — kompleksu białka i czterech grup hemowych, którego podstawową funkcję stanowi przenoszenie tlenu we krwi. Globina człowieka dorosłego jest tetramerem złożonym z dwóch łańcuchów typu α i dwóch łańcuchów typu β ($\alpha_2\beta_2$). Łańcuchowi α i łańcuchowi β odpowiadają w DNA osobne geny, odpowiednio: α -i β -globiny. Składniki tetrameru globinowego nie są identyczne w ciągu życia osobniczego. W trakcie rozwoju pojawiają się nowe odmiany dwóch podstawowych typów łańcucha: α i β (ryc. 1). Najwcześniejsza forma hemoglobiny (Hb Gower 1) pojawia się w ludzkim zarodku. Zawiera łańcuch ζ jako analog łańcucha α hemoglobiny człowieka dorosłego oraz łańcuch ϵ jako analog łańcucha β . Poczynając od 8 tygodnia ciąży łańcuch ζ jest stopniowo wymieniany na łańcuch α typu dorosłego, zaś ϵ na płodowe odpowiedniki β to jest $A\gamma$ i $G\gamma$. Dwa łańcuchy γ różnią się tylko jednym aminokwasem w pozycji 136. W $A\gamma$ w pozycji tej występuje alanina, w $G\gamma$ — glicyna. W późniejszym okresie zarodkowym wykrywa się również hemoglobiny o składzie $\alpha_2\epsilon_2$ (Gower 2) i $\zeta_2\gamma_2$ (Portland). Tetramer o składzie $\alpha_2\gamma_2$ (HbF) jest dominującą formą hemoglobiny późnego

okresu płodowego. U dorosłych występują trzy typy hemoglobin: zdecydowanie dominujący $\alpha_2\beta_2$ (HbA, ponad 95% całej hemoglobiny), oraz występujące w ilościach 1—3%: $\alpha_2\delta_2$ (HbA₂, którego łańcuch δ różni się od β dziesięcioma na 146 aminokwasów) i $\alpha_2\gamma_2$ (HbF — hemoglobina płodowa). Ponieważ każdej z odmian łańcucha typu α i łańcucha typu β odpowiada w genomie osobny gen, mówimy o rodzinie globinowych genów α i rodzinie globinowych genów β .

Zaletą modelu globinowego w badaniach ewolucji genów, obok występowania licznych, scharakteryzowanych defektów genetycznych hemoglobin (hemoglobinopatie strukturalne i talasemie) jest możliwość otrzymania znacznych ilości informacyjnego RNA (mRNA) kodującego globinę. Globinowy mRNA jest dominującym składnikiem wśród mRNA czerwonych krwinek i otrzymanie go w stanie czystym nie przedstawia większych trudności. Wszystkie te zalety sprawiły, że układ globinowy stał się jednym z pierwszych, do badania którego użyto metod inżynierii genetycznej i sekwencjonowania DNA. Większość wyników przedstawionych niżej uzyskano z pomocą właśnie tych technik.

Stadium rozwoju:	Zarodek	Płód	Organizm człowieka dorosłego
Typ α :	ζ	α	α
Typ β :	ϵ	$G\gamma, A\gamma$	δ, β
Tetramer:	$\zeta_2 \epsilon_2$ (Gower 1) $\alpha_2 \epsilon_2$ (Gower 2) $\zeta_2 \gamma_2$ (Portland)	$\alpha_2 \gamma_2$ (HbF)	$\alpha_2 \delta_2$ (HbA ₂) $\alpha_2 \beta_2$ (HbA)

Ryc. 1. Typy ludzkich hemoglobin

Ułożenie i struktura genów w obszarach α - i β -globinowych

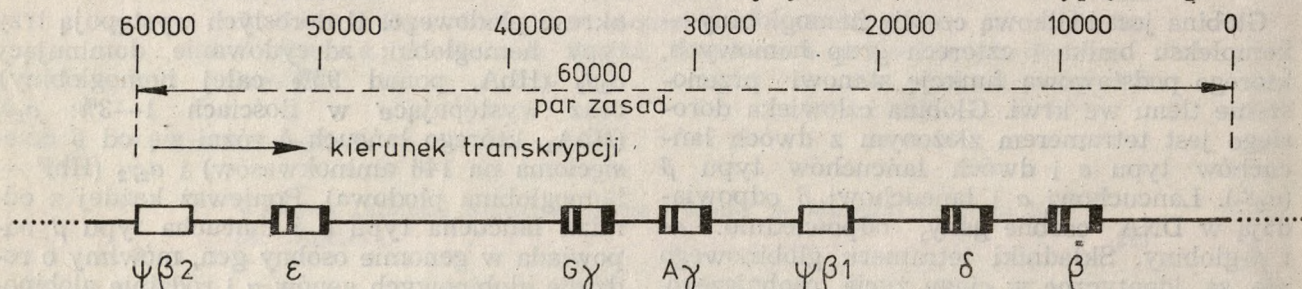
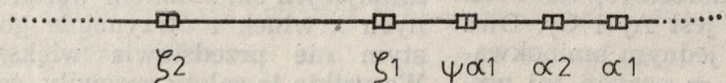
Ludzkie geny globinowe rozmieszczone są w dwóch niesprzężonych obszarach DNA: w obszarze genów rodziny α w chromosomie 16 i w obszarze genów rodziny β w chromosomie 11. W obu obszarach wszystkie geny ułożone są w zgodnym kierunku i leżą w kolejności 5'- ζ_2 - ζ_1 - α_2 - α_1 -3' w obszarze α i: 5'- ϵ - $G\gamma$ - δ - β -3' w obszarze β (ryc. 2). Również niesprzężone, to jest umieszczone w osobnych chromosomach, są obszary α - i β -globinowe u innych, badanych pod tym względem ssaków (małpa, królik, mysz) a także u kurczęcia. Jednakże u płaza *Xenopus laevis*, którego dorosła hemoglobina kodowana jest przez pojedynczy gen α -globiny i pojedynczy gen β -globiny, geny te są ściśle sprzężone i leżą w porządku: 5'- α' - β' -3', w jednym chromosomie. Ponieważ brak sprzężenia obszarów α - i β -globinowych, charakterystyczny dla ssaków, występuje też u ptaków, rozłączenie tych genów musiało nastąpić już w tych grupach gadów, które dały początek ptakom i ssakom, a więc jakieś 300 milionów lat

temu. Rozprzężenie obszarów α i β mogło nastąpić przez przemieszczenie pojedynczych genów, albo przez duplikację całego chromosomu niosącego zespół α - β , a następnie wyłączenie z transkrypcji w jednym genów α , w drugim zaś genów β -globiny.

W obu obszarach ludzkich genów globinowych tylko około 5% DNA koduje polipeptydy globinowe. Reszta sekwencji DNA, to jest ok. 95%, najprawdopodobniej nie koduje żadnego funkcjonalnego białka. Część z nich odgrywa rolę regulacyjną w ekspresji genów globinowych, o czym piszę dalej. Obszar zajmowany przez geny rodziny β wynosi około 60 000 par zasad, zaś przez geny rodziny α — około 30 000. W obu obszarach geny ułożone są w kolejności wyrażania się w rozwoju osobniczym. Prawdopodobnie ta występuje również w obszarach genów β -globinowych królika i myszy.

Zarówno w obszarze β , jak i α występują fragmenty DNA o sekwencji zasad w wysokim stopniu homologicznej do wyrażanego w danym obszarze genu globinowego. Ponieważ fragmenty te nie kodują jednak żadnego białka, nazwano je pseudogenami. Pseudogen $\psi\beta 1$ znajduje się pomiędzy genami $A\gamma$ i δ -globiny, a $\psi\beta 2$ po stronie 5' genu ϵ -globiny. $\psi\alpha 1$ w obszarze α zajmuje pozycję między genem $\zeta 1$ a $\alpha 2$ -globiny. Pseudogeny $\psi\beta 1$ i $\psi\beta 2$ w obszarze β występują również u małp. U królika geny oznaczone symbolami $\beta 3$ (odpowiednik ludzkiego genu γ) i $\beta 1$ (odpowiednik ludzkiego genu β) są również przedzielone odcinkiem DNA zawierającym pseudogen $\psi\beta 2$ (ryc. 2).

Wszystkie dotąd zbadane, funkcjonalne geny globinowe są genami mozaikowymi (pofragmentowanymi). Oznacza to, że sekwencje kodujące białko (egzony) przedzielone są w nich sekwencjami niekodującymi białka (intronami). Wiemy już dziś, że transkrypcji ulega całość

Obszar genów β -globiny w ludzkim chromosomie 11Obszar genów α -globiny w ludzkim chromosomie 16

Ryc. 2. Ułożenie genów obszarów α - i β -globiny w chromosomach ludzkich. W prostokątach wyobrażających geny ciemne pola oznaczają sekwencje kodujące

ce (egzony), — jasne — niekodujące (introny). Prostokąty nie oddają rzeczywistej proporcji między wielkością genu i wielkością całego obszaru

genu mozaikowego i dopiero transkrypt podlega obróbce przez specjalne enzymy, które rozpoznają miejsca graniczne egzon-intron, wycinają introny i łączą egzony w jedną, ciągłą cząsteczkę mRNA. Warto zaznaczyć, że cechą pofragmentowania wykazuje większość z dotąd poznanych genów eukariotycznych. Każdy z pięciu ludzkich genów globinowych z rodziny β zawiera po dwa introny rozmieszczone w identycznych pozycjach. Pierwszy intron o długości od 122 do 130 par zasad znajduje się pomiędzy kodonem 30 a 31 (to jest pomiędzy trójkami zasad kodującymi 30 i 31 aminokwas w polipeptydzie), a drugi o długości od 850 do 900 par zasad, między kodonem 104 a 105 (ryc. 3). Rozmieszczenie intronów w genach α -globinowych, choć nie identyczne, jest bardzo podobne do rozmieszczenia ich w genach β -globinowych. Występuje również znaczne podobieństwo międzygatunkowe, np. introny genów α -globinowych człowieka i myszy zajmują identyczne położenie.

W analogicznych genach ilość różnic w sekwencji zasad w intronach jest wyraźnie większa niż w egzonach. Funkcja lub przyczyna istnienia intronów w genach nie są do tej pory całkowicie jasne.

Uzyskanie znacznych ilości pojedynczych, homogennych genów α - i β -globinowych, dzięki technikom klonowania DNA, umożliwiło oznaczenie w nich sekwencji zasad. Porównanie sekwencji dla różnych genów globinowych uwidocznili szereg interesujących homologii, które mają prawdopodobnie znaczenie zarówno w procesie transkrypcji DNA, jak i w potranskrypcyjnej obróbce powstającego RNA. Szczególnie interesujące okazały się odcinki pozagenowego DNA bezpośrednio przylegające do końca 5' genów β -globinowych. Znajdują się tam dwa bloki homologii sekwencyjnej, które w podobnych pozycjach występują też po 5' stronie większości innych genów eukariotycznych. Jednym z nich jest tak zwany blok Hognessa — sekwencja bogata w AT (A-adenina, T-tymina), pierwotnie zidentyfikowana w obszarze genów histonowych *Drosophila* (histony są białkami strukturalnymi chromosomów eukariotycznych). W większości genów globinowych sekwencja ta w postaci: CATAAA (C — cytozyna) znajduje się w niegenowym fragmencie DNA w odległości 31 ± 1 par zasad od 5' końca genu. W obrębie bloku Hognessa sekwencją absolutnie uniwersalną dla wszystkich dotąd zbadanych genów β -globinowych, bez względu na źródło, jest blok ATA. Drugim obszarem homologii w tym samym, niegenowym fragmencie DNA jest blok CCAAT znajdujący się w odległości 77 ± 10 par zasad od 5' końca genu.

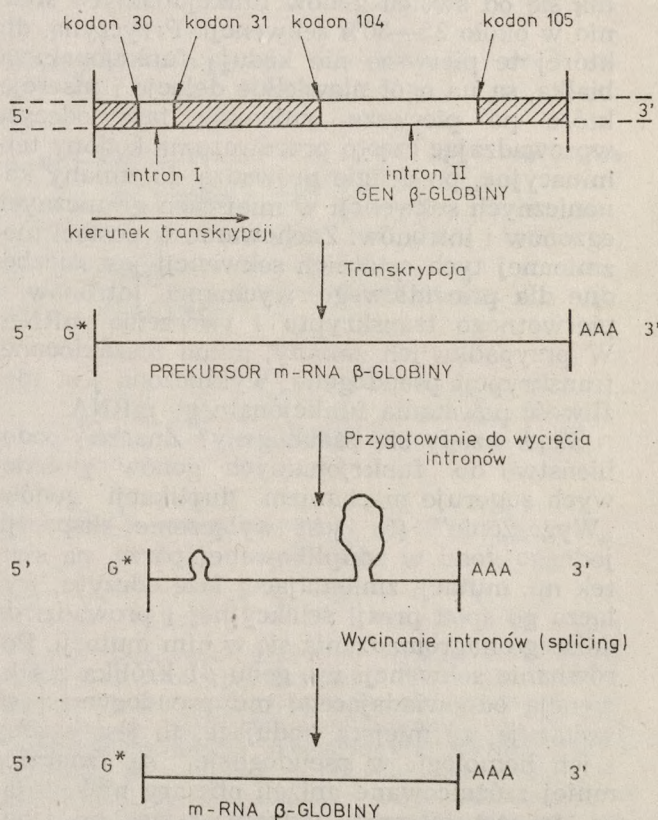
Porównanie sekwencji intronów w genach β -globiny człowieka, myszy i królika wykazało, że różnicowały się one między sobą na skutek zachodzenia delecji, addycji oraz zamian pojedynczych zasad. Miejsca, w których najczęściej zachodziły delecje zasad, zawierały krótkie (od 2 do 8 par zasad) odcinki powtórzonych sekwencji DNA. Podobny układ powtórzonych, krót-

kich fragmentów DNA towarzyszy miejscom częstych delecji (tzw. „hot spots”) w genie lac i bakterii *Escherichia coli*. Wydaje się więc, że również w przypadku intronów genów globinowych funkcjonuje mechanizm ułatwiający delecje, związany z występowaniem krótkich, powtórzonych sekwencji zasad w DNA.

Transkrypcja genów globinowych

Istotne pytania dotyczące regulacji odczytywania genów (transkrypcji) to: 1. jakie sekwencje i gdzie umieszczone odpowiedzialne są za inicjację transkrypcji danego genu; 2. jakie miejsca warunkują prawidłową obróbkę potranskrypcyjną RNA; 3. gdzie i jak następuje wiązanie do DNA lub RNA białek regulatorowych odpowiedzialnych za przeprowadzanie procesów 1 i 2?

W przypadku obu rodzin globinowych wiadomo, że każdy ze znajdujących się w nich genów stanowi osobną jednostkę transkrypcyjną, każdy zatem uzależniony jest od swojego rejonu promotorowego, to jest sekwencji DNA, z którą wiąże się enzym transkrybujący — polimeraza RNA. Wykazano, że dla utrzymania wydajnej transkrypcji genu β -globiny niezbędny jest zarówno blok ATA (Blok Hognessa) położony w odległości 31 par zasad od miejsca przyłączenia czapeczki (7-metyloguanozyna modyfikujące 5' koniec gotowej cząsteczki mRNA), jak i rejon położony między 100 a 88 parą zasad od miejsca rozpoczęcia transkrypcji. Delecja któregośkolwiek z tych rejonów powoduje bardzo znaczny spadek wydajności transkrypcji, przy czym dodatkowym efektem delecji w bloku ATA jest utrata zdolności do



Ryc. 3. Synteza m-RNA β -globiny. G* — miejsce przyłączania „czapeczki” na 5'-końcu. AAA — odcinek poli (A), (A — adenina) na 3'-końcu

specyficznego rozpoczynania transkrypcji. Natomiast obszary położone między ATA a początkiem sekwencji kodujących w genie, łącznie z miejscem przyłączenia czapeczki (pokrywa się ono z 5' końcem transkryptu) nie są konieczne dla utrzymywania normalnej wydajności transkrypcji. Znaczenie konserwatywnych sekwencji w okolicy i w samym połączeniu egzon/intron dla prawidłowej obróbki potranskrypcyjnej (splicing) jest intuicyjnie jasne. Niektóre spośród zbadanych dokładniej β^+ -talasemii (β^+ oznacza postać talasemii ze zredukowaną syntezą łańcucha β) powodowane są pojedynczymi zamianami zasad w tych właśnie rejonach. Z kolei u podłoża innej β^+ -talasemii leży najprawdopodobniej pojedyncza zamiana C→G w drugim intronie globiny. Defektowi w syntezie funkcjonalnej β -globiny towarzyszy w tym przypadku nagromadzenie się w czerwonych krwinkach znacznych ilości prekursorowego RNA globiny, zawierającego niewycięte sekwencje drugiego intronu. Przypuszcza się, że zamiana C w G powoduje powstanie w tej pozycji analogu miejsca rozpoznawanego przez enzymy rozcinające i w konsekwencji nieprawidłowe rozcinanie pierwotnego transkryptu.

Pseudogeny

Porównanie sekwencji pseudogenów rozmieszczonych analogicznie w rodzinach genów globinowych z różnych gatunków ssaków wykazuje ich znacznie większe zróżnicowanie sekwencyjne, aniżeli to ma miejsce między analogicznymi genami funkcjonalnymi. Pseudogeny różnią się od swoich genów funkcjonalnych średnio w około 25–30% sekwencji. Przyczyną, dla której te pierwsze nie kodują funkcjonalnego białka, są na ogół niewielkie delecje i insercje, które po pierwsze zmieniają fazę odczytu wprowadzając często przedwczesne kodony terminacyjne, po drugie prowadzą do zmiany kanonicznych sekwencji w miejscach granicznych egzonów i intronów. Zachowanie w postaci niezmiennych tych ostatnich sekwencji jest niezbędne dla prawidłowego wycinania intronów z pierwotnego transkryptu i tworzenia mRNA. W przypadku ich zmiany, mimo niezakłóconej transkrypcji pseudogenu, wykluczona jest możliwość powstania funkcjonalnego mRNA.

Skąd wzięły się pseudogeny? Znaczne podobieństwo do funkcjonalnych genów globinowych sugeruje mechanizm duplikacji genów. „Wygazenie” (to jest wyłączenie ekspresji) jednego genu w zduplikowanej parze, na skutek np. mutacji zmieniającej fazę odczytu, wyłącza go spod presji selekcyjnej i prowadzi do dalszego nagromadzenia się w nim mutacji. Porównanie sekwencji np. genu $\beta 1$ królika z sekwencją odpowiadającego mu pseudogenu $\psi\beta 2$ wskazuje, że miejsca kodujące, to jest egzony i ich homologii w pseudogenie, są znacznie mniej zróżnicowane aniżeli obszary niekodujące, to jest introny i odpowiadające im fragmenty pseudogenu. Zatem również w dzisiejszym pseudogenie $\psi\beta 2$ miejsca homologiczne do miejsc kodujących w genie $\beta 1$ były przez jakiś

czas, w odległej przeszłości, pod wpływem tej samej presji selekcyjnej. $\psi\beta 2$ był więc kiedyś funkcjonalnym genem kodującym globinę. Faktem o dużym znaczeniu dla zrozumienia mechanizmów ewolucji genów było wykrycie u myszy niezwyklego pseudogenu typu α , który utracił oba fragmenty intronowe. Wspominam o tym szerzej w następnym punkcie.

Pseudogeny wykrywa się przez hybrydyzację (czyli oddziaływanie na zasadzie komplementarności sekwencji) całkowitego DNA genomu z próbnikami określonych genów. Próbniki są dokładnymi kopiami mRNA lub kompletnych genów α lub β -globiny. Nawet przy braniu pod uwagę niskiego stopnia hybrydyzacji istnieje granica homologii lub inaczej — granica maksymalnej rozbieżności sekwencyjnej, powyżej której nie udaje się wykryć homologów dzisiaj funkcjonujących genów. Wydaje się jednak całkowicie prawdopodobne, że w DNA obszaru genów globinowych, a również i poza nim, istnieje całe spektrum pseudogenów typu α i β , w różnym stopniu zróżnicowanych sekwencyjnie w stosunku do genów funkcjonalnych. Uwaga ta odnosi się również do innych rodzajów genów strukturalnych.

Sekwencja będąca pseudogenem w jednym gatunku może jeszcze nie być pseudogenem w innym. Taka sytuacja ma miejsce w przypadku genu δ globiny. Jest on funkcjonalnym genem u człowieka, małp człekokształtnych i małp Nowego Świata, ale został wygaszony i jest typowym pseudogenem u małp Starego Świata i lemurów.

Duplikacja genów — jeden z podstawowych mechanizmów ewolucji

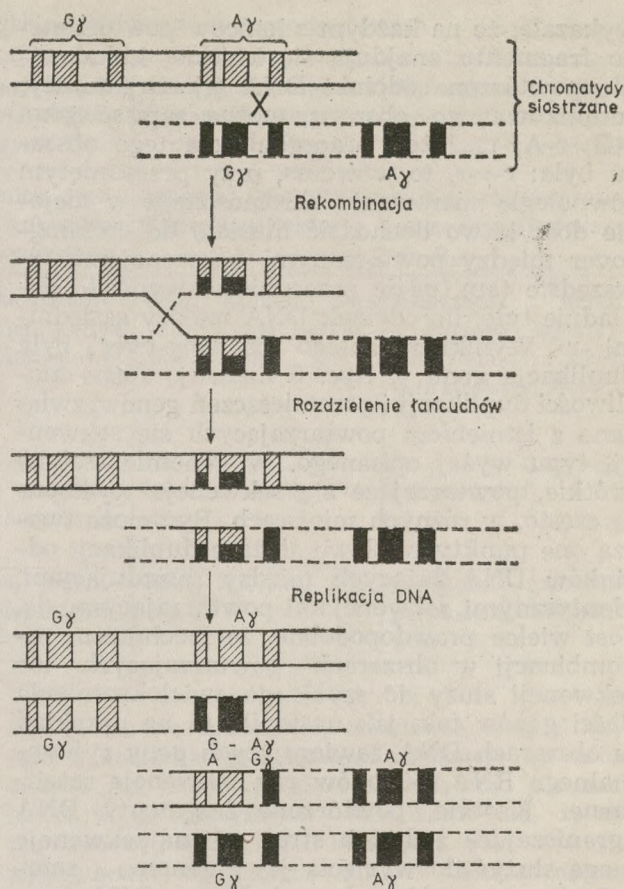
Duplikacja genów w genomach organizmów wyższych jest jednym z najbardziej twórczych procesów w ewolucji. Dobrym przykładem efektów działania tego mechanizmu w przeszłości jest dzisiejsza organizacja genów globinowych. Obie rodziny: α i β , zawierają typowe układy podwójnych genów. Są to za każdym razem geny leżące w bezpośrednio sąsiadujących rejonach: δ - β ; $A\gamma$ - $G\gamma$; $\zeta 2$ - $\zeta 1$; $\alpha 2$ - $\alpha 1$. Geny w parach ulegają ekspresji w sposób skoordynowany i zawsze w tym samym stadium rozwoju. Niezależne mutowanie dwóch wyjściowo identycznych genów powiększa szansę na powstanie korzystniejszego układu sekwencji, zmniejszając jednocześnie niebezpieczeństwo narażenia na szwank głównej funkcji genu.

Para δ - β w ludzkim obszarze β wykazuje bardzo wysoki stopień homologii sekwencji kodujących, natomiast wyraźne zróżnicowanie w obrębie wewnętrznych i przyległych do końców genu sekwencji niekodujących. Podobnie przedstawia się sytuacja w szeregu par genów globinowych opisanych u różnych organizmów. W przeciwieństwie jednak do niekompletnej homologii typu występującego w parze δ - β , homologia sekwencji w parze $G\gamma$ - $A\gamma$ jest prawie całkowita, to jest nie ma różnic ani w sekwencjach kodujących, ani w intronach i sekwencjach przyległych do końca genu. W rejonie genów płodowego łańcucha γ znajdują się w

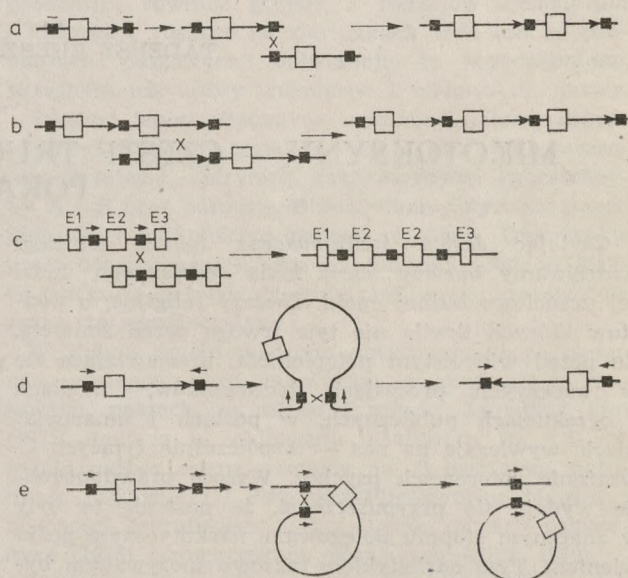
istocie dwa powtórzone, wielkie fragmenty DNA, liczące po 5000 par zasad każdy. W jednym z tych fragmentów znajduje się gen $G\gamma$, a w drugim $A\gamma$. Co ciekawe, ilość zmian nagromadzonych w obu wielkich odcinkach jest dość znaczna, różnią się one w 14% sekwencji, natomiast „zanurzone” w nich odcinki obejmujące większość genu γ -globiny (po około 1500 par zasad) — wykazują zgodność w 99% sekwencji. Bardzo wysoki stopień homologii wykazują także geny $\alpha 1$ i $\alpha 2$ w obszarze α -globinowym. Obszar homologii obejmuje w tym przypadku łącznie odcinek o długości 4000 par zasad, w którym znajdują się geny α -globiny.

Przykład pary δ - β pokazuje niejako normalny los dwóch genów powstałych w wyniku duplikacji wspólnego przodka. Każdy z nich ulega niezależnym zmianom — widać to szczególnie dobrze w sekwencjach niekodujących — intronach, które nie są poddawane bezpośredniemu naciskowi selekcji. Mutacje w sekwencjach kodujących prowadzą do wygaśnięcia genu, albo do zmiany kodowanego produktu białkowego. Prawie absolutna homologia dotycząca wszystkich sekwencji w parach $G\gamma A\gamma$ oraz $\alpha 2$ - $\alpha 1$ wskazuje, że los zduplikowanych genów może być również inny. Powyższych przypadków nie można jednak wytłumaczyć bez założenia, że istnieje aktywny mechanizm wzajemnej autokorekcji genów w zduplikowanej parze. Mechanizmem, dzięki któremu para dwóch niezależnych genów ewoluuje praktycznie wspólnie, to jest zachowuje się jak pojedyncza jednostka genowa, jest rekombinacja odcinków między genami w parze. Stwierdzono, że w punktach, od których zaczyna się wysoka homologia sekwencji (np. w 2/3 długości genu γ od 5' końca) występuje ciąg prostych sekwencji DNA o składzie $(TG)_n$ (G — guanina). Odcinek DNA o takiej sekwencji może teoretycznie przyjąć strukturę helisy lewoskrętnej, podczas gdy DNA genomu występuje normalnie w postaci helisy prawoskrętnej. Wydaje się, że struktura taka mogłaby być „gorącym punktem” dla rekombinacji międzygenowej, w którym następowaloby pękanie i rekombinowanie odcinków. Ryc. 4 przedstawia możliwy schemat takiej wymiany w obrębie pary $G\gamma$ - $A\gamma$, między przesuniętymi względem siebie chromatydami siostrzanymi. W jego wyniku dochodzi, jak widać, do stałego mieszania składników genu $G\gamma$ i $A\gamma$. Badania innych rodzajów genów w organizmach eukariotycznych na przykład rodziny genów białka szoku cieplnego u *Drosophila* (białka szoku cieplnego pojawiają się jako odpowiedź organizmu na umieszczenie go w podwyższonej temperaturze) lub rodziny genów rybosomalnych — wykazują również istnienie sprzężonej ewolucji genów. Należy zatem uznać, że rekombinacja międzygenowa w obrębie wielokrotnie powtórzonych genów jest podstawowym mechanizmem utrzymywania ich strukturalnego podobieństwa w ewolucji.

Jaki jest mechanizm duplikacji genów? Analiza sekwencji wspomnianych już obszarów DNA, w których znajdują się geny $G\gamma$ i $A\gamma$



Ryc. 4. Model mechanizmu wymiany odcinków genowych między genami $G\gamma$ - i $A\gamma$ globiny w chromosomach ludzkich. Ciemne pola wyobrażają odcinki kodujące, jasne pola — introny. Wg Slightom et al. 1980, *Cell* 21, 627



Ryc. 5. Duplikacja genów w wyniku rekombinacji między krótkimi, powtórzonymi sekwencjami DNA, rozproszonymi w różnych miejscach genomu: a) jednokrotne, b) wielokrotne zduplikowanie genu, c) efekt rekombinacji między powtórzonymi sekwencjami w intronach (E — egzon), d) rekombinacja między powtarzającymi się sekwencjami, które ułożone są w niezgodnych kierunkach, e) — wycięcie genu w wyniku rekombinacji. □ — gen, ■ — sekwencja powtarzająca się. Wg A. J. Jeffreys i S. Harris, *Nature* 1982, 296: 9—10

wykazała, że na każdym z końców powtórzono fragmentu znajdują się krótkie, kilkakrotnie powtórzone odcinki DNA (r). Organizację zduplikowanego obszaru można zapisać jako: r-Gy-r-Ay-r. Jeżeli praorganizacja tego obszaru była: r-γ-r, to wówczas, przy przesunięciu równolegle sparowaniu chromosomów w mejozie dość łatwo dochodzić musiało do crossing-over między powtórzonymi sekwencjami -r- wszędzie tam, gdzie przesunięcie wynosiło dokładnie tyle, ile odcinek DNA między sąsiednimi -r-. Wynikiem takiego crossing-over była duplikacja genu γ. Ryc. 5 ilustruje różne możliwości duplikacji i przemieszczeń genów, związane z istnieniem powtarzających się sekwencji typu wyżej opisanego. W genomie ssaków krótkie, powtarzające się sekwencje występują często, w różnych miejscach. Być może tworzą one punkty węzłowe służące duplikacji odcinków DNA leżących między sąsiadującymi, identycznymi sekwencjami powtarzającymi się. Jest wielce prawdopodobne, że mechanizm rekombinacji w obszarach powtarzających się sekwencji służy do szybkiego zwielokrotnienia ilości genów tak, jak nastąpiło to na przykład w obszarach DNA zawierających geny rybosomalnego RNA, histonów czy sekwencje satelitarne. Krótkie, powtórzone fragmenty DNA ograniczające z dwóch stron pewną sekwencję mogą służyć do wycięcia jej z genomu i zamknięcia w postaci małego, kolistego DNA (ryc. 5). Taki kolisty DNA może następnie zintegrować się powtórnie z genomem przez rekombinację z homologicznymi, powtórzonymi frag-

mentami, lecz w zupełnie innym miejscu. Nie trudno sobie wyobrazić, że w opisany sposób przemieszczać się mogą w genomie kompletne geny zarówno strukturalne, jak i regulatorowe.

Występowanie bardzo szczególnego pseudogenu mysiej globiny, o którym wspomniałem poprzednio, sugeruje istnienie jeszcze innego mechanizmu przemieszczania się genów. Pseudogen ten (ψa3) jest szczególny z dwóch względów: po pierwsze leży poza obszarem α-globinowym myszy, po drugie nie zawiera intronów dokładnie tak, jak mRNA funkcjonalnych genów α-globiny. Ostatni fakt sugeruje, że dzisiejszy pseudogen ψa3 przeszedł w jakiś sposób proces potranskrypcyjnej obróbki na poziomie RNA i „wrócił” do genomu w postaci bezintronowego DNA. Wykrycie w pobliżu tego genu sekwencji charakterystycznych dla retrowirusów (grupa wirusów, których genomy zbudowane są z RNA; w komórkach gospodarzy RNA wirusowy zostaje przepisany w DNA przez enzym: odwrotną transkryptazę; taki DNA może zintegrować się z genomem gospodarza i trwać w nim, jako prorotrowirus; retrowirusami są niektóre wirusy wywołujące nowotwory u zwierząt) sugeruje, że oryginalny gen usunięty został z chromosomu wraz z prorotrowirusem, przeszedł z nim cały proces obróbki potranskrypcyjnej RNA wraz z wycięciem intronów, a następnie, po odwrotnej transkrypcji w DNA, zintegrował się powtórnie z genomem.

TADEUSZ RUEBENBAUER (Kraków)

MIKOTOKSYNY — CZĘSTE TRUCIZNY NASZEGO CODZIENNEGO POKARMU

Czytając *Jesień średniowiecza* Johana Huizingi przeżywamy barwny obraz życia codziennego ludzi tej uczuciowo bujnej epoki. Ekstazy religijne, u podstaw których tkwiła nie tyle trwoga przed śmiercią, ile przed wiekiustym potępieniem, przejawiające się w masowych procesjach biczowników, modłach i egzekucjach publicznych, w postach i umartwianach, wywierają na nas — współcześnie żyjących — wrażenie zbiorowych psychoz. Wysoce prawdopodobne wydaje się przypuszczenie, że nastroje te były w znacznym stopniu potęgowane narkotycznymżywieniem. Tym narkotykiem masowo spożywanym były alkaloidy zawarte w sporyszu *Claviceps purpurea*, zanieczyszczające mąkę żytnią. Wiadomo, że znaczniejsza domieszka sporyszu w chlebie żytnim powodowała epidemie notowane w średniowieczu jako tzw. „święty ogień”. Dłuższe spożywanie chleba zatrutego mikotoksynami sporyszu powodowało konwulsje lub zgorzel.

Dziś różki sporyszu nie dostają się do mąki żytniej. Stał się on stosunkowo rzadkim grzybem pasażnym, zwalczonym skutecznie przez postępowe

rolnictwo oraz częściowo przez przemysł farmaceutyczny. Zawarte bowiem w sporyszu alkaloidy, głównie ergotamina, okazały się cennymi lekami, zwłaszcza w położnictwie. Najpierw zaczęto zbierać owoce sporyszu, następnie przystąpiono nawet do jego uprawy na roślinach żyta.

Minał więc „święty ogień”, podobnie jak minęły epidemie większości chorób zakaźnych, a na ich miejsce pojawiły się typowe dla naszego wieku choroby: rak, choroby serca, wątroby i schorzenia nerek. Niewątpliwie ta zmiana przyczyn zejść śmiertelnych powodowana jest niemal całkowitym opanowaniem chorób zakaźnych, przy stosunkowo słabszej skuteczności zwalczania trapiących nas obecnie schorzeń. Te ostatnie jednak nasilają się coraz wyraźniej w wyniku toksycznego oddziaływania środowiska. Nie bez znaczenia między innymi pozostaje również oddziaływanie toksycznych pokarmów, zatrutych mikotoksynami. Okazało się, że niektóre spleśniałe ziarna zbóż oraz pasze zawierają mikotoksyny wywołujące raka, choroby wątroby i schorzenia nerek.

Zaczęło się od wykrycia mikotoksyny nazwanej af-

Występowanie i działanie ważniejszych mykotoksyn zbożowo-paszowych

Nazwa mykotoksyn	Grzyby produkujące mykotoksyny	Ziarna, na których stwierdzono mykotoksyny	Kraje, w których badano występowanie mykotoksyn	Wywoływanie schorzeń w organizmach zwierząt kęgowych
Aflatoksyny B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂ , M ₁ , M ₂	<i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Aspergillus parasiticus</i>	ryż, pszenica, jęczmień, kukurydza, pasze przemysłowe	Japonia, USA, RFN, Tajlandia, Polska	silnie rakotwórcza, zwłaszcza aflatoksyna B ₁
Ochratoksyna A, B	<i>Aspergillus ochraceus</i> ; <i>Aspergillus sulphureus</i> ; <i>Aspergillus melleus</i> ; <i>Penicillium viridicatum</i> ; <i>Penicillium commune</i> ; <i>Penicillium cyclopium</i>	kukurydza, pszenica, jęczmień, owies, pasze przemysłowe	USA, Kanada, Dania, Kraje Bałkańskie, Polska	schorzenia nerek i wątroby wywołane zwłaszcza przez ochratoksynę A
Sterygmatocystyny	<i>Aspergillus versicolor</i> ; <i>Aspergillus nidulans</i> ; <i>Aspergillus bipolaris</i>	jęczmień, pszenica, pasze przemysłowe	USA, Kanada, Polska	rakotwórcze
Zearalenon (synonimy F-2, RAL, FES)	<i>Fusarium gramineum</i> ; <i>Fusarium nivale</i>	kukurydza, pszenica, ryż, pasze przemysłowe	USA, Kanada, Polska	krwotoki maciczne, poronienia, bezpłodność

latoksyną, produkowanej przez niektóre szczepy grzyba *Aspergillus flavus* oraz *Aspergillus parasiticus*. Aflatoksyny wyodrębniono w roku 1960 z zapleśniałej paszy powodującej ciężkie schorzenia u zwierząt domowych. Niebawem okazało się, że aflatoksyny są mieszaniną związków pochodnych kumaryny, z których sześć (B₁, B₂, G₁, G₂, M₁, M₂) występuje najczęściej jako produkty biosyntezy grzybów z rodzaju *Aspergillus*. Najbardziej rozpowszechniona jest aflatoksyna B₁, która ma jednocześnie najsilniejsze właściwości rakotwórcze. Istnieją wiarygodne dane, pochodzące z badań przeprowadzonych na ludności Tajlandii, wykazujące ścisłą zależność między spożywaniem produktów zanieczyszczonych aflatoksynami a powstawaniem pierwotnego raka wątroby.

Znacznie lepiej zbadano wpływ aflatoksyn na rozwój i zdrowotność zwierząt domowych. Szczególnie wrażliwe są młode zwierzęta; zawsze atakowana była wątroba, a nieraz silnie uszkodzana. Często obserwowano powstawanie raka, a niekiedy również zmiany w innych narządach (nerki, płuca).

Wprowadzie aflatoksyny M występują rzadziej w przyrodzie, jednak ich oddziaływanie na organizm jest również częste. Po wprowadzeniu bowiem do ustroju aflatoksyny B zostają one przekształcone w pochodne hydroksylowe aflatoksyny M, które wykazują podobne działanie toksyczne jak ich związki macierzyste.

Powstałe w organizmach aflatoksyny M₁ mogą dostać się do mleka krów w dość znacznych ilościach i są obecne w mleku jeszcze po kilku dniach od wycofania spleśniałej paszy. Również spożywanie mięsa, zwłaszcza wątroby zwierząt karmionych paszą zawierającą aflatoksyny, może wywołać toksyczne objawy.

W tabeli, w rubryce podającej kraje, w których badano występowanie mikotoksyn, wymieniono zaledwie kilka pozycji dotyczących aflatoksyn. Ponieważ pozycje te odnoszą się do znanych cytatów z literatury poświęconej mikotoksynom, przeto nie dają wyczerpującej odpowiedzi na zasadnicze pytanie: gdzie mikotoksyny występują najczęściej i jakie wywołują schorzenia. Krótko mówiąc, w wymienionych krajach zainteresowano się obecnością mikotoksyn, cho-

ciaż można się spodziewać, że właśnie w tych krajach o dobrze zorganizowanym rolnictwie ich szkodliwość ma raczej charakter sporadyczny. Niemniej nawet w tak pomyślnych warunkach dla zbioru i przechowywania ziarna zbóż oraz pasz wykryto występowanie mikotoksyn. Autorzy zach.-niemieccy donoszą o stwierdzeniu aflatoksyn w produktach zbożowych, takich jak mąka pszenna, preparaty dietetyczne zawierające grysik pszenny oraz preparaty z mąki kukurydzianej.

Dalsze badania nad mikotoksynami prowadzone w latach siedemdziesiątych wykazały, że substancje te oprócz gatunków należących do rodzaju *Aspergillus*, produkują również grzyby z rodzajów *Penicillium* i *Fusarium*, rosnące na ziarniakach zbóż lub na produktach paszowych. Substancje te wyodrębniono, określono ich wzory chemiczne i nadano im nazwy.

Spośród lepiej zbadanych wymienić należy: ochratoksyny, sterygmatocystyny, zearalenon oraz fuzarenon, nivalenol, cytryninę, cytrowirydynę, rubratoksyny A i B oraz patulinę. Bliższe dane dotyczące trzech pierwszych mikotoksyn podano w tabeli. Obserwacje przeprowadzone w Afryce na ludności plemion Bantu wskazują na wywoływanie złośliwych nowotworów przez sterygmatocystyny.

W Polsce przeprowadzono dotychczas sporo badań nad występowaniem mikotoksyn w produktach zbożowych, paszach, w mleku i mięsie. Janicki i inni (1975) donoszą o znalezieniu aflatoksyn B₁ i G₁ w jednej próbce ziarna pszenicy na 35 badanych, natomiast Juskiewicz i Piskorska-Pliszczyńska donoszą o obecności ochratoksyn w krajowych zbożach pastewnych (1976) i mieszankach paszowych (1977, 1979).

Uwzględniając zarówno warunki klimatyczne, jak i występowanie odpowiednich gatunków grzybów, przy naszym stanie rolnictwa należy liczyć się z możliwością występowania w Polsce na ziarniakach zbóż obok aflatoksyn również ochratoksyn, sterygmatocystyny oraz zearalenonu.

Zachodzi pytanie, jak mogła powstać taka obfitość różnych szczepów grzybów produkujących najrozmaitsze mikotoksyny? Niewątpliwie szczepy te wykształciły się na drodze mutacji oraz ewentualnych rekombinacji.

binacji. Ponieważ jednak te zjawiska natury genetycznej są stosunkowo rzadkie, a nadto szansa przeżycia nowych mutantów jest mała, przeto powstanie nowych szczepów wymaga dużych populacji osobników. Innymi słowy, nowe szczepy powstają w warunkach masowego pleśnienia dużych partii ziarna zbóż. Większość szczepów dotychczas rozpowszechnionych nie produkuje mikotoksyn. Dlatego nie każda partia spleśniałego ziarna zawiera mikotoksyny. Jednakże postęp w tworzeniu się szczepów produkujących mikotoksyny pozwala przypuszczać, że problem zatrucia będzie w przyszłości coraz bardziej niepokojący.

Również nieodpowiednie składowanie ziarna zbóż, obserwowane w ostatnich czasach na dużych obszarach uprawy, często zawilgacanego w okresie przechowywania, pozwala przypuszczać, że problem zatrucia mikotoksynami będzie coraz powszechniejszy. W klimacie umiarkowanym warunki wilgoci i temperatur sprzyjają pleśnieniu ziarna nie zabezpieczonego i nie przechowywanego sucho w silosach. Istnieją więc nadal okoliczności sprzyjające nie tylko tworzeniu się nowych szczepów grzybów mikotoksycznych, ale również warunki sprzyjające ich rozpowszechnianiu się.

Głównym powodem pleśnienia ziarna w czasie jego składowania jest nadmierna zawartość w nim wody, przekraczająca normę 12–14% wilgotności. Należy stwierdzić, że stosowany obecnie powszechnie zbiór zbóż przy pomocy kombajnów odbywa się często przy zawartości wody w ziarnie przekraczającej

nawet 30%. Jeśli ziarno takie nie jest należycie wysuszone, a nadto przechowywane nieodpowiednio, pleśnienie z reguły. Naturalne suszenie ziarna w czasie tradycyjnego zbioru, polegało na dosuszaniu snopów w polu w tzw. łalkach lub mendlach, następnie na dalszym dosuszaniu w słomie, składowanej w stogach lub stodołach. Tak wysuszone ziarno w snopach, młócone w jesieni lub w zimie (w okresie niskiej wilgotności powietrza) zawierało w tym czasie nie więcej niż 13% wody. Przejście na kombajnowy system zbioru zbóż stworzyło dodatkowe komplikacje, związane ze sztucznym suszeniem ziarna, nie zawsze przeprowadzonym pomyślnie. Dlatego pleśnienie ziarna jest obecnie częstsze niż to miało miejsce przed kilkudziesięciu laty, w okresie tradycyjnego zbioru zbóż.

W Polsce przeprowadzono stosunkowo obszerne badania nad występowaniem mikotoksyn w ziarnie zbóż i paszach. Prace nad tym ważnym zagadnieniem rozpoczęto już w roku 1965 w Puławach, w Zakładzie Farmakologii i Toksykologii Instytutu Weterynarii pod kierunkiem T. Juskiewicza. Później zagadnienie to podjął PZH w Warszawie, AR w Poznaniu oraz kilka Zakładów Higieny Weterynaryjnej. Niemniej poruszone w ogólnym zarysie zagadnienia, dotyczące zbioru, przechowywania zbóż i pasz, korelujące wyraźnie ze wzrostem nasilenia raka, chorób nerek i wątroby, zmuszają do zwrócenia baczniejszej uwagi na obecność mikotoksyn w pożywieniu, w imię ochrony zdrowia społeczeństwa.

TADEUSZ BAROWICZ (Kraków)

SZANSE RAKÓW

Wody krajowe obfitowały niegdyś w znaczne ilości raków. Obecnie pogłowię raka maleje z roku na rok w zastraszająco szybkim tempie. Jak tragiczna jest sytuacja, mogą świadczyć wielkości odłowów przemysłowych: w latach 1924–1935 eksportowano z Polski od 170 do 610 ton raków rocznie, w roku 1952 tylko 85 ton, w 1970 — już 15,4 tony, a w roku 1978 zaledwie 3,5 tony! Po tym roku zaprzestano odłowów przemysłowych. Przyczyn takiego faktu jest wiele. Między innymi wymienia się: uprzemysłowienie kraju i związane z tym zanieczyszczenie i zatrucie wód, rosnące nawożenie pól nawozami sztucznymi (raki są mniej odporne niż ryby łososiowate), regulacja rzek oraz cieków i związane z tym niszczenie naturalnych siedlisk raków oraz rozpowszechnione kłusownictwo, nie znające litości nad podlegającymi ochronie samicami w okresie rozmnażania i rakami niemiarowymi. Niewątpliwie każda z wymienionych przyczyn w pewnym stopniu rzutuje na kurczenie się pogłowia raków. Jednak przyczyną najistotniejszą jest niezarczanie wód. Odłowy bowiem stale zmniejszają powierzchnię wód rakowych, prowadząc do koncentracji raka na niewielkich akwenach, a na miejsce odłowionego pogłowia nie jest wypuszczany narybek raka. Wydaje się również koniecznością ustalenia przez czynniki zajmujące się połowem i skupem raków, wydajności poszczególnych

łowiisk i nieprzekraczania ich przy odłowach.

Raki należą do typu stawonogów (*Arthropoda*), gromady skorupiaków (*Crustacea*) i rodziny rakowatych (*Astacidae*). W wodach Polski występują trzy gatunki raków: rak szlachetny *Astacus astacus* — zwany czasem rzecznym albo wielkoszczypcowym; rak błotny *Astacus leptodactylus* — zwany również stawowym lub wąkoszczypcowym, oraz rak pręgowany *Orconectes limosus* — zwany powszechnie amerykańskim.

Najłatwiej rozpoznać jest raka szlachetnego — po charakterystycznych dużych szczypcach, często niejednakowej wielkości i gładkim pancerzu, stosunkowo miękkim, zwłaszcza w okolicach pokryw skrzelowych. Rak pręgowany i błotny różnią się głównie wielkością (pręgowany znacznie mniejszy) i wyglądem, a zwłaszcza barwą pancerza chitynowego.

W pełni rodzimym gatunkiem jest tylko rak szlachetny. Raki błotne przywędrowały do nas ze zlewni Morza Czarnego i Kaspjskiego, przypuszczalnie na przełomie XVIII i XIX wieku. Były też one sztucznie wsiedlane do naszych wód. Ojczyzną raka pręgowanego jest natomiast Ameryka Pn. Pierwsza próba wsiedlenia tego gatunku do wód europejskich nastąpiła w 1890 roku w woj. zielonogórskim. Od tego czasu rak pręgowany rozprzestrzenił się na teren niemal całego kraju.



I. PUSTUEKA, *Falco tinnunculus* L. Fot. W. Strojny

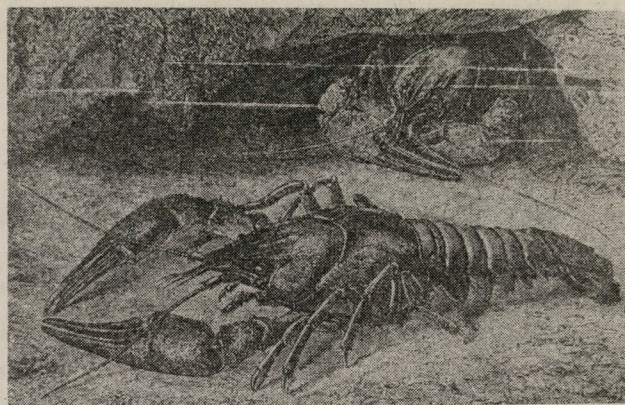


IIa, GRZYBÓWKA (*Mycena* S. F. Gray) pod korą pniaka dębowego. Fot. W. Strojny



IIb, CZERNIDŁAK KOLPAKOWATY (po lewej stare owocniki) *Coprinus canatus* S. F. Gray. Fot. W. Strojny

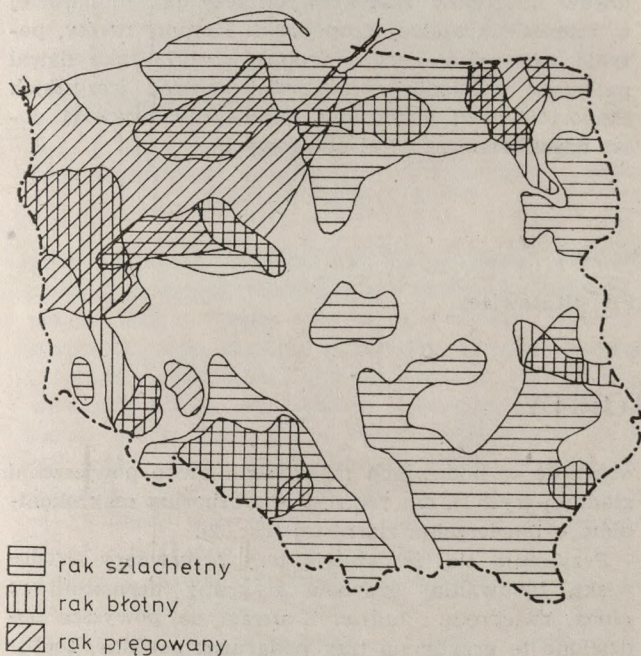
Rak pręgowany różni się swą biologią od dwu pozostałych, blisko spokrewnionych gatunków. Raki szlachetne i błotne wylęgają się zwykle w czerwcu. Ich rozwój embrionalny trwa około pół roku. U raka pręgowanego natomiast wylęg następuje w czerwcu, ale rozwój embrionalny trwa tylko sześć tygodni. Płodność samicy zależy od wieku — im starsza tym więcej odkłada jaj. Średnio samice raków szlachetnych i błotnych odkładają 180, a pręgowanych 290 jaj. Ilość odłożonych jaj nie jest oczywiście równa liczbie wylęgających się rączków. Ocenia się, że rączki wykluwają się z 2/3 jaj. Rączki szlachetne i błotne przechodzą pierwsze linienie po 8—10 dniach od wyklucia, natomiast pręgowane już po 48 godzinach. W pierwszym roku życia, raki szlachetne i błotne linieją 8, w drugim 5, w trzecim 2, w następnych latach samce dwa razy, a samice tylko raz. Raki pręgowane mają nieco inną częstotliwość linień. W pierwszym roku 9, w następnych 3 linienia rocznie. Po każdej zmianie pancerza rak przyrasta o około 8 mm i to niezależnie od wieku. Wielkość przyrostów uzależniona jest natomiast od żyzności zbiornika, czyli od obfitości pokarmu. Zmiana pancerza jest ważnym



Ryc. 2. Rak szlachetny (*Astacus astacus*) wg Nalepy (cyt. *Wiadomości z zoologii*, J. Nusbaum-Hilarowicz, T. Wiśniowski, Lwów 1916, s. 182)

tnie konsumowane są rośliny naczyniowe, ale także glony i inne. W skład pokarmu pochodzenia zwierzęcego najczęściej wchodzi mięczaki i larwy owadów wodnych. Nie potwierdza się opinia o wyjadaniu przez raki ikry ryb. Nie są więc, o co się często je oskarża, groźnymi ich wrogami. Raki są zasadniczo aktywne w nocy, mogą jednak żerować także w dzień (zwłaszcza pręgowane i błotne).

Najważniejsze rejony występowania poszczególnych gatunków przedstawia mapka. Jeśli chodzi o wymagania siedliskowe, raki nie są specjalnie wybredne i mogą żyć praktycznie we wszystkich typach zbiorników wodnych, a nawet w przybrzeżnych partiach morza. Podstawowym warunkiem pomyślnego bytowania tych skorupiaków jest czystość wód — są one wyjątkowo wrażliwe na zanieczyszczenia. Wiele wód, do niedawna jeszcze obfitujących w raki, staje się „raczą pustynią”. Obok zanieczyszczeń, również i regulacje rzek pogarszają warunki życiowe raków. Raki szlachetne bowiem preferują zbiorniki o typie dna umożliwiającym im wykopanie nory, w której spędzają zwykle dzień w okresie od linienia do stward-

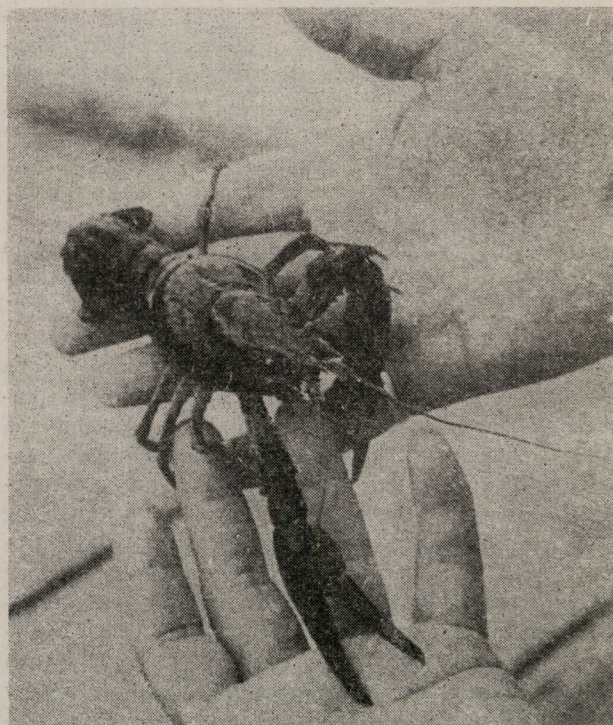


Ryc. 1. Rejony występowania raków w Polsce

momentem w życiu raka, nierzadko kończącym się tragicznie. Linienie bowiem ciągnie się zwykle przez kilka godzin, a po jego zakończeniu rak jest zupełnie miękki i bezbronny. Nie może pobierać pokarmu, porusza się z dużym trudem na uginających się kończynach. Wtedy właśnie pada on ofiarą ryb drapieżnych. Nic więc dziwnego, że do czasu stwardnienia nowego pancerza, a więc przez około 10 dni, przebywają raki w swych kryjówkach, gdzie intensywnie rosną.

Raki szlachetne mogą dochodzić do 25 cm, a błotne nawet do 30 cm długości. Przeważnie łowi się osobniki o długości 12 cm. Raki pręgowane są znacznie mniejsze, ich wymiar rzadko przekracza 10 cm.

Według powszechnego mniemania raki są zwierzętami wyłącznie mięsożernymi. Okazało się jednak, że w pokarmie raków rośliny mają duży udział, tym większy im rak jest młodszy. Ogólnie pokarm pochodzenia roślinnego stanowi około 75%. Szczególnie chę-



Ryc. 3. Rak szlachetny

nienia pancerza. Raki błotne wolą kryjówki naturalne jak gałęzie, kamienie, korzenie roślin wodnych. Raki przegrywane kryją się natomiast wśród roślin, ale mogą przebywać również na dnie pozbawionym kryjówek.

Rola raka w zbiornikach wodnych polega między innymi na zjadaniu nieżywych organizmów zwierzęcych. Obok funkcji sanitarnej, raki odgrywają znaczną rolę jako bezpośredni roślinożercy — wchodzą w skład nielicznej grupy zwierząt wodnych, które mogą wykorzystywać bezpośrednio roślinność naczyniową jako pokarm. Równocześnie zapobiegają odkładaniu się niewykorzystanej materii roślinnej w osadach dennych. Raki są ogniwem w procesie krążenia i przepływu materii również jako drapieżcy bezkręgowców oraz jako pokarm samych ryb. Poza tym występowanie i kondycja raków mogą być wykorzystywane jako biologiczne wskaźniki stanu czystości zbiorników i cieków wodnych.

Mięso raka jest jadalne i bardzo smaczne. Mieści się głównie w kleszczach i odwłoku. Rekordowy rak w Polsce złowiony został nietypowo, bo na wędkę. Mierzył 47 cm długości, przy masie ciała 1,32 kg. Fakt ten miał miejsce w 1973 r. na rzece Zylicy, przy jej ujściu do zbiornika zaporowego w Tresnej.

Aby przeciwdziałać gwałtownemu spadkowi pogłowia raków w Polsce, od 1979 roku obowiązywał zakaz połowu raków. Prowadzono ponadto intensywne prace dotyczące opracowania metod produkcji narybku

raka w warunkach sztucznych. Polski Związek Wędkarski w ośrodkach hodowli ryb w Otorowie i w Czarcim Jarze prowadził eksperymenty, a obecnie hodowlę raka szlachetnego. Stwierdzono, że stawową produkcję materiału obsadowego raka można prowadzić z powodzeniem, bez dużych nakładów finansowych. Samice bowiem z wykształconymi jajami pozyskuje się z wód otwartych, a wylęg i hodowlę młodych raków prowadzi się w betonowych sadzach. Raki w okresie hodowli karmi się gotowanymi ziemniakami, marchwią, a w późniejszym okresie życia mielonymi rybami i śledzioną. Przeprowadzono również sztuczne zimowanie raków. Wydaje się, że te działania otwierają przed rakami perspektywy restytucji gatunku i dalszego ich rozwoju. O tym, że wybrano właściwą drogę działania świadczą optymistyczne sygnały, zwłaszcza z woj. lubelskiego o wzroście pogłowia raka na tyle, że pożądane byłoby ponowne podjęcie odłowów. Z tych więc względów Zarząd Główny PZW przewiduje na rok 1983 wznowienie odłowu i przyjmowania raków przez wytypowane bazy w całym kraju. Uratowanie bowiem i pomnożenie pogłowia naszych raków, a następnie zwiększenie odłowów dla celów eksportowych leży jak najbardziej w interesie krajowej gospodarki. Eksport raków, pozycja wprawdzie bardzo drobna, w 1973 roku dawał najlepszy wskaźnik opłacalności spośród wszystkich eksportowanych artykułów rolno-spożywczych (1 dolar uzyskiwano za 36 zł obiegowych).

KRZYSZTOF ULFIG (Katowice)

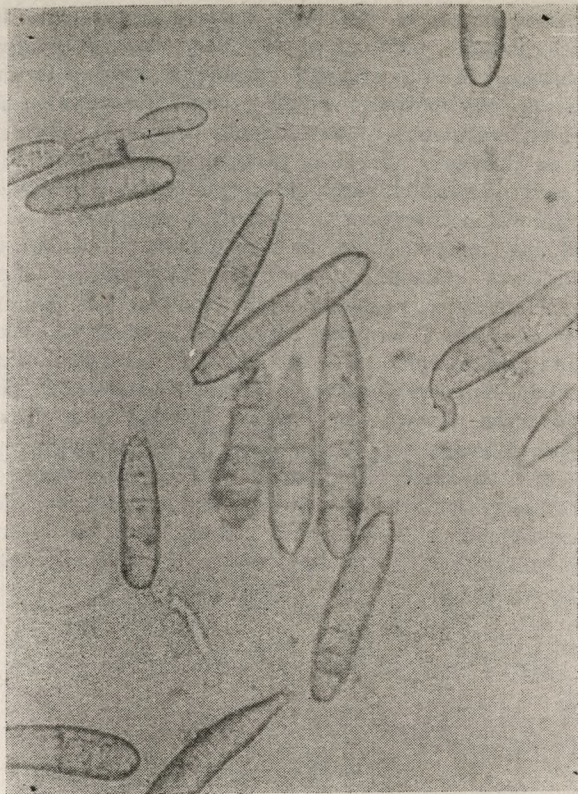
DERMATOFITY

Dermatofity stanowią wąsko wyspecjalizowaną grupę mikrogrzybów mającą właściwości pasożytnicze (chorobotwórcze) i będącą przyczyną powierzchownych grzybic (dermatomikoz) u zwierząt i ludzi. Znaczną część z nich posiada zdolność do rozkładu glebowych odpadów keratynowych tj. włosów, paznokci, elementów naskórka, i wchodzi w skład szerszej grupy glebowych zespołów organizmów keratynofilnych.

Do niedawna dermatofity zaliczano do klasy grzybów niedoskonałych (*Fungi imperfecti*). Dzięki odkryciu u wielu z nich stadiów doskonałych (piciowych) powinny być przeniesione do klasy workowców (*Ascomycetes*). W obrębie dermatofitów wyróżnia się obecnie trzy rodzaje: *Epidermophyton*, *Microsporum* i *Trichophyton*. Wspólną i taksonomicznie ważną cechą powyższych grzybów w stadium niedoskonałym (konidialnym) jest wytwarzanie pojedynczych zarodników, które w starszym piśmiennictwie mikologicznym często bywają nazywane aleuriokonidiami lub aleuriosporami (aleuron=mąka). U dermatofitów spotyka się małe, jednokomórkowe mikroaleuriospory (mikrokonidia) oraz duże, wielokomorowe makroaleuriospory (makrokonidia). Rodzaj *Epidermophyton*, reprezentowany przez jeden gatunek *E. floccosum*, charakteryzuje się występowaniem tylko makrokonidiów. U dwóch pozostałych rodzajów, bogatych w liczbę gatunków spotyka się zarówno mikro- jak i makrokonidia. Cechą charakterystyczną dla rodzaju *Trichophyton* jest

obecność w hodowlach makrokonidiów o powierzchni gładkiej (ryc. 1), dla rodzaju *Microsporum* makrokonidiów o powierzchni ziarnistej (ryc. 2).

Przyjmuje się, że istnieją trzy rezerwuary (środowiska bytowania) grzybów z grupy dermatofitów: gleba, zwierzęta i ludzie. Z uwagi na powyższe podzielono te grzyby na trzy podgrupy: geofilne, zoofilne i antropofilne. Szczepy typowo geofilne (ryc. 1, 2) wykazują w glebie aktywność saprofityczną — rozkładają glebową materię organiczną, odpady keratynowe, oraz przechodzą w tym środowisku pełny cykl rozwojowy. Są to przeważnie grzyby nie mające własności chorobotwórczych bądź wywołujące grzybice bardzo rzadko. Gatunki zoo- i antropofilne są natomiast częstą przyczyną zmian chorobowych u ludzi i zwierząt. W stadium pasożytniczym nigdy nie tworzą form doskonałych (worków). Istnieją przesłanki, że wiele form pasożytniczych żyje w glebie, wykorzystując sprzyjające warunki biologiczne. Tacy wybitni badacze problemu jak Sabouraud, Vanbreuseghem i Emmons wysunęli nawet hipotezę, że grzyby pasożytnicze żyją zwykle w ziemi, która jest również głównym rezerwuarem dermatofitów z wszystkich podgrup. Przemawiają za tym liczne fakty. Metodą przynęty włosowej wyizolowano z różnych gleb wiele gatunków i form dermatofitów pasożytniczych. Części z nich dotychczas nie wyodrębniono z tego środowiska, być może z powodu ich słabszych włas-

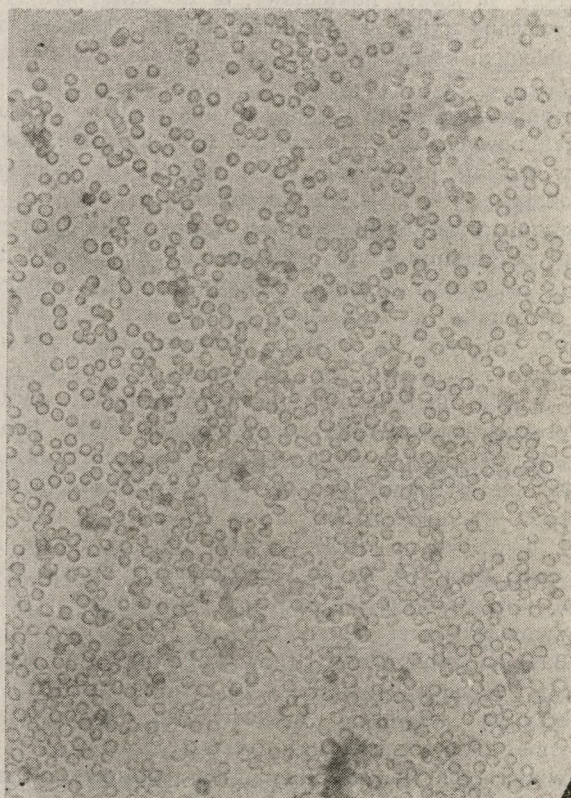


Ryc. 1. Makrokonidia wyizolowanego z osadów dennych geofilnego dermatofita *Trichophyton ajelloi* (Vanbreuseghe) Ajello



Ryc. 2. Makrokonidia geofilnego dermatofita *Microsporum cookei* Ajello z osadów dennych zanieczyszczonej rzeki

ności asymilacji włosów. Metoda przynęty włosowej (testu włosowego), wprowadzona przez Vanbreuseghe ma w 1952 r. często nazywana metodą To-Ka-Va stworzyła nowe, szerokie możliwości w badaniach nad grzybami geofilnymi. Polega ona na zastosowaniu włosów końskich lub ludzkich jako przynęty-substratu, na który „łapią się” i który rozkładają w badanej próbce gleby grzyby keratynofilne, w tym dermatofity. Badania laboratoryjne z wykorzystaniem m. in. testu włosowego wykazały, że gleba stanowi dla dermatofitów pasożytniczych środowisko konserwujące i mające zdolność odmladzania kultur. Niektóre z tych grzybów mogą w tym środowisku przechodzić stadium doskonałe. Szczepy hodowane na próbach gleby zachowują zdolności chorobotwórcze, a nawet zwiększają swoją wirulencję (zjadliwość). Pomimo tych faktów hipoteza o glebie jako o głównym rezerwuarze dermatofitów pasożytniczych ma wiele słabych stron. Stwierdzono wprawdzie, że dermatofity geofilne występują w dużej obfitości w glebach bogatych w keratynę (osiedla, miasta, parki), stanowią one jednak komponent normalnej mikroflory glebowej. Inaczej jest z gatunkami typowo pasożytniczymi, które najprawdopodobniej dostają się do tego środowiska tylko przypadkowo, zawleczone przez chore zwierzęta i ludzi. Wielu badaczy uważa, iż pomimo wyodrębnienia z różnych gleb szczepów pasożytniczych, ich czas przeżywalności w glebie jest krótki. Wynika to z panujących w tym środowisku niesprzyjających warunków biocenotycznych, a zwłaszcza z silnej konkurencji antybiotycznej mikroflory bakteryjnej i grzybowej, nie dającej szans dłuższego utrzymania się i rozwoju dermatofitom pochodzącym ze stadium pasożytniczego. Te i inne zjawiska, do końca jeszcze nie przebadane wskazywałyby, że gle-



Ryc. 3. Mikrokonidia chorobotwórczego dermatofita *Trichophyton mentagrophytes* var. *mentagrophytes* (Robin) Blanchard z osadów dennych zanieczyszczonej rzeki

ba jest raczej dodatkowym lub wręcz przypadkowym rezerwuarem dermatofitów chorobotwórczych.

W Polsce szerokie badania nad dermatofitami geofilnymi i innymi grzybami keratynofilnymi prowadzone były w latach sześćdziesiątych przez ośrodek warszawski (Pohorecka i Rdzanek) oraz ośrodki szczecińskie (Prochacki i Biełuńska; Dominik i Majchrowicz).

Nowe, interesujące z punktu widzenia epidemiologii i biologii powyższych grzybów fakty, ujawnione w czasie prowadzenia badań nad występowaniem dermatofitów i innych grzybów rozkładających keratynę włosów w osadach ściekowych i w osadach dennych rzek i zbiorników retencyjnych (badania własne). Wykazano w nich, że dermatofity geofilne występują obficie w niektórych osadach ściekowych oraz w osadach dennych wód o wysokim stopniu eutrofizacji i znacznym stopniu zanieczyszczenia ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Przypuszczalnie grzyby te biorą aktywny udział w rozkładzie materii organicznej i odpadów keratynowych znajdujących się w osadach i pochodzących ze ścieków.

Z osadów dennych zanieczyszczonej rzeki wyizolo-

wano w pewnych ilościach zoofilnego dermatofita *Trichophyton mentagrophytes* var. *mentagrophytes*, będącego często przyczyną grzybicy w naszym kraju (rys. 3). Wyizolowane szczepy charakteryzowały się wysoką wirulencją: stwierdzono przypadek zakażenia u człowieka (grzybica strzygąca skóry gładkiej). Z rzadko chorobotwórczych dermatofitów geofilnych wyizolowano z osadów *Microsporum gypsum*.

Można przypuszczać, że kontynuowanie badań w wybranym kierunku pozwoli na wyizolowanie dalszych szczepów pasożytniczych oraz na postawienie tezy o osadach dennych i osadach ściekowych jako o przypadkowych lub dodatkowych rezerwuarach grzybów chorobotwórczych z grupy dermatofitów, pochodzących zapewne ze ścieków komunalnych (bytowych). Wydaje się, że w osadach, zwłaszcza zaś w osadach dennych grzyby te trafiają na bardziej sprzyjające ich przetrwaniu warunki biologiczne i fizyczno-chemiczne, szczególnie na mniejszą konkurencję antybiotyczną. Potwierdzenie tej tezy wymaga dalszych badań.

JERZY VETULANI (Kraków)

CZY ŻYCIE ZACZEŁO SIĘ OD RNA?

Jednym z nierozwiązanych zagadnień związanych z początkami życia na ziemi była kwestia genezy białek i kwasów nukleinowych: do powstania białka potrzebne są kwasy nukleinowe, te zaś mogą być syntetyzowane tylko w obecności białek. Problem był problemem klasycznym: co jest starsze? jajko czy kura?

Konieczność istnienia białka dla syntezy kwasów nukleinowych wynikała z faktu, że synteza tych kwasów musiała przebiegać jako reakcja w obecności biokatalizatora, a — jak powszechnie wiadomo — jedynymi biokatalizatorami są białka enzymatyczne. Tak przynajmniej było wiadomo do niedawna. Dlatego też pozornie drobne odkrycie grupki uczonych z University of Colorado, którą kierował Thomas Cech, ma wszelkie cechy odkrycia przełomowego. Uczni ci stwierdzili, że rybosomowy RNA w komórce orzęska *Tetrahymena thermophila* może powstać z prekursorowego RNA w nieobecności białka. Reakcja ta jest dość skomplikowana: z cząsteczki prekursora musi być wycięty ściśle określony fragment, złożony z 413 nukleotydów, a oba końce części kodującej, uwolnione wskutek wycięcia intronu, muszą się ze sobą połączyć. Reakcja ta przebiega w taki sposób, jak przebiegałaby reakcja katalizowana przez enzymy białkowe.

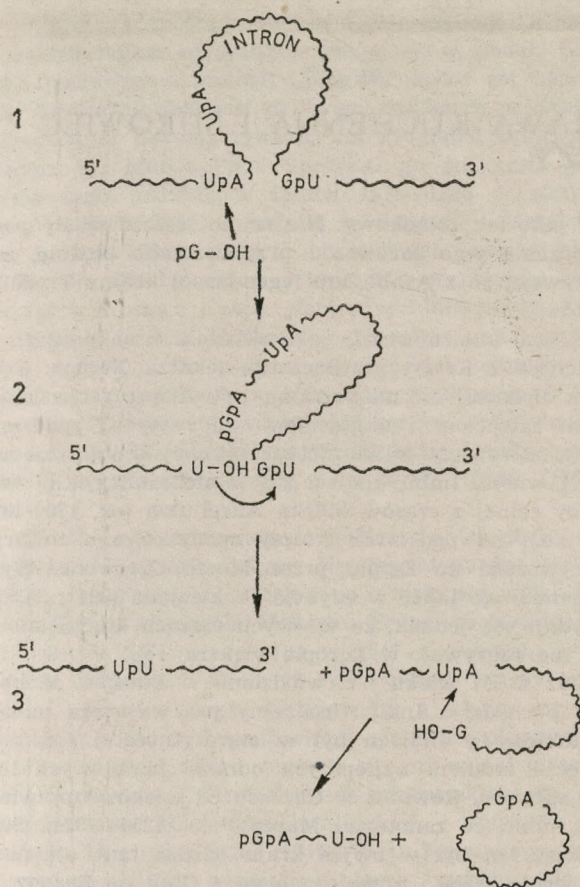
Badając rybosomowy RNA u *Tetrahymena*, Cech wraz z kolegami stwierdzili, że zawiera on intron — nieczynną sekwencję nukleotydową, rozdzielającą czynne, kodujące części cząsteczki i przez to uniemożliwiająca ich funkcję. Intron ten położony jest tak, że przerywał bardzo ważną sekwencję kodującą, obecną w RNA bakterii, pierwotniaków, żaby i człowieka. Ponieważ było rzeczą oczywistą, że dla uczynienia rybosomowego RNA konieczne jest wycięcie intronu, Cech przypuszczał, że ma w ręku dobry mo-

del do studiowania enzymów wycinających introny i splatających ze sobą uwolnione końcówki kwasu rybonukleinowego.

T. thermophila, podobnie jak inne orzęski, posiada dwa aparaty jądrowe: mikronukleus, w którym znajduje się materiał genetyczny nieaktywny transkrypcyjnie, oraz makronukleus, zawierający bardzo liczne kopie wszystkich genów, aktywne transkrypcyjnie. Właśnie z makronukleusa wyizolował Cech wraz z kolegami system transkrypcyjny i stwierdził, że w systemie tym wciąż zachodzą reakcje wycinania intronów i splatania łańcucha nukleotydów. Badacze przypuszczali więc, że w izolowanym przez siebie układzie posiadają enzymy splatające bardzo ściśle związane z prerybosomowym RNA, a więc że system będzie bardzo dobrze nadawał się do badania reakcji splatania. Opracowano metodę izolowania niesplecionego, prekursorowego RNA, aby badać kinetykę reakcji i wówczas okazało się, że wycinanie intronu i splatanie łańcucha nukleotydów zachodzi z taką samą szybkością w obecności wyciągów z jądra (zawierających białko) i w ich nieobecności, w środowisku bezbiałkowym. Sami odkrywcy nie dali wiary pierwszemu wynikowi i powtórzyli je, z analogicznym skutkiem, pięciokrotnie, zanim nie uwierzyli, że wynik nie jest artefaktem: RNA był biokatalizatorem tej reakcji.

Mechanizm reakcji wycięcia intronu i splecenia końców RNA został dokładnie przebadany. Jest to mechanizm bardzo interesujący, a równocześnie prymitywny: cały proces odbywa się przy pomocy reakcji jednego typu, a mianowicie transestryfikacji. Warto się zapoznać z przebiegiem tej pierwszej poznanej nieenzymatycznej reakcji biokatalizacyjnej. Jej przebieg przedstawiony jest na ryc. 1.

Reakcje transestryfikacji nie są w zasadzie ani



Ryc. 1. Przebieg reakcji wycinania intronu i łączenia końcówek rybosomalnego RNA u *Tetrahymena thermophila*: 1. Reakcję rozcięcia-związania rozpoczyna kofaktor guanozynowy, pG-OH, związany z szczególną domeną RNA, atakując wiązanie pomiędzy nukleozidem uracylowym i adeninowym (UpA) na końcu 5' intronu. 2. Kofaktor łączy się kowalencyjnie do nukleotydu adenylowego na końcu 5' intronu. Wycięcie intronu i powiązanie egzonów zachodzą jako tzw. reakcje uzgodnione (skoordynowane). 3. W wyciętym intronie dochodzi do drugiego ataku nukleofilowego. Pre-rybosomowy RNA jest atakowany przez resztę guanynową znajdującą się na zakończeniu 3' intronu w miejscu wiązania pomiędzy resztami uracylu i adeniny (UpA). Wynikiem tej reakcji jest wytworzenie małego pierścienia RNA, złożonego z 398 nukleotydów, oraz piętnastonukleotydowego fragmentu. Cyklizacja wyciętego intronu unieczynnia potencjalnie niebezpieczną, bo bardzo reaktywną cząsteczkę powstałą w wyniku wycięcia intronu

reakcjami egzo- ani endoergicznymi — nie pociągają za sobą żadnej zmiany w energii swobodnej układu, gdyż zarówno produkty jak i substraty posiadają taką samą ilość wiązań estrowych. Jednakże, aby reakcja zaszła musi zostać przekroczona pewna bariera energetyczna: potrzebna jest energia aktywacji. Dzięki odpowiedniemu ułożeniu molekuly RNA bariera energetyczna obniża się. Dla pierwszej reakcji: ataku na połączenie między uracylem i adeniną przeprowadzonego przez kofaktor guanozynowy, RNA dostarcza swoistego miejsca wiązania kofaktora. Przypuszcza się, że grupy aminowe i karbonylowe guaniny tworzą wiązania wodorowe z miejscem wiązania, którym — jak się przypuszcza — może być cytozyna.

Cech przypuszcza, że nukleozyd guanidylowy wiąże się w sposób ściśle określony w stosunku do wiązania pomiędzy uracylem i adeniną, tak, że adenina znajduje się mniej więcej w tej samej odległości od guanidyny jak od uracylu. Jeżeli teraz wiązanie pomię-

dzy uracylozdem i adenozydem napręży się na skutek zmian konformacyjnych RNA i pęknie, wówczas adenozyd może się równie dobrze połączyć z uracylozdem jak i guanozydem, a jeżeli kofaktor guanozynowy znajdzie się w nadmiarze, reakcja będzie przebiegać w kierunku tworzenia wiązania guanozyna-uracylozyd. Istnieje też możliwość, że RNA spowoduje odciągnięcie elektronów od grupy fosforowej inicjując w ten sposób atak nukleofilny.

Reakcje wycinania intronu i splatania reszt RNA oraz cyklizacji intronu wydają się być katalizowane przez RNA, ale w komórce przebiegają około 60 razy szybciej niż *in vitro*. Cech sądzi, że nie jest to skutkiem zaangażowania w reakcję jeszcze dodatkowych enzymów białkowych, ale raczej, że w obecności białek RNA przyjmuje konformację ułatwiającą przebieg reakcji. Gdyby bowiem doszło do rzeczywistej dodatkowej reakcji enzymatycznej, można byłoby oczekiwać, że szybkość procesu zwiększy się dziesiątki tysięcy razy.

Rybosomowy RNA *T. thermophila* ma cztery cechy będące klasycznymi cechami enzymu: 1) obniża on energię aktywacji dla swoistych reakcji rozrywania i tworzenia wiązań, 2) jego aktywność łączy się ze ściśle określoną strukturą, 3) posiada swoiste miejsca wiązania dla kofaktora guanozynowego, oraz 4) dwie lub więcej domeny RNA tworzą miejsca aktywne dla reakcji przeniesienia estru fosforanowego.

Jak widać brakuje tu tylko jednej cechy charakterystycznej dla klasycznych enzymów: odnawianie się własności katalitycznych po zakończeniu reakcji. Debata, czy wobec tego można rybosomowy RNA u *T. thermophila* nazwać niebiałkowym enzymem będzie zapewne trwać. Na wszelki wypadek odkrywcy ukuli termin „rybozym”, definiując go jako molekulę kwasu nukleinowego o szczególnej zdolności do rozrywania i tworzenia wiązań kowalencyjnych.

Znaczenie odkrycia rybozemu jest olbrzymie. Reakcje wycinania intronu i splatania rybosomowego RNA u *Tetrahymena* jest zapewne przykładem bardzo starego mechanizmu reakcji, reliktem niegdyś powszechnego stanu katalizy biochemicznej. Odkrycie to wydaje się popierać stanowisko tych, którzy uważają, że elastyczny RNA, a nie sztywny DNA, był pierwotnym materiałem genetycznym. RNA pojawia się nam jako substancja zdolna równocześnie do przechowywania informacji i do katalizowania reakcji biochemicznych. Uчени nastawieni entuzjastycznie do tych nowych odkryć twierdzą, że wskazują one na to, że pierwotne życie na ziemi było formą istnienia kwasów nukleinowych. Rekombinacje RNA mogły zachodzić zanim jeszcze powstało białko, i pierwotnymi stworami żywymi mogłyby być bezbiałkowe „rybosomy”. Dla translacji w tych strukturach białka nie były potrzebne.

Sam Cech jest ostrożny: fakt, że RNA może katalizować rozrywanie i tworzenie wiązań kowalencyjnych oznacza, że może mieć zdolność do samoreplikacji, ale — jak zauważa — pomiędzy systemem istniejącym u *Tetrahymena*, gdzie zachodząca reakcja jest wewnątrz-molekularna rekombinacja, a układem, w którym molekula RNA napotykać inną molekulę RNA kopiowałaby ją, istnieje olbrzymia luka. Mimo tego jednak, odkrycie Cecha wydaje się mieć zasadnicze znaczenie dla naszego poglądu na powstanie życia.

WACŁAW JARONIEWSKI (Łódź)

KŁĄCZE IMBIRU, PRASTARA PRZYPRAWA KUCHENNA I SUROWIEC LECZNICZY

Dostępne nam źródła sugerują, że kłącze imbiru od najdawniejszych czasów było w Indiach ważną przyprawą kuchenną i surowcem leczniczym. O bardzo dawnej uprawie imbiru może świadczyć też fakt, że podobnie jak większość roślin znajdujących się od tysięcy lat pod opieką człowieka, imbir nie występuje już nigdzie w stanie dzikim. Można jedynie spotkać formy zdziczałe. Susruta (VI w. p.n.e.), jeden z najwybitniejszych lekarzy starożytnych Indii, zaliczał kłącze imbiru do odtrutek. Z medycyny hinduskiej surowiec ten wcześniej przeniknął do lecznictwa tybetańskiego i chińskiego. Znalazł się w najstarszej chińskiej książce medycznej Shen nung Pentsao king (III tysiąclecie p.n.e) wśród leków drugiej klasy. W księdze Pentsao kang mu (XVI w. n.e.) umieszczono już kłącze imbiru wśród silnie aromatycznych ostrych przypraw kuchennych.

W odległej starożytności surowiec ten przywożono na Zachód w niewielkich ilościach. Do Grecji dotarł on prawdopodobnie za pośrednictwem Persów. Jednak brak wzmianki o nim u Teofrasta (IV w. p.n.e.) i dopiero informacje na temat imbiru można znaleźć u Dioskurydesa (I w. n.e.); lekarza greckiego w służbie rzymskiej. Dioskurydes nadmieniał, że imbir przyrządzany w syropie w glinianych naczyniach, był na przełomie naszej ery przywożony do Italii, gdzie słu-

żył jako lek żołądkowy. Nie znano jeszcze wtedy pochodzenia tego surowca i przypuszczano błędnie, że przywożą go z Arabii lub legendarnej krainy Troglo-dytów.

Kłącze imbiru weszło jako składnik teriaku Andromachosa z Krety, przybocznego lekarza Nerona. Teriak uchodził za uniwersalną odtrutkę przeciw różnym zatruciom i ukąszeniom jadowitych zwierząt i był stosowany w lecznictwie europejskim jeszcze w XIX wieku. Imbir znalazł się w aleksandryjskiej tablicy celnej z czasów Marka Aureliusza (ok. 176—180 r. n.e.), na podstawie której opodatkowano towary przywożone do Egiptu przez Morze Czerwone. Wymieniono go także w edykcji Dioklecjana (301 r. n.e.). Wydaje się jednak, że w owych czasach kłącze imbiru nie odgrywało w Europie większej roli.

Już w III wieku n.e. wiadano w Europie, że imbir pochodzi z Indii. Urodzajny pas wybrzeża malabarckiego w Indiach był w starożytności i średniowieczu źródłem najlepszych odmian handlowych tego surowca. Również w Chinach od wieków uprawiano imbir, co zanotował Marco Polo (1254—1324). Surowiec ten był w owym kraju bardzo tani, ale niemiernie rzadko przywożono go z Chin do Europy.

Obok drewna aloesowego, pieprzu i cukru znalazł się imbir wśród skarbów przejętych przez wojska cesarza bizantyńskiego Herakleiosa po zdobyciu w 627 r. pałacu króla Chosroesa w Dastagard nad rzeką Tygrys. Surowiec ten został wymieniony w zachowanej receptce z Würzburga z VII wieku i był wielokrotnie cytowany w różnych zapiskach z następnych stuleci. Należał do cenniejszych pozycji w posagu mieszkanki Marsylii z 1224 r.

W średniowieczu imbir docierał do Europy statkami przez Morze Czerwone i dalej lądem do Aleksandrii, albo drogą lądową przez Bejrut, Lajazzo i Tabryz, skąd w XIII i XIV wieku odbierali go Weneccjanie. Również Samarkanda była przez pewien czas punktem handlowym imbiru. W XI w. można spotkać wzmianki o imbrze w obrocie handlowym w Moguncji. Jest też informacja o ocleniu transportu imbiru w miejscowości Stein nad Dunajem powyżej Wiednia (XI w.) w Accon (1173), Barcelonie (1221), Marsylii (1228) i Paryżu (1296). W 1350 r. wpadł w ręce piratów sycylijskich statek z imbirem płynący z Famagusty, należący do kupca z Narbonne. Wzmianki te świadczą, że surowiec ten znajdował się wówczas stale w Europie w obrocie handlowym. Również wcześniej znalazł się imbir w cennikach aptecznych, np. w Belgii (1380), Norymberdze (1400) i włoskiej taksie aptecznej z 1424 r. W Anglii kłącze imbiru było dobrze znane już w XI w.

W średniowieczu surowiec powyższy był ceniony nie mniej od pieprzu, ale w XIII i XIV wieku nie należał już do artykułów nadmiernie kosztownych. W lecznictwie wraz z innymi surowcami olejkowymi, jak pieprz, goździki, jałowiec i rozmaryn uchodził za środek zapobiegający dżumie, co przy częstych wówczas epidemiach tej choroby podnosiło jego znaczenie.



Imbir

Alphita, późnośredniowieczna lista (ok. XIII w.), stanowiąca wykaz używanych wtedy leków, podała błędnie pochodzenie imbiru: „Zingiber arbor est nascens in Arabia” (imbir jest drzewem rosnącym w Arabii). Pierwszym Europejczykiem, który oglądał uprawiany imbir był Marco Polo. Spotykał go on często podczas swej podróży w latach 1271–1295 w różnych prowincjach Chin, a później w Bengalii i Malabarze w Indiach. Około 1292 r. obserwował rosnący imbir Johannes Montecorvino w Indiach i przyrównał go do kosaćca. Uprawę i zbiór imbiru w Indiach opisał holenderski osadnik w Goa Jan Huyghen van Linschoten w 1596 r. Do szklarni europejskich ogrodów botanicznych sprowadzono imbir już w początkach XVI wieku. Pierwszy naukowy opis rośliny oraz obowiązującą dotąd łacińską nazwę imbiru *Zingiber officinale* opracował angielski botanik W. Roścoe (1753–1831).

Do Ameryki sprowadzono imbir wkrótce po jej odkryciu. Hiszpański lekarz Nicolas Monardes (1493–1578) zanotował, że roślinę powyższą przywiózł tam z Indii syn wicekróla Meksyku Francisco Mendoza w I połowie XVI wieku. Już w 1547 r. zebrano w Indiach Zachodnich około 22 tys. kwintali kłaczy imbiru. Olejek imbirowy destylowany z kłaczy pojawił się najpierw w kopenhaskim cenniku aptecznym z 1672 r. Kłacze imbiru znalazło się już w najstarszych dispensatoriach i farmakopeach europejskich, np. dispensatorium, które opracował lekarz i aptekarz niemiecki Valerius Cordus (1515–1544). Farmakopea wirtemberska (1750) wymieniła kłacze imbiru bielone *Zingiber album*.

Wybitny lekarz krakowski, profesor UJ Ignacy Rafał Czerwiakowski (1808–1882) napisał w swej *Botanice lekarskiej* (Kraków, 1861): „Korzeń Imbieru — *radix Zingiberis*, już biały — *albus*, suszony w cień, już czarny lub pospolity — *niger v. communis*, mniej starannie zasuszony, najczęściej w piecu, miło wonny i korzennego smaku, należy do środków mocno pobudzających i rozgrzewających, w mniejszych zaś dawkach do wzmacniających żołądek i podnoszących trawienie. Używa się także z Indii nadsyłany imbier smażony — *radix Zingiberis condita*, w cukrze”. Należy tu wyjaśnić, że surowcem jest kłacze, nie korzeń imbiru.

Stopniowo zmniejszało się jednak zastosowanie imbiru jako środka poprawiającego trawienie. Surowiec ten znalazł się jeszcze w *Farmakopei Polskiej* (wydanie II z 1937 roku), ale do następnych edycji już nie wszedł i po II wojnie światowej został wycofany z naszych aptek. Znikome jest też dziś w Polsce zastosowanie kłaczy imbiru jako przyprawy.

Kłacze imbiru *Rhizoma Zingiberis* pochodzi z rośliny *Zingiber officinale* Roscoe z rodziny *Zingiberaceae* — imbirowate. Egzotyczna dla nas rodzina *Zingiberaceae* obejmuje około 49 rodzajów i 1500 gatunków rozpowszechnionych w pasie tropikalnym kuli ziemskiej. Centrum występowania tych roślin stanowi monsunowa strefa południowo-wschodniej Azji. Żyją na widnych i wilgotnych, a czasem podmokłych stanowiskach. Należą do niej rośliny zielne lub duże byliny wytwarzające kłacza, a czasem zgrubiałe, mięsiste korzenie, spotykane zwłaszcza w rodzaju *Cur-*

cuma. Kwiaty grzbieciste, obupłciowe, rzadziej jednopłciowe, pojedyncze lub w zbitych kwiatostanach. Z pręcików płodny jest tylko jeden, środkowy z wewnętrznego okółka. Dwa pozostałe z tego okółka są wykształcone płatkowato i zrosnięte w osobliwą warżkę (*labellum*), podobną do warżki u storczykowatych — *Orchidaceae*, która tam jednak tworzy się z 1 listka okwiatu. W budowie warżki u *Zingiberaceae* mogą brać udział jeszcze inne pręciki z zewnętrznego okółka. Zwykle jednak 2 z nich tworzą odrębne staminodia, a trzeci pręcik ulega zanikowi.

Imbirowate dzielą się na 2 podrodziny: *Zingiberoideae* obejmującą większą część gatunków oraz znacznie mniejszą *Costoideae*. Pędy u *Zingiberoideae* są pozorne, utworzone z obejmujących się, szerokich i mięsistych pochew liściowych, wysokie czasem do 6–8 m. U *Costoideae* tworzy się krótka łodyga ze spiralnie ustawionymi liśćmi. Imbirowate stanowią rodzinę zwartą, naturalną, ostro odgranieczoną od innych. Jako ciała czynne, ważne w lecznictwie, występują olejki terpenowe, polifenole, kurkumina. Z roślin leczniczych na uwagę zasługują *Zingiber officinale* Roscoe, *Curcuma longa* L. i *Elettaria cardamomum* White et Maton.

Imbir jest byliną o nieco spłaszczonych, dłoniasto rozgałęzionych kłaczach i do 1 m wysokich pędach utworzonych z obejmujących się, szerokich i mięsistych pochew liściowych. Liście lancetowate o unerwieniu równoległym. Kwiaty fioletowe, grzbieciste, o tylko 1 wykształconym pręciku. Na plantacjach rozmnaża go się drogą wegetatywną z odcinków kłaczy, gdyż utracił zdolność wydawania kiełkujących nasion.

Wysuszone kłacze imbiru ma postać płasko rozgałęzionych, węzłowatych i powyginanych lub pojedynczych, gruszkowatych kawałków długości do 12, szerokości 2–3 i grubości do 1,5 cm. Powierzchnia surowca nieokorowanego jest szarobrunatna, podłużnie prążkowana z bliznami po oderwanych korzeniach i liściach. W surowcu okorowanym i bielonym wapnem mniej lub więcej gładka, biaława. Przełam bładożółtawy, krótkowłóknisty. Zapach silny, swoisty, smak ostry, palący. Ulubionym przysmakiem dietetycznym od wielu stuleci jest w Chinach konfitura imbirowa sporządzana ze świeżych, soczystych kłaczy, ugotowanych w gęstym syropie cukrowym. Tak przyrządzone kłacze nosi nazwę imbiru zielonego.

Suszone kłacze zawiera do 3% olejku lotnego, którego głównym składnikiem w ilości do 50% jest seskwiterpen zingiberen. Jest także alkohol seskwiterpenowy zingiberol oraz szereg związków terpenowych, jak cyneol, borneol, cytral, felandren, kamfen i substancje o charakterze estrów. Ważnym składnikiem imbiru jest nielotna, gęsta oleista substancja o zmiennym składzie i charakterystycznym ostropalącym smaku, zwana gingerolem. Znalezione w niej zingeron i szogaol. Kłacze zawiera do 20% skrobi, węglowodany, żywice, tłuszcze i kwasy organiczne.

Imbir jest dziś rzadko stosowany w lecznictwie jako środek pobudzający wydzielanie soków trawienych i poprawiających łaknienie. Częściej, zwłaszcza w krajach gorących, służy jako aromatyczna, ostra przyprawa kuchenna do mięsa i ciast, a także do wódek i likierów.

JAN BOGUMIŁ SOKOŁOWSKI (1899—1982)



Ryc. 1. Prof. dr hab. Jan Bogumił Sokołowski

W dniu 7 kwietnia 1982 r. zmarł w Poznaniu, po długiej chorobie, prof. dr hab. Jan Bogumił Sokołowski, nestor ornitologów polskich, twórca polskiej szkoły praktycznej ochrony ptaków, wybitny grafik i artysta malarz-akwarelista, fotografik zwierząt, niedościgniony popularyzator wiedzy o ptakach i owadach, wybitny uczony, znakomity pedagog. Od 1977 r. był członkiem honorowym PTP im. Kopernika, a także posiadał członkostwa honorowe Polskiego Towarzystwa Zoologicznego (1975) i Ligi Ochrony Przyrody (1973). Do naszego Towarzystwa należał już od 1926 r., a we wrześniu 1980 r. Walne Zgromadzenie PTP im. Kopernika odznaczyło Go Złotą Odznaką Honorową.

Jan Bogumił Sokołowski urodził się 24 maja 1899 r. w Dakowach Mokrych, dawnym powiecie nowotomyskim województwa poznańskiego w rodzinie pełnomocnika dóbr Aleksego i Zofii z Gintrowiczów. Pierwsze nauki pobierał w pruskiej szkole ludowej w Wojnowicach pod Bukiem i już wówczas wykazywał wielkie zainteresowanie przyrodą, o czym wspomniiał pod koniec życia, pisząc: „... najmłodsze lata spędziłem na wsi, a wyszukiwaniem gniazd ptasich pasjonowałem się bez porównania więcej niż nauką z niemieckich podręczników szkolnych” (*Tajemnice ptaków*, 1980). W latach 1909—1917 uczęszczał do gimnazjum matematyczno-przyrodniczego im. G. Bergera w Poznaniu, ale zagrożony wcieleniem do niemieckiego wojska i wysłaniem na front, przerwał naukę w państwowej szkole. Rozpoczął więc prywatną naukę

malarstwa u poznańskich artystów, w czym również celował swoimi wrodzonymi uzdolnieniami; na krótko wyjechał też do Monachium kształcić się w malarstwie. W chwili wybuchu Powstania Wielkopolskiego 1918/19, był już ponownie w Poznaniu i jako żołnierz-ochotnik brał czynny udział w oswobodzaniu tych ziem spod zaboru pruskiego, służąc przez pół roku w wojsku polskim. Z chwilą utworzenia Państwowej Szkoły Sztuk Zdobniczych, był jednym z pierwszych jej uczniów w latach 1919—20, kończąc pozytywnie kurs malarstwa, głównie pod kierunkiem Fryderyka Pautscha, późniejszego profesora Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie. Po samodzielnym przygotowaniu się do matury, jako eksternista zdał w czerwcu 1921 r. egzamin dojrzałości już w polskim gimnazjum matematyczno-przyrodniczym im. G. Bergera.

W jesieni 1921 r. rozpoczął Sokołowski studia biologiczne na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Poznańskiego. Wybitnymi uzdolnieniami rysunkowymi i pokaźnym zasobem wiedzy przyrodniczej zwrócił szybko uwagę profesorów. Będąc na drugim roku studiów został zatrudniony przez ówczesnego kierownika Zakładu Zoologii, prof. Jana Grochmalickiego jako preparator. Od 1 IX 1923 został młodszym asystentem u prof. Antoniego Jakubskiego w Zakładzie Anatomii Porównawczej i Biologii UP, gdzie przygotował pracę dyplomową z histologicznej budowy przewodu pokarmowego ptaków śpiewających (*Oscines*) i w czerwcu 1925 r. zdał egzamin kwalifikacyjny dla kandydatów na nauczycieli szkół średnich, mniej więcej równoznaczny z magisterium. W październiku tegoż roku awansował na starszego asystenta. W 1926 r. wstąpił do PTP im. Kopernika, któremu pozostał wierny przez 56 lat, aż do śmierci.

Dnia 2 czerwca 1926 r. na podstawie rozprawy pt. *Fauna owadów prostoskrzydłych (Orthoptera) W. Ks. Poznańskiego*, wykonanej pod kierownictwem prof. Jakubskiego, uzyskał z wynikiem *summa cum laude* stopień doktora filozofii w zakresie zoologii. Dyseratacja została wysoko oceniona przez recenzentów i w dwa lata później została wydrukowana w *Pracach Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk*. Zawierała bowiem szereg bardzo cennych obserwacji na temat ekologii i zmienności osobniczej niektórych gatunków. Niestety, mimo osiągnięcia poważnych wyników badawczych nad prostoskrzydłymi i dalszą chęcią pracy nad nimi, Sokołowski musiał zrezygnować z kontynuacji zbiorów, ze względu na uczulenie na substancje zapachowe wydzielane przez te owady. W szczytowej fazie tej nadwrażliwości wystarczyło bliskie sąsiedztwo szarańczaków, aby wywołać ostry katar i obrzęk twarzy.

Jednakże już w okresie swoich studiów i asystentury Sokołowski uchodził za znakomitego znawcę krajowej awifauny, miał w tym zakresie wartościową publikację na temat przelotów ptaków na Helu, a przede wszystkim interesujące wyniki w zakresie praktycznej ochrony ptaków. W celu osobistej konfrontacji swoich osiągnięć na tym polu, uzyskał stypendium z Państwowej Rady Ochrony Przyrody na wyjazd wiosną 1927 r. do znanej Stacji Ornitologicznej w Seebach pod Berlinem, kierowanej przez H. F. Berlepscha, twórcę nowych metod ochrony ptaków śpiewających. W wyniku tego rekonesansu, Sokołow-

ski złożył projekt w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej i uzyskał 23 grudnia 1927 r. „Świadectwo ochronne nr 941 na wzór użytkowy skrzynki dla ptaków”. Skrzynki lęgowe dla ptaków były znane już od drugiej połowy XIX stulecia i szeroko propagowane przez Berlepscha. Ale opatentowana skrzynka „typu Sokołowskiego” jako „novum” posiadała ruchomą ścianę przednią pozwalającą na jej otwieranie i w ten sposób łatwe oczyszczanie z zanieczyszczeń i ubiegłorocznych resztek materiału budulcowego gniazda.

Od września 1927 r. Sokołowski rozpoczął pracę jako nauczyciel biologii w Korpusie Kadetów nr 2 w Rawiczu, gdzie nauczał przez dziesięć lat. Organizował z kadetami wycieczki, ucząc ich obserwacji przyrody, a zwłaszcza życia ptaków. Uczniowie jego do dziś wspominają go jako niezrównanego pedagoga. Rawicki okres zaznaczył się działalnością Sokołowskiego nad praktyczną ochroną ptaków, czyniąc go pionierem i twórcą nowoczesnych metod działania w tym zakresie. Jako pierwszy w kraju opracował własne oryginalne modele skrzynek lęgowych przeznaczone dla określonych gatunków oraz pojniki i karmniki dla ptaków, które szybko znalazły powszechne zastosowanie w praktyce. Masowej produkcji skrzynek „typu Sokołowskiego” podjęły się wówczas warsztaty stolarskie w rawickim więzieniu, a głównymi jej odbiorcami były szkoły i leśnictwa. Szczególnie młodzież szkolna pod patronatem swoich wychowawców przodowała w akcjach rozwieszania skrzynek lęgowych w parkach i podmiejskich lasach.

Rzeszom bezimiennych współpracowników Sokołowskiego patronowały Liga Ochrony Przyrody i Państwowa Rada Ochrony Przyrody, które wydawały w masowych nakładach napisane i ilustrowane przez niego broszury i ulotki. Wiele jeszcze po wojnie było wznawianych, a specjalne miejsce wśród nich zajmuje pierwszy w polskiej literaturze przyrodniczej praktyczny poradnik pt. *Ochrona ptaków* (1928, 1939, 1946, 1954, 1971). W tym okresie wydał również kilka innych broszur o ptakach, przeznaczonych głównie dla młodzieży, które dzięki niezrównanemu stylowi autora wzbudzały powszechne zainteresowanie tą grupą zwierząt. Należy tu wymienić: *W jaki sposób młodzież może chronić ptaki* (1927), *Wędrowki ptaków* (1929, 1946), *O ptaszkach, gniazdkach i piskletach* (1933, 1949) i *Obrazki z życia ptaków w zimie* (1933, 1950). Również jego liczne prelekcje na wakacyjnych kursach dla nauczycieli i zebraniach Ligi Ochrony Przyrody, wygłaszane w wielu miastach Polski, dzięki osobistemu wdziękowi i umiejętności nawiązania kontaktu prelegenta ze słuchaczami, wzbudzały wielkie zainteresowanie ptakami.

Równolegle z wielostronną działalnością na polu praktycznej ochrony ptaków, Sokołowski prowadził od najmłodszych lat szkolnych nieustanne obserwacje nad biologią krajowych ptaków, konfrontując swoje wyniki badań z dotychczasową literaturą ornitologiczną. W rezultacie już w końcu 1931 r. ukończył opracowanie pierwszego tomu *Ptaków ziem polskich*, który w latach 1934–36 ukazał się w formie dziesięciu zeszytów nakładem Ligi Ochrony Przyrody z zasiłku Funduszu Kultury Narodowej w księgarni św. Wojciecha. Spełniło się wówczas jego młodzieńcze marzenie, bowiem już jako czternastoletni gimnazjalista w tej samej oficynie wydawniczej chciał bezskutecznie wydrukować swoje pierwsze obserwacje



Ryc. 2. Pierwsze ogólnopolskie Studenckie Seminarium Ochrony Przyrody w Poznaniu 5 kwietnia 1963 r. Dwaj członkowie honorowi PTP im. Kopernika: prof. dr Jan Sokołowski i prof. dr Konstanty Stecki. Fot. Z. Pniewski

nad ptakami, przedstawiając wydawcom manuskrypt dość nieudolnego jeszcze opracowania pt. *Nasze śpiewaki*. Tymczasem ta pierwsza część *Ptaków ziem polskich* stała się w krajowej literaturze zoologicznej owego okresu milowym krokiem postępu polskiej ornitologii od ponad półwiecza, kiedy to ukazały się *Ptaki krajowe* (1882–83) Władysława Taczanowskiego. Niezwykłość dzieła Sokołowskiego polegała nie tylko na solidnej treści naukowej, ale również na walorach literackich stylu pisarskiego autora. Na podstawie *Ptaków ziem polskich* Sokołowski przeprowadził 30 czerwca 1936 r. przewód habilitacyjny na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Poznańskiego, uzyskując tytuł docenta ornitologii. Mimo stałej pracy nauczycielskiej w Rawiczu, nigdy nie zerwał kontaktu z rodzimą uczelnią i od 1931 r. aż do wybuchu drugiej wojny światowej prowadził na niej zleczone wykłady i ćwiczenia z ochrony ptaków dla studentów biologii.

Przez cały czas od chwili rozpoczęcia studiów, Sokołowski współpracował z twórcą nauki o ochronie przyrody, profesorem Adamem Wodziczką, który usilnie popierał młodego ornitologa we wszystkich jego przedsięwzięciach. Z rekomendacji prof. A. Wodziczki, już w 1925 r. Sokołowski został delegatem do spraw ochrony ptaków Okręgowego Komitetu Ochrony Przyrody na Wielkopolskę i Pomorze, a od 1931 r. aż do 1964 r., w przerwę w czasie wojny, był człon-



Ryc. 3. Otwarcie nowego Ogrodu Zoologicznego nad Maltą w Poznaniu 16 września 1974 r. Prof. dr Jan Sokołowski (z lewej) rozmawia z prof. dr Berhardem Grzimekiem z Frankfurtu nad Menem (z prawej). Fot. A. Dzieczkowski

kiem Państwowej Rady Ochrony Przyrody. Dzięki osobistemu wstawiennictwu prof. A. Wodiczki u ówczesnego Kuratora Szkolnego udało się przenieść Sokołowskiego od 1 września 1937 r. na stanowisko etatowego nauczyciela biologii do Państwowego Pedagogium (dwuletnie studium nauczycielskie po maturze ogólnokształcącej) w Poznaniu. W owym czasie, na kilka lat przed wybuchem wojny obaj starali się usilnie o utworzenie Stacji Ochrony Ptaków Okręgowego Komitetu Ochrony Przyrody w związku z czym Sokołowski opublikował w tej sprawie „Memoriał” i „Projekt organizacji Stacji” ogłoszone na łamach „Wydawnictwa Okręgowego Komitetu Ochrony Przyrody na Wielkopolskę i Pomorze” w zeszytach nr 4 (1933) i nr 7 (1937).

W listopadzie 1938 r. doc. Sokołowski objął po Helenie Szafranównie redakcję *Młodego Przyrodnika*, pierwszego w Polsce młodzieżowego miesięcznika ochroniarskiego, pięknie wydawanego w Poznaniu pod patronatem Ligi Ochrony Przyrody i prowadził go aż do wybuchu wojny, zamieszczając w nim szereg artykułów opatrzonych własnymi rysunkami i fotografiami. Sokołowski był niedoścignionym mistrzem fotografii przyrodniczej, a zwłaszcza scen z życia ptaków, zdobywając wielokrotnie pierwsze miejsca lub wyróżnienia na konkursach fotograficznych w latach 1933–37 ogłaszanych przez *Wszechświat*. Współpracował również z innymi periodykami przyrodniczymi, jak *Czasopismo Przyrodnicze Ilustrowane*, *Kółko Przyrodnicze* czy *Ochrona Przyrody*. Należy wreszcie wspomnieć, że tuż przed wrześniem 1939 r. miał na ukończeniu drugi tom *Ptaków ziem polskich* oraz doświadczenia nad przeszczepianiem i leczeniem nowotworu Ehrlicha u myszy, opublikowane dopiero po wojnie w 1947 r.

Pierwszy kwartał okupacji niemieckiej Sokołowski spędził jeszcze na pracy pedagogicznej w szkolnictwie powszechnym w Poznaniu, lecz już 17 stycznia 1940 r. został wysiedlony wraz z rodziną do Jędrzejowa, przechodząc poprzez obóz na Głównę. Stąd po miesięcznym pobycie przeniósł się do Zagnańska koło Kielc, gdzie spędził całą wojnę, pracując oficjalnie jako kasjer w państwowej inspekcji leśnej. Nieoficjalnie natomiast przez cały ten czas, niemal pod bokiem miejscowej żandarmerii, prowadził tajne nauczanie na szczeblu szkoły powszechnej, a od września 1943 r. zorganizował wraz z miejscowym proboszczem ks. J. Kurczabem i nauczycielką K. Kowską komplety początkowych klas gimnazjalnych, prowadząc je szczęśliwie aż do zakończenia wojny. W okresie ciężkich lat okupacji 1940–45 Sokołowski nie pozostawił również badań naukowych, gromadząc stale materiały faunistyczne regionu Gór Świętokrzyskich z kilku grup zoologicznych, a mianowicie: drobne ssaki, motyle dzienne, a przede wszystkim ptaki, publikując na ich podstawie po wojnie prace (1948, 1949, 1952).

W połowie kwietnia 1945 r. Sokołowski powrócił do Poznania i natychmiast przystąpił do pracy na dawnym stanowisku w Państwowym Pedagogium, a jednocześnie podjął wykłady i ćwiczenia z anatomii porównawczej i systematyki stawonogów na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Poznańskiego. W związku z tym, dzięki życzliwości prof. dr K. Simma, w październiku 1945 r. rozszerzył swoją habilitację na całość zoologii i od kwietnia 1946 r. został etatowym docentem i tymczasowym

kierownikiem Zakładu Anatomii Porównawczej i Biologii w zastępstwie przebywającego na Zachodzie prof. A. Jakubskiego. W sierpniu 1948 roku został mianowany profesorem nadzwyczajnym, a od października tegoż roku objął kierownictwo Katedry Zoologii i Entomologii na Wydziale Rolniczo-Leśnym Uniwersytetu Poznańskiego. Z chwilą powołania do życia Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu, Sokołowski był jednym z jej organizatorów i pierwszym dziekanem nowo utworzonego w roku akademickim 1951/52 Wydziału Zootechnicznego. Na Wydziale tym od początku aż do przejścia na emeryturę 30 września 1969 r. kierował Katedrą Zoologii. W międzyczasie, w listopadzie 1955 otrzymał nominację na profesora zwyczajnego.

Przez osiemnastoletni okres kierowania zakładem zoologii prowadził wraz ze swoimi współpracownikami szeroko zakrojone badania nad biologią i ekologią ptaków krajowych oraz praktycznym wykorzystaniem ich w biologicznych metodach walki ze szkodnikami w rolnictwie i leśnictwie. Nie pominął również badań nad biologią i etologią egzotycznych ptaków tzw. „pokojoych”. Wynikiem tych rozlicznych badań szczegółowych było ogłoszenie około 35 rozpraw naukowych, pośród których poczesne miejsce zajmuje dwutomowe dzieło *Ptaki ziem polskich*, wydane dwukrotnie w 1958 i 1972 r. Ta monumentalna monografia krajowej awifauny, bogato ilustrowana wyłącznie przez jej autora, obejmuje opis morfologii, biologii, ekologii i zoogeografii wszystkich gatunków dotychczas stwierdzonych w Polsce. Jej nieprzeciętna wartość naukowa polega na zawartych tam wiadomościach pochodzących z osobistych, niemal półwiekowych obserwacji Sokołowskiego nad ptakami. Podobnie cenne są trzy inne książki, będące odzwierciedleniem jego trzech namiętności życiowych: malarstwa — *Zwierzęta z mojego szkicownika* (1961), fotografii — *W Wielkopolskim Parku Narodowym* (1960) i etologii ptaków — *Tajemnice ptaków* (1980). Zwłaszcza ta ostatnia książka, którą pisał z pełnym przeświadczeniem, że jest to jego ostatnie dzieło życia, odsłania przed czytelnikiem wizerunek wybitnego uczonego, który całe swe życie poświęcił bezinteresownie dla nauki.

Ale J. Sokołowski nie był zamkniętym w swojej specjalności badaczem. Wręcz przeciwnie, całe życie był czynnym pedagogiem i działaczem społecznym, zwłaszcza na polu ochrony przyrody. Był zawsze nadzwyczaj cenionym wychowawcą młodzieży i najbardziej lubianym przez nią profesorem. Dla ruchu ochrony przyrody żywił szczególne poparcie i zaangażowanie, nie odmawiając nigdy tej idei swojego udziału w pracach organizacyjnych czy poprzez niezwykle interesujące prelekcje. Specjalnie trzeba podkreślić, że Sokołowski był człowiekiem nieposzlakowanej uczciwości, fascynował swoją osobowością i skromnością, ujmował bezpośredniością słowa, uśmiechu i gestu. Mistrzowskim piórem potrafił zainteresować każdego czytelnika zarówno fachowca, jak też laika. Był przecież autorem ponad 200 publikacji, w tym ponad 20 wydawnictw książkowych, przeważnie popularnonaukowych, które przyniosły mu szereg nagród i dyplomów za popularyzację wiedzy przyrodniczej. Obiektywem i pędzlem urzekał wszystkich, utrwalając niedostępne dla przeciętnego obserwatora sceny z życia przyrody. Pozostawił bowiem po sobie kilka tysięcy szkiców i artystycznych akwarel, malując jednym tylko sprawnym okiem jeszcze na trzy

tygodnie przed śmiercią.

Sokołowski był od 1938 r. aż do wybuchu wojny prezesem, a w latach 1945—46 wiceprezesem i ponownie prezesem w latach 1946—48 Oddziału Poznańskiego Ligi Ochrony Przyrody, nie dopuszczając do jej likwidacji w najcięższym okresie bytu i zagrożenia tej organizacji. W latach 1948—57 był przewodniczącym Wojewódzkiego Komitetu Ochrony Przyrody w Poznaniu. Przez pięć lat (1958—62) pełnił funkcję przewodniczącego Sekcji Ornitologicznej Poznańskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Zoologicznego, a w latach 1958—64 był przewodniczącym Sekcji Polskiej Międzynarodowego Komitetu Ochrony Ptaków. Wcho-

dził w skład rad naukowych m. in. Wielkopolskiego Parku Narodowego (1957—71) i Poznańskiego Ogrodu Zoologicznego (od 1956 aż do śmierci). W 1966 r. został odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski. Ten skromny szkic bogatego życia i twórczości J. Sokołowskiego, niech będzie wzorem do naśladowania przez młodych przyrodników, a wyrazem hołdu i największego szacunku dla wybitnego uczonego i nieprzeciętnego artysty ze strony Jego uczniów, znajomych i sympatyków.

Andrzej Dzieczkowski

PRZEGLĄD NAUK NEUROBIOLOGICZNYCH

Dwie dusze w jednym mózgu

Obserwacje nad wpływem lokalnych uszkodzeń mózgu na zachowanie ludzkie doprowadziło do przekonania, że ważne ośrodki mózgowe są umieszczone w lewej półkuli. Niewielkie uszkodzenie zlokalizowane w pewnym krytycznym obszarze może, na przykład, zniszczyć wybiórczo zdolność pacjenta do czytania: widzi on zadrukowaną stronę, ale słowa na niej napisane straciły całkowicie sens. Mimo tego pacjent nadal rozumie co się do niego mówi i sam potrafi rozmawiać. Zniszczony został jedynie wzrokowy ośrodek mowy. Inne uszkodzenie po lewej stronie mózgu, w okolicy zawoju Wernickiego, przy podstawie lewego zawoju skroniowego lub uszkodzenie odcinające ten obszar od sygnałów ze słuchowych obszarów kory znosi zdolność rozumienia języka mówionego. Słyszy się nadal dźwięki, lecz ich znaczenie znika.

Obserwacje tego typu doprowadziły do przypuszczenia, że lewa półkula jest półkulą mówiącą, podczas gdy prawa jest głucha i ślepa na słowa. Wiele podobnych dalszych obserwacji doprowadziło do wytworzenia się tzw. klasycznego poglądu neurologicznego, który zakłada, że mówiąca lewa półkula jest półkulą dominującą, a prawa jest niema i podporządkowana półkuli lewej. Prawą półkulę uznano nie tylko za niemą, niepiśmienną, ślepą i głuchą na słowa, ale także, przez analogię, za pozbawioną wyższych czynności poznawczych, związanych z językiem i rozumieniem symboli.

Dalsze badania wskazywały ciągle na wyższość półkuli lewej. Uznano ją w końcu za główny organ wykonawczy, kierujący wyższymi ruchami zamierzonymi, oraz za miejsce przechowywania engramów dla uczenia kinestetycznego. Okazało się też, że to lewa półkula jest miejscem odpowiedzialnym za zdolność do rachunków i rozumowania matematycznego.

Tak więc prawie wszystkie obserwacje nagromadzone pod koniec lat 50. i w początkach lat 60. wskazywały na to, że lewa półkula jest półkulą wiodącą, intelektualną, lepiej rozwiniętą i dominującą, podczas gdy jej prawa siostra jest zapóźniona w rozwoju, niema, niepiśmienna, głucha, niezdarna i pozbawiona wyższych funkcji poznawczych.

Badania Sperry'ego i jego współpracowników pozwoliły na całkowite zrewidowanie tej opinii.

Funkcje mózgu po przecięciu spoidel

Niesłychanie interesującym materiałem do badań nad funkcjami półkul mózgowych stali się pacjenci po operacji przecięcia spoidel czyli komisurotomii. O ile materiał ten był początkowo dość rzadki i składał się głównie z ofiar wojennych, wprowadzenie komisurotomii jako ostatniej deski ratunku w przypadkach nieuleczalnej w inny sposób padaczki spowodowało, że można było przeprowadzić badania na szerszą skalę. Zarówno badania na ludziach, jak i na zwierzętach doświadczalnych wykazały, że zabieg komisurotomii nie upośledza normalnych funkcji życiowych: u ludzi pół roku po komisurotomii przy normalnym pobieżnym badaniu lekarskim nie wykrywa się żadnych nienormalności. Przez pewien czas sądzono nawet, że oznacza to, że spoidła mózgowe nie pełnią żadnej istotnej funkcji, zapobiegając jedynie „rozejściu się” półkul.

Już pierwsze testy przeprowadzone przez Sperry'ego i Gazzanigę wykazały, że wbrew przeważającej opinii odłączona od lewej półkuli półkula prawa nie była ani tak głucha, ani ślepa na słowa, jak tego można się było spodziewać. Specjalne testy służące do wykrywania zdolności lingwistycznych wykazały bowiem, że chociaż w zasadzie prawa półkula jest niema i niepiśmienna, może ona pojmować stosunkowo nieźle słowa wypowiedziane przez badającego lub rozumieć wydrukowane słowa, umieszczone tak, że widoczne były tylko w lewym polu wzrokowym „obsługiwany” przez prawą półkulę. Po pojawieniu się danego słowa na ekranie pacjent lewą ręką wskazywał nazwany obiekt. O tym, że prawa półkula potrafi myśleć, dowodził fakt, że uzyskano poprawne wskazania obiektów również wówczas, gdy były one nazwane nie bezpośrednio, ale w sposób złożony. Prawa półkula wskazywała na przykład na termometr, kiedy określono go jako „instrument pomiarowy”, a termometr był jedynym przedmiotem należącym do tej kategorii.

Badania Sperry'ego wykazały również, że po przecięciu spoidel półkule były całkowicie nieświadome obecności partnerki: jedna nie wiedziała tego, co druga półkula się nauczyła, ani tego, co wykonała. Każda połowa mózgu po przecięciu spoidel posiadała własną domenę poznawczą, z prywatnymi doznaniem i zmysłowymi, uczeniem, pamięcią, niedostępnymi dla

drugiej półkuli. Właśnie badania na człowieku dostarczyły najbardziej przekonujących dowodów: mówiąca półkula lewa mogła bezpośrednio opowiedzieć prowadzącemu doświadczenie, że nie ma pojęcia o wewnętrznych przeżyciach związanych z testami wykonywanymi prawidłowo przez niemą partnerkę.

Badania u osobników z komisurotomią pozwoliły także na dalszy krok metodologiczny w badaniach nad lateralizacją funkcji mózgu: lateralizacja ta mogła być odtań udowodniona pozytywnie, przez stwierdzenie istnienia danej cechy tylko w jednej półkuli mózgowej, a nie wyłącznie negatywnie, przez wykazanie znikania tej funkcji po uszkodzeniu jednostronnym.

Język prawej półkuli

Pacjenci z uszkodzeniami ośrodków słuchowych, wzrokowych lub ruchowych mowy (położonych w lewej półkuli) tracą całkowicie odpowiednie zdolności językowe. Jednakże pacjenci z komisurotomią wykazują zdolność do wykonania pewnych czynności przy użyciu prawej półkuli. Sperry i jego grupa tłumaczy to tym, że w prawej półkuli tkwią potencjalne możliwości językowe, ale w wypadku uszkodzenia odpowiedniego ośrodka po stronie lewej odpowiednie funkcje są hamowane. Przecięcie połączeń znosi hamujący wpływ uszkodzonych ośrodków po przeciwnej stronie mózgu (kontralateralnych). Jeżeli zniszczenie lewej półkuli mózgowej nastąpi w bardzo młodym wieku, prawa półkula może się nauczyć języka i posługiwać się nim w sposób normalny lub prawie normalny.

Wydaje się, że obie półkule mózgu, dopóki nie są rozdzielone, ściśle współpracują między sobą, tworząc funkcjonalną całość, kierowaną w pewnych wypadkach przez prawą, w pewnych przez lewą półkulę. Gdy nastąpi zaburzenie funkcji w wyniku jednostronnego uszkodzenia, zaburzenie funkcji wystąpi w obu półkulach, gdyż mózg w dalszym ciągu działa jako całość, chociaż jest to teraz całość uszkodzona. Dopiero uwolnienie nieuszkodzonej półkuli spod wpływu półkuli uszkodzonej pozwala na ujawnienie pewnych, nawet szczątkowych, funkcji.

W czym specjalizuje się prawa półkula?

Pod koniec lat 60. zorientowano się, że prawa półkula, podobnie jak lewa, posiada wyższe funkcje poznawcze. Każda półkula wydaje się używać własnych strategii, reguł, obrazów myślowych, asocjacji i idei przy rozwiązywaniu zadań. Jak wspomnieliśmy, każda półkula ma też własne, oddzielne łańcuchy pamięciowe, niedostępne dla drugiej półkuli, jeżeli połączenie między nimi zostało przecięte.

Już dawno stwierdzono, że lewa półkula (prawe pole wzrokowe) lepiej lub szybciej niż prawa półkula rozróżnia krótkie sygnały alfa-numeryczne. Natomiast półkula prawa okazała się znacznie lepsza w analizie bardziej skomplikowanych relacji przestrzenno-wizualnych, niewątpliwie wymagających wyższych czynności poznawczych. Badania Levy wykazały, że prawa półkula znacznie lepiej niż lewa rozwiązuje takie zagadnienia, jak dobranie odpowiedniego przedmiotu trójwymiarowego do jego dwuwymiarowej, rozłożonej formy (jak do wycinanki, z której, odpowiednio ją skleając otrzymujemy bryłę), albo stwierdzenie, z którego okręgu pochodzi pokazany niewielki odcinek łuku. Opierając się na tych wynikach Levy po-

stulowała, że obie półkule operują własnymi, różnymi jakościowo i wzajemnie antagonistycznymi typami procesów poznawczych. Procesy, którymi posługuje się lewa półkula, to procesy analityczno-sekwencyjne, natomiast półkula prawa wykorzystuje procesy przestrzenne i syntetyczne. Zdaniem Levy specjalizacja taka znacznie zwiększa możliwości poznawcze ludzkiego mózgu, gdyż zamiast niepotrzebnego dublowania pewnych funkcji przez obie półkule powstaje między nimi podział pracy.

Prawa, podporządkowana półkula, uważana niegdyś za zacofaną analfaberkę, być może nawet pozbawioną świadomości, okazała się partnerem dominującym przy rozwiązywaniu pewnych typów problemów. Dotyczy to zagadnień niewerbalnych, niematematycznych, niesekwencyjnych, ale problemów przestrzennych i imaginistycznych, w których jeden obraz lub symbol zastępuje tysiące słów. Do takich problemów należy umiejętność rozpoznawania twarzy, ocena wielkości okręgu z fragmentu łuku, rozpoznawanie i zapamiętywanie nieokreślonych kształtów, przeprowadzenie w pamięci transformacji przestrzennych, rozróżnianie dźwięków strun, segregacja klocków według kształtów i wymiarów, rozpoznawanie całości ze zbioru części, intuicyjne zrozumienie zasad geometrycznych. Badania te doprowadziły też do coraz powszechniej przyjętego poglądu, że nie można obu półkul rozpatrywać jako jednostek antagonistycznych, ale jako uzupełniające się (komplementarne) partnerki.

„Lewy” i „prawy” mózg

Stwierdzenie, że w każdym z nas istnieją „dwie dusze” spowodowało duże zainteresowanie. W popularnych czy w pół popularnych opracowaniach zaczęto mówić o „lewym” i „prawym” mózgu, dzielić ludzi na typy „prawomózgowych” i „lewomózgowych” itp. Te wszystkie spekulacje muszą być przyjmowane z największą ostrożnością. Przede wszystkim trzeba pamiętać, że nigdy nie występuje sytuacja, w której jedna półkula mózgowa pracuje, druga zaś bezczynnie odpoczywa. Półkule mózgowe zdają się współpracować ze sobą bardzo ściśle.

Stwierdzenie lateralizacji funkcji psychicznych, z których trzy: percepcja języka, wytwarzanie języka i kierowanie ruchami dokładnymi wydają się mieścić w półkuli lewej, a jedna — pojmowanie przestrzenno-wizualne (a także, jak się wydaje, kierowanie emocjami) — w półkuli prawej miało jedną doniosłą konsekwencję metodologiczną. Zwróciło ono bowiem uwagę na znaczenie niewerbalnych form i składników intelektu. Jest to szczególnie ważne w wychowaniu i oświacie: nie wystarczy kształcić tylko funkcji półkuli lewej.

Dalszą konsekwencją badań nad lateralizacją funkcji mózgu jest wzrost uznania i szacunku dla indywidualistycznego charakteru struktury ludzkiego intelektu. Im więcej prowadzi się badań, tym bardziej widzi się, że indywidualność tkwiąca w sieciach neuronalnych mózgu poszczególnego osobnika jest tak wielka, że w porównaniu z nią różnice w rysach twarzy czy odciskach palców są niesłychanie grube i prymitywne. W związku z tym rysuje się coraz silniej konieczność zastosowania takich metod oświatowo-wychowawczych, aby móc rozpoznać pełne możliwości intelektualne każdego ucznia i umiejętnie je rozwijać.



IIIa. GĄSIENICE BIELINKA KAPUSTNIKA *Pieris brassicae* (L.) na kapuście. Fot. W. Strojny



IIIb. GĄSIENICA ZMROCZNIKA *Pergesa porcellus* L. Fot. W. Strojny



IV. TASIEMIEC BĄBLOWCOWY *Echinococcus granulosus* Batsch. w wątrobie świni. Fot. W. Strojny

Różnice między płciami

Nie ulega wątpliwości istnienie pewnych różnic psychicznych między mężczyznami i kobietami. Ogólnie przyjmuje się, że kobiety są bardziej emocjonalne niż mężczyźni, stwierdzono też, że wśród kobiet jest mniej leworęcznych niż wśród mężczyzn. Badania psychologiczne wykazały, że kobiety lepiej niż mężczyźni rozwiązują testy związane z mową, natomiast ustępują mężczyznom w rozwiązywaniu testów przestrzenno-wizualnych. Niektórzy badacze przypuszczali, że lateralizacja funkcji psychicznych u kobiet jest mniejsza niż u mężczyzn, ale wydaje się, że stwierdzenie takie nie ma pokrycia w wynikach doświadczeń. Dotychczasowe wyniki mogłyby natomiast wskazywać, że kobiety używają swej lewej półkuli bardziej do mówienia niż logiki i matematyki, zaś prawej bardziej do wyrażania uczuć niż pojmowania przestrzennego.

Samoświadomość i świadomość społeczna prawej półkuli

Najbardziej charakterystyczną cechą ludzką jest świadomość istnienia samego siebie. Dopiero układ obdarzony tą świadomością może być uważany za „osobę” czy „jaźń”. Zwierzęta nie potrafią rozpoznać siebie samych w lustrze. Tak więc zarówno z punktu ewolucyjnego, jak i na podstawie badań rozwojowych można uważać samoświadomość za wysoko zaawansowaną formę świadomości. Od razu nasuwa się pytanie, czy samoświadomość jest również cechą półkuli prawej?

Okazało się, że prawa półkula jest obdarzona samoświadomością. Pacjent używając tylko prawej półkuli doskonale rozpoznaje swoją fotografię. Poza identyfikacją, fotografie wyzwalały także prawidłowe odpowiedzi emocjonalne. Dalej okazało się, że prawa półkula rozpoznaje krewnych, znajomych, ulubione zwierzęta, rzeczy osobiste, a także znane postacie polityczne, historyczne i religijne oraz popularnych artystów. Własny, z trudem osiągalny przez badacza świat prawej półkuli okazał się zadziwiająco bogaty, a na dodatek prawa półkula wykazywała nie gorsze niż lewa poczucie humoru. Tak więc półkula prawa ma dobrze wykształcone poczucie własnego istnienia, stosunków społecznych i zaskakującą wiedzę ogólną.

Prawa półkula nie różni się też od lewej pod względem poczucia czasu i zdolności przewidywania przyszłych zdarzeń, czego najlepszym dowodem jest fakt, że w pełni docenia konieczność ubezpieczeń od wypadków i na życie.

Emocje

Wyrażanie, odbiór i przeżywanie emocji wydawało się również zjawiskiem, w którym obie półkule mózgowe są zaangażowane w niejednakowy sposób. Istnieją pewne dowody wskazujące na to, że emocje są silniej wyrażane po lewej niż po prawej stronie twarzy. Na tej i na innych podstawach przypuszczano, że życie emocjonalne jest regulowane przez prawą półkulę mózgową. Jednakże, jak podkreśla to Sperry, emocji nigdy nie udało się lokalizować całkowicie w jednej półkuli. Nawet u osób po komisurotomii emocje wywołane przez czynniki działające tylko jednostronnie szybko rozprzestrzeniały się na drugą półkulę, poprzez — jak się wydaje — system krzyżujących się włókien w pniu mózgu. Stwierdzono też, że bardzo subtelne odcienie emocji lub kono-

tacje semantyczne, wywoływane w prawej półkuli, pomagają lewej półkuli w odgadnięciu bodźca znanego tylko półkuli prawej. Wskazuje to na fakt, że czynniki afektywne, konotacyjne i semantyczne mogą odgrywać ważną rolę w procesach poznawczych.

Silnie ustrukturalizowane, swoiste składowe informacyjne procesy poznawcze wydają się zachowywać inaczej niż składniki emocjonalne i konotacyjne. Te pierwsze pozostają wyłącznie w tej półkuli, w której zostały wytworzone, podczas gdy akcenty emocjonalne przenikają na drugą stronę mózgu i oddziałują na zachodzące tam procesy neuronalne.

Stwierdzenie odrębności składowych informacyjnych i emocjonalnych ma wielkie znaczenie dla naszej wiedzy o neuronalnej organizacji mechanizmu poznania. Chociaż składowa afektywna jest zjawiskiem oczywiście świadomym, przenosi się ona w mózgu poprzez niski poziom pnia. Rzuca to interesujące światło na strukturalne podstawy świadomości, w której tworzeniu, jak się okazuje, mogą brać udział struktury podporowkowe.

Mózg a myśl

Przez długi czas w neurobiologii obowiązywało podejście materialistyczno-behawiorystyczne, zgodnie z którym problem myśli i świadomości uznawano za nie podlegający badaniom naukowym. Jedną z najbardziej dalekosiężnych konsekwencji prac nad rozszczepionym mózgiem jest zmiana tego podejścia: doświadczeniu wewnętrznemu, traktowanemu jako czynnik dający się badać, zaczyna się przypisywać integralną rolę w regulacji pracy mózgu i zachowania. Myśl i świadomość stają się przedmiotem badań naukowych.

Uznanie interakcji przyczynowej pomiędzy świadomością a funkcją mózgu ma ważne implikacje dla nauki i dla poglądu na przyrodę i człowieka. Nie można już psychologii introspektywnej i dziedzin pokrewnych uznawać za „naukę o epifenomenach”. Doświadczenie wewnętrzne, będące wynikiem procesów mózgowych, staje się konstrukcją posiadającą własne prawa i własną dynamikę, oddziaływającą na funkcje mózgu. Świat doświadczenia wewnętrznego, świat dotychczas zastrzeżony dla badań humanistycznych, zostaje obecnie uznany przez nauki ścisłe.

Zmienia się też nasz pogląd na strukturę organizmów, a — przez analogię — na strukturę świata. Całość obecnie to nie tylko „coś różnego i większego od sumy części”, ale jednostka przyczynowo określająca los i działanie części, bez zaburzania praw fizycznych i chemicznych rządzących tymi częściami na ich własnym, niższym poziomie.

W wyniku postępów neurofizjologii, w szczególności badań nad myśleniem rozszczepionego mózgu, można oczekiwać zmiany tego, co nazywamy światopoglądem naukowym. Zakres nauki ulega zmianie, niektóre jej ograniczenia znikają, perspektywa oglądu świata i poglądy na naturę ludzką ulegają zmianie. Poprzednie sprzeczności, a właściwie rozłam pomiędzy poglądami reprezentowanymi przez nauki ścisłe i przez podejścia humanistyczne, zostają zatarte. Można mieć nadzieję, że tak pojmowana nauka nie tylko pozwoli nam lepiej żyć, ale także umożliwić zrozumienie sensu życia.

Opracowane na podstawie wykładu, który Roger Sperry wygłosił w czasie ceremonii wręczenia nagrody Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny w 1981 r. *Por. Wszecławiat 1982, 83:127.*

Oprac. J. G. V.

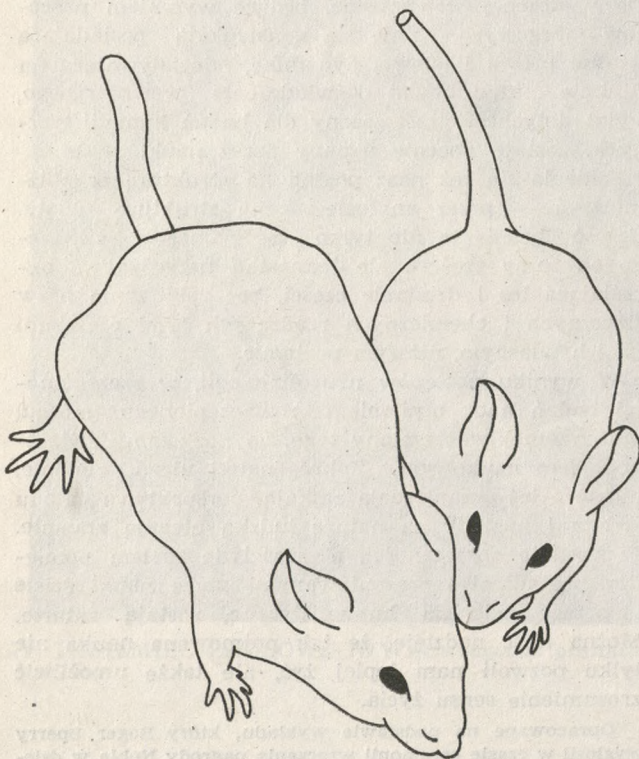
DROBIAZGI PRZYRODNICZE

Sukces inżynierii genetycznej

Na okładce jednego z grudniowych zeszytów tygodnika „Nature”, uważanego za najbardziej prestiżowe czasopismo przyrodnicze na świecie, znajduje się fotografia dwóch myszy z obciętymi końcami ogonów. Zwierzęta te pochodzą z tego samego miotu, lecz jedno z nich waży prawie dwukrotnie więcej od drugiego, wykazując objawy gigantyzmu (ryc. 1).

W klinicyście terminem „gigantyzm” określa się zespół chorobowy polegający na nadmiernym rozwoju szkieletu i mięśni, wywołanym zbyt wysokim poziomem hormonu wzrostu. Sekwencja aminokwasów budujących ten białkowy hormon zapisana jest w DNA wszystkich komórek organizmu, jednak w warunkach prawidłowych transkrypcja informacji z genu na mRNA, a stąd translacja na białko, odbywa się jedynie w pewnych wyspecjalizowanych komórkach przedniej części przysadki mózgowej. Proces ten ulega zahamowaniu, na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego, przy przekroczeniu określonego poziomu hormonu we krwi. Regulacja ta niekiedy zawodzi, na przykład przy zmianach nowotworowych przysadki mózgowej lub przy patologicznym podjęciu syntezy hormonu przez komórki innych narządów, np. raka płuc.

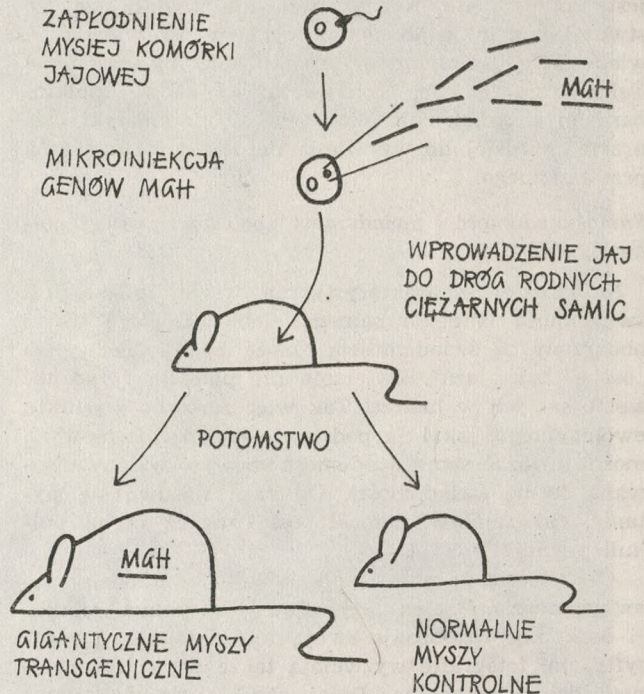
Gigantyzm myszy przedstawionej na ilustracji (ryc. 1) nie jest jednak skutkiem procesu chorobowego, lecz wywołany został celowo na drodze eksperymentalnej; zwierzę to rozwinęło się z jaja, do którego wprowadzono dodatkowe geny kodujące hormon wzrostu, wyizolowane z DNA szczura. Jest to pierwszy przypadek, w którym zastosowanie inżynierii genetycznej w tak wyraźny sposób zmieniło fenotyp ssaka.



Ryc. 1. Sylwetki myszy z fotografii na okładce „Nature” (t. 300, nr 5893, 1982). Z lewej strony gigantyczny osobnik transgeniczny (MGH)

Manipulowanie genami bakterii i wirusów trwa już od dawna, jednak technikę wprowadzania obcych genów do chromosomów ssaczych opanowano zaledwie kilka lat temu. Doświadczenie z myszami-gigantami jest punktem kulminacyjnym cyklu eksperymentów R. D. Palmitera, R. L. Brinstera i ich współpracowników z kilku ośrodków badawczych USA.

Zasada doświadczeń polega na tym, że po uzyskaniu dużej liczby kopiiżądanego genu, czyli po tzw.



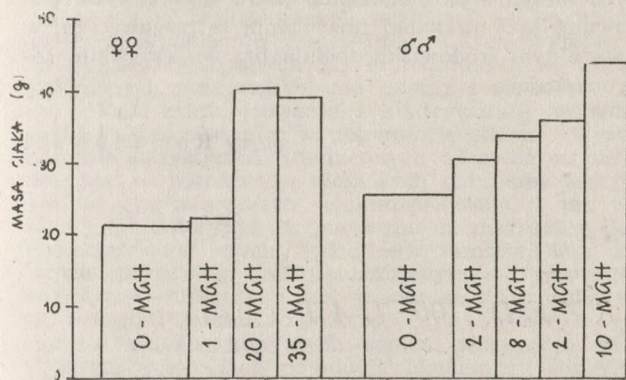
Ryc. 2. Schemat doświadczenia Palmitera i współpracowników: wprowadzenie do genomu myszy klonowanych genów MGH. Szczegóły w tekście

klonowaniu DNA, określoną ich liczbę wstrzykuje się *in vitro* do zapłodnionych ssaczych komórek jajowych. By umożliwić rozwój embrionów, komórki takie wprowadza się do dróg rodnych samic z indukowaną ciążą. Na wczesnych etapach rozwoju zarodków niektóre kopie obcego DNA mogą zostać włączone do chromosomu gospodarza. Nie można jednak przewidzieć liczby włączonych kopii ani ich lokalizacji. Część osobników może być chimerami pod względem obcego genu, czyli może go zawierać w pewnych narządach, a w innych nie. Jeżeli włączenie obcego DNA do genomu myszy nastąpi przed pierwszym podziałem mitotycznym — będzie on występował we wszystkich komórkach gospodarza. Obcy gen lub geny mogą trafić do komórek linii płciowej myszy, a wówczas przynajmniej część jej potomstwa posiadać będzie obcy DNA w ustalonej już lokalizacji. Uogólniając stwierdzamy, że część osobników rozwijających się z jaj, do których wprowadzono obcy DNA, będzie tzw. zwierzętami transgenicznymi, czyli nosicielami obcego genu.

W omawianym doświadczeniu uzyskano, a następnie klonowano, hybrydzie DNA opisywane symbolem MGH, składające się z fragmentu mysiego genu M i szczurzego genu GH. Skrót GH oznacza wyizolowany z komórek szczurzych fragment DNA kodujący hormon wzrostu (growth hormone — GH). Symbol M pochodzi natomiast od mysiego genu MT (me-

tallothionein), kodującego bogate w cysteinę białko wiążące metale ciężkie. Białko to jest powszechne w organizmie myszy, lecz występuje szczególnie obficie w tkance wątrobowej. Poziom jego w tym narządzie znacznie wzrasta po dostarczeniu zwierzęciu w pokarmie jonów metali ciężkich, na przykład Zn^{++} z siarczanu cynku, gdyż białko to chroni organizm przed ich toksycznym działaniem. Fragment genu M w omawianym doświadczeniu jest tzw. promotorem, gdyż włączony do genomu myszy i uczyniony przez mechanizmy regulacyjne gospodarza zapewnia ekspresję obcogatunkowego genu GH.

Schemat eksperymentów grupy Palmitera przedstawia rycina 2. Pierwszym etapem doświadczenia było klonowanie hybrydnych genów MGH. Następnie po około 600 kopii powielonych fragmentów DNA wstrzykiwano do przedjądry męskich 170 zapłodnionych mysich komórek jajowych, które po tym zabiegu wprowadzono do dróg rodnych samic. W wyniku takiej procedury urodziło się 21 myszy, które: 1) ważono w określonych odstępach czasu, 2) analizowano ich DNA wyizolowany z jąder komórek obciętych końców ogonów (patrz ryc. 1), 3) badano mRNA ich ko-



Ryc. 3. Masy ciała w 74 dniu po urodzeniu i liczba genów MGH włączonych do genomów 7 myszy (wąskie słupki) pochodzących z jaj po mikroiniekcji obcego DNA. Dla 3 samic i 11 samców kontrolnych (szerokie słupki — 0 kopii MGH) podano średnie masy ciała

mórek wątrobowych po wycięciu fragmentów tego narządu i 4) oznaczano poziom hormonu wzrostu w surowicy krwi tych zwierząt.

Analiza DNA wykazała, że wśród 21 myszy uzyskano siedem osobników (trzy samce i cztery samice) transgeniczných, które wbudowały do swojego genomu jedną lub wiele kopii hybrydnych genów MGH. Pozostałe trzy samice i 11 samców, pozbawione obcego DNA, potraktowano jako grupę kontrolną (ryc. 3). W wątrobie myszy transgeniczných wykryto mRNA komplementarny do genów MGH, a w osoczu tych zwierząt stwierdzono wyższy od normy poziom hormonu wzrostu. Sześć myszy transgeniczných rosnęło i przybierało na wadze znacznie szybciej od zwierząt kontrolnych (ryc. 3). Tempo wzrostu zwierząt, a także poziom „hybrydznego” mRNA w wątrobie i hormonalnego białka w osoczu korelowały na ogół dobrze z liczbą włączonych do genomu kopii genów MGH. Poziom hormonu wzrostu czterech myszy transgeniczných był 100–800 razy wyższy niż u zwierząt normalnych z tego samego miotu, a myszy te ważyły po stu dniach niemal dwukrotnie więcej od osobników kontrolnych.

W potomstwie transgenicznego samca, zawierającego

8 kopii genów MGH, pojawiło się 10 osobników transgeniczných i 9 normalnych, co sugeruje, że wszystkie kopie hybrydznego DNA włączone zostały na stałe do chromosomu gospodarza.

W omawianym doświadczeniu tempo wzrostu zwierząt nie było zależne od podawania im w pitnej wodzie soli cynku, a więc nie udało się sterować syntezą hormonu przez stosowanie odpowiedniej diety. Natomiast w toku poprzednich eksperymentów ci sami uczeni wykazali regulacyjny wpływ metali ciężkich na ekspresję wirusowego enzymu — kinazy tymidyny (TK) w wątrobie transgeniczných myszy z hybrydymi genami MTK. Można więc żywić nadzieję, że dalsze doświadczenia doprowadzą do sukcesu w sterowaniu podażą określonego białka w organizmach zwierząt transgeniczných.

Autorzy omawianych eksperymentów, a także komentujący je na łamach „Nature” J. G. Williams, zwracają uwagę na możliwość wielorakiego wykorzystania uzyskanych wyników lub inspirowanych przez nie dalszych doświadczeń. Szczepy myszy „gigantycznych” mogą być doskonałym modelem do badania akcji hormonu wzrostu. Oczekuje się iż hybrydne geny MGH usuną defekt genetyczny mysich mutantów „little”, które w stanie homozygotycznym są dwukrotnie mniejsze od osobników przeciętnych na skutek braku tego hormonu. Natomiast zastosowanie technik inżynierii genetycznej do korygowania wad wrodzonych ludzi wydaje się jeszcze dość odległe.

Wyhodowanie transgeniczných (MGH) osobników byłaby czy trzody chlewnej zwiększyłoby znacznie wydajność hodowli, jednak wartość mięsa czy mleka takich zwierząt musiałaby być skrupulatnie testowana.

W moim przekonaniu najbliższe realizacji praktycznego wykorzystania zwierząt transgeniczných jest pozyskiwanie z ich surowicy dużych ilości ważnych dla celów terapeutycznych lub naukowych białek, zakodowanych we wprowadzonych genach. Technika ta miałaby olbrzymią przewagę nad syntezą chemiczną w przypadku drobin wymagających enzymatycznej aktywacji w specyficznym mikrośrodowisku tkanek ssaczy. Osobniki transgeniczne pełniłyby wówczas funkcję analogiczną do immunizowanych zwierząt, których krew jest bezcennym źródłem surowicy odpornościowej.

Omówione doświadczenie można więc bez przesady uznać za krok milowy w dziedzinie inżynierii genetycznej, zatem myszy z okładki „Nature” przejdą do historii nauki. Zainteresowanych tą dziedziną Czytelników odsyłam do świetnych opracowań W. Gajewskiego i P. Węgleńskiego *Inżynieria genetyczna* (PWN, Wwa 1980) oraz M. Fikus *Inżynierowie żywych komórek* (WP, Wwa 1982).

Nature 1982, 300: 575 i 611

Barbara Płytycz

Koszt ubarwienia ostrzegawczego

Wiele owadów wykształciło specyficzne przystosowania obronne przeciwko drapieżnikom: są one po prostu niejadalne ze względu na swój przykry smak. Cecha ta związana jest na ogół z gromadzeniem się w ich ciałach szkodliwych substancji chemicznych pochodzących z roślin żywicielskich. Jedynie kilka

grup zdolnych jest wytwarzać własne toksyny. Większość takich „niejadalnych” owadów ubarwiona jest bardzo kolorowo, co uważane jest za sygnał ostrzegawczy dla drapieżników. Większość drapieżników, jak się wydaje, już po pierwszych próbach uczy się unikać tego rodzaju zdobyczy.

Przyjmuje się, choć nie prowadzono w tym kierunku specjalnych badań, że koszt ubarwienia ostrzegawczego jest dość wysoki, gdyż każde pierwsze zetknięcie się niedoświadczonego drapieżnika z tak ubarwioną ofiarą powinno kończyć się śmiercią tej ostatniej. A ponieważ jaskrawe ubarwienie ostrzegawcze jest (z założenia) bardziej widoczne, to wykształcenie się tej cechy stanowi z ewolucyjnego punktu widzenia swoistą zagadkę. Osobniki — nosiciele genów omawianej cechy — powinny podlegać silnej selekcji negatywnej i jak w takiej sytuacji geny ostrzegawczego ubarwienia mogły rozprzestrzeniać się w całych populacjach? Dla wytłumaczenia tego fenomenu wielu autorów uciekło się do pojęcia selekcji krewniaczej. Czy jednak zjawisko to nie da się wytłumaczyć jeszcze prościej?

Ciekawych danych na ten temat dostarczają wyniki prostych doświadczeń, przeprowadzonych przez grupę szwedzkich badaczy z Uniwersytetu w Sztokholmie. W doświadczeniach tych drapieżnikom — 15 odłowionym na wolności sikorom bogatkom *Parus major* — oferowano kontrastowo ubarwione, „niejadalne” (ze względu na smak) gąsienice motyla pazia

królowej *Papilio machaon*. Paż królowej w Szwecji, podobnie jak i w Polsce, jest gatunkiem nielicznym, a miejsce odłowu sikor dobrano tak, aby prawdopodobieństwo poprzedniego kontaktu obu gatunków było minimalne. W doświadczeniach sikory atakowały gąsienice pazia królowej przy pierwszej sposobności, lecz już po 1–3 sekundach wypluwały i szybko uczyły się unikać tego rodzaju ofiar. Nieoczekiwanie wszystkie gąsienice przeżyły ataki sikor. Okazało się więc, że założenie o śmierci ostrzegawczo ubarwionych owadów przy ataku niedoświadczonego drapieżnika może być fałszywe i że należy je zrewidować. Jeśli powszechna jest sytuacja taka, jak w opisanym powyżej doświadczeniu, to zagadnienie ewolucji ubarwienia ostrzegawczego wydaje się znacznie prostsze.

Dodatkową okolicznością, sprzyjającą doborowi tego typu ubarwienia, może też być fakt, że często ubarwienie ostrzegawcze w naturalnych warunkach środowiska danego gatunku spełnia rolę maskującą. I tak na przykład ubarwione w kontrastowe pasy gąsienice pazia królowej na roślinach żywicielskich są trudne do zauważenia, szczególnie przy słonecznej pogodzie. Twierdzi się też, że ubarwienie pewnych tropikalnych motyli z peruwiańskich lasów deszczowych, podawane jako przykład ubarwienia ostrzegawczego, w naturalnym środowisku spełnia przede wszystkim rolę maskującą.

Jerzy Romanowski

WSZECŚWIAT PRZED 100 LATY

Meteory przed 100 laty. W Sierpniu przebiegały dosyć często jasne gwiazdy spadające; z nich zwróciły najbardziej uwagę na siebie dwie, uważane w dniu 5-tym Sierpnia. Jakoż około godziny 9¹/₂ wieczorem, d. 5-go Sierpnia widziano nad Warszawą kulę ognistą, która miała kształt małego balonu, średnicy około 8–10-u cali, i światło białe, jednostajne, barwy czerwonej. Na pierwszy rzut oka można było sądzić, że to nie zjawisko niebieskie, ale pirotechniczne, jakie czasem przy ogniach sztucznych dostrzegać się daje. Skoro atoli widziano je także o tym samym czasie w okolicach Elbląga, jak czytaliśmy w ilustrowanej gazecie lipskiej, przeto nie ulega wątpliwości, że mieliśmy przed sobą prawdziwą kulę ognistą... Zjawisko trwało najmniej 15 sekund czasu, a przed zniknięciem rozdzieliło się na kilka małych kulek, połączonych wąskimi smugami światła.

K. (Kowalczyk J.) *Meteory*. Wszechświat 1883, 2:571 (3 września)

Nic nowego pod słońcem. Póki na czele (Muzeum historii naturalnej w Paryżu) stali ludzie genialni, genijusz uwalniał ich od kontroli; ale dla ich następców niezależność zupełna szkodliwym stała się przywilejem; grono profesorów Muzeum zasklepiło się niejako w zamkniętą, cechową korporację uczonych. Korporacja ta niezawście oddawała pierwszeństwo zasłudze i nie zawsze kierowała się interesami nauki. Do celów czystej wiedzy wkradać się poczęły coraz bardziej niezdrowa rywalizacja, nepotyzm — wykłady i prace cierpieć na tym poczynąły, a Muzeum upadać.

J. M. (?) *Krzewienie przyrodoznawstwa i instytucje naukowe. I. Muzeum historii naturalnej w Paryżu*. Wszechświat 1883, 2:586 (10 września)

Polskie stoiska na Wiedeńskiej Wystawie Elektrycznej. Firma Kuksa, Luedtke i Grether z Warszawy, przedstawiła cały system rozdziału prądów metodą p. Graviera; system ten ma na celu rozprowadzanie prądów z jednego źródła do różnych celów i należyte uregulowanie ich biegu. Prądy te wytwarzają się w kilku machinach dynamo-elektrycznych systemu Graviera, które, oprócz wprawiania w ruch motorów, oświetlać mają 27 lamp łukowych Graviera i pewną liczbę lamp jarzących.

Oprócz firmy Kuksa i S-ki, z Warszawy innych wystawców nie napotykamy. P. Ziemiński, dyrektor akademii technicznej w Krakowie, przedstawił przyrząd, służący do sygnalizowania pożaru i zarazem do gaszenia ognia w pierwszej chwili jego wybuchu, — przyrząd ten nazwał wynalazca antyflage-tonem.

P. Rychnowski, inżynier i mechanik ze Lwowa, wystawił kilka stosów, maszynę dynamoelektryczną i kilka przyrządów, umieszczonych w szafce, ale których przeznaczenia dla braku objaśnień, należyć zrozumieć nie można. Zresztą, z prac polskich, przytoczyć jeszcze można telefon Machalskiego, mikrofon Ochrowicza i dzwonek magneto-elektryczny Abakanowicza.

Dla uzupełnienia wiadomości o udziale Polaków na wystawie, dodać jeszcze należy, że do komisji naukowo-technicznej należą: prof. Wróblewski i Abakanowicz.

(Kramsztyk S.) *Wiedeńska wystawa elektryczności. II*. Wszechświat 1883, 2:589 (10 września)

Drob w Francji i w Polsce. Spis drobiu, zarządzony i dokonany we Francji w 1870 r., wykazał we wszy-

stkich departamentach ogólną ilość	
kur	42,856,700
kaczek	3,616,841
indykczek	1,760,500
gęsi	3,881,577

Dziś ilości te podobno są większe i p. E. Menault przyjmuje, iż kur znajduje się 45 milionów, a w tej liczbie 2 miliony kogutów.

(z obliczeń) p. Menault otrzymuje jako dochód brutto z hodowli samych tylko kur we Francji cyfrę przeszło 300 milionów franków, gdy wartość tego drobiu wynosi 112½ miliona franków, a więc z górą 45 milionów rubli.

Cyfry te wymownie pokazują, jak znacznym źród-

łem dochodu jest we Francji hodowla drobiu. Kiedyż my dojdziemy do tego, aby ilość hodowanych na dochód kur przewyższała ilość mieszkańców kraju, aby wartość tego drobiu wynosiła więcej niż rubla na 1-go mieszkańca i aby brutto dochód — jak we Francji — przedstawiał nam cyfrę około 10-ku franków, a więc od 2 do 2½ rubla na mieszkańca?

Statystyki w tym względzie u nas niema, ale niewątpliwie do cyfr tych jest u nas jeszcze tak daleko, że i do dziesiątej chociażby części tych świetnych rezultatów dążyćbyśmy nateraz powinni.

(bez autora) Statystyka hodowli drobiu we Francji (podług czasopisma „le Poussin”) Wszechświat 1883, 2:604 (17 września).

ROZMAITOŚCI

Stosunek płci w potomstwie ssaków. U wielu gatunków bezkręgowców, zwłaszcza tych, u których płeć zarodka determinowana jest przez warunki środowiskowe, udział każdej z płci w potomstwie może wahać się w maksymalnych granicach — od 0% do 100%. U organizmów haplo-diploidalnych wynika to ze stosunku składanych jaj zapłodnionych do niezapłodnionych i najczęściej ma istotny sens adaptacyjny. Wiele zainteresowania i kontrowersji wzbudza problem stosunku płci w potomstwie ssaków. Występowanie statystycznie znamiennych odchyśleń od parytetu płci w potomstwie niektórych gatunków ssaków zostało przekonywająco udokumentowane. I tak np. myszy laboratoryjne utrzymywane na normalnej, pełnowartościowej diecie rodzą 50% samców, lecz żywione pokarmem ubogotłuszczowym — tylko 24% samców. U niektórych fok więcej samców rodzi się na początku sezonu rozrodczego, a u niektórych gatunków ssaków kopytnych samce przeważają przy wyższych gęstościach populacji. Mechanizm odchyśleń od parytetu płci u ssaków jest ciągle niejasny. Nie można wykluczyć preferencji plemników określonej płci przy zapłodnieniu (regulowanej w pewien sposób); prawdopodobne wydają się różnice śmiertelności zarodków różnej płci podczas ciąży. Najbardziej kontrowersyjna jest kwestia ewentualnego znaczenia przystosowawczego odchyśleń od parytetu płci w potomstwie ssaków (i innych kręgowców). Trivers i Willard postulowali, że u gatunków, u których skuteczność reprodukcji w większym stopniu zależy od samców, samice winny rodzić więcej samców, jeśli są w lepszej kondycji fizycznej. Jednakże mogą wchodzić w grę także inne mechanizmy. Jest prawidłowością, że późna inseminacja zwiększa prawdopodobieństwo urodzenia samca. Jeżeli więc w populacji występuje nadmiar samic, zwiększa to prawdopodobieństwo późniejszej inseminacji i urodzenia większej ilości samców. W przypadku nadmiaru samców większe jest prawdopodobieństwo wczesnej inseminacji prowadzącej również do dominacji w potomstwie płci rzadszej wśród rodziców. Tłumaczyłoby to obserwowaną przewagę samic w potomstwie lemingów żyjących w małych wsobnych populacjach, gdzie wśród samców istnieje silna konkurencja o samice. Zdaniem Fishera, większe prawdopodobieństwo śmierci mężczyzny przed zakończeniem sezonu reprodukcyjnego nadawało sens adaptacyjny drobnej przewadze chłopców, jaka występuje u noworodków.

G. B.

Nature 298 (1982) 11

Cekropiny — polipeptydy odpornościowe owadów. Początkowo sądzono, że głównym białkiem hemolimfy owadów pełniącym rolę obronną wobec patogenów bakteryjnych jest lizozym. Wykazano jednak, że bakterioobójcza aktywność hemolimfy wykazuje niską ko-

relację z zawartością lizozymu. Białka, a właściwie polipeptydy odpornościowe owadów bardziej istotne niż lizozym, wykryto początkowo w poczwarkach motyla *Cecroia*, a następnie także u innych rodzajów motyli. Nazwano je cekropinami. Mają one masę cząsteczkową ok. 4000 daltonów. Określono sekwencję aminokwasów w cząsteczkach dwu podstawowych cekropin — A i B. Nie wykazuje ona homologii z żadnymi innymi białkami lub polipeptydami odpornościowymi. Homologia struktury pierwszorzędowej cekropin A i B sugeruje, że powstały one w wyniku duplikacji jednego genu. Cekropiny wytwarzane są w odpowiedzi na zakażenie bakteryjne poczwarek. Działają bakterioobójczo, powodując częściową lizę bakterii zarówno Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych.

Trends Biochem. Sci. 6 (1981) 306

G. B.

Inteligencja a choroby dziedziczne. Badania przeprowadzone ostatnio w Wielkiej Brytanii nie potwierdziły postulowanej uprzednio współzależności pomiędzy wysokim poziomem inteligencji a takimi schorzeniami dziedzicznymi jak fenyloketonuria, retinoblastoma (glejak siatkówki) i dystrofia torsijska, wykazały jednak, że wysoki poziom inteligencji (mierzony wartością ilorazu inteligencji) skorelowany jest z występowaniem autyzmu dziecięcego, skazy moczowej i krótkowzroczności. Wyniki te mogą dać wiele do myślenia zwolennikom eugeniki negatywnej: eliminując niepożądane geny moglibyśmy pozbyć się współwystępujących z nimi genów warunkujących rozwój pozytywnych cech osobowości człowieka.

J. Med. Genetics 18 (1981) 410

G. B.

Potencjał błonowy reguluje podziały komórek. Rola potencjału błonowego w przewodzeniu impulsów przez komórki nerwowe jest powszechnie znana. Przypomnijmy, że potencjał błonowy (transbłonowy) czyli różnica potencjałów elektrycznych po obu stronach błony plazmatycznej komórki $\Delta\varphi$ uwarunkowany jest różnicą stężeń jonów, głównie potasu, po wewnętrznej i po zewnętrznej stronie błony:

$$\Delta\varphi = \frac{RT}{F} \ln \frac{(K^+)_{\text{z}}}{(K^+)_{\text{w}}}$$

gdzie: R — stała gazowa, T — temperatura (bezwzględna), F — stała Faradaya, $(K^+)_{\text{z}}$ i $(K^+)_{\text{w}}$ — stężenie jonów potasu odpowiednio po zewnętrznej i po wewnętrznej stronie błony. Ostatnio uzyskano szereg danych świadczących, iż zmiany potencjału błonowego odgrywają istotną rolę również w procesach zachodzących w innych rodzajach komórek. Podczas stymulacji limfocytów do transformacji blastycznej

jednym z najwcześniej obserwowanych zjawisk jest obniżenie wartości potencjału błonowego, z ok. 65 mV do ok. 35 mV (po ok. 2 godzinach od zetknięcia się komórki z mitogenem). Wydaje się, że ten spadek potencjału błonowego jest pierwszym sygnałem dla proliferacji komórki i przygotowania jej do mitozy. Wywołuje on reorganizację błony, zmienia jej przepuszczalność, aktywuje niektóre enzymy związane z błoną, prowadzi do zmiany pH wnętrza komórki. Podobny spadek wartości $\Delta\phi$ obserwowano po zapłodnieniu komórki jajowej jeżowca. Również i w tym przypadku jest on sygnałem dla zapoczątkowania podziału komórki. Sugeruje się, że niska wartość $\Delta\phi$ charakterystyczna jest dla komórek somatycznych o wysokiej aktywności mitotycznej.

G. B.

The Immune System, Red. C. M. Steinberg
i I. Lefkowitz; S. Karger, Basel, t. I, s. 252 (1981)

Starzenie się krwinki czerwonej a starzenie się organizmu. Odkrycie przez Hayflicka (1974) korelacji pomiędzy długością życia różnych gatunków zwierząt a potencjałem replikacyjnym fibroblastów, uzyskanych z tych gatunków (liczba podziałów, do jakiej zdolne są fibroblasty różnych zwierząt w hodowli *in vitro*), interpretowane było powszechnie jako argument na rzecz teorii o genetycznej regulacji procesu starzenia się organizmów. W roku 1981 Röhme wykazał jednak, że analogiczna korelacja istnieje także pomiędzy długością życia różnych gatunków ssaków a długością życia krwinek czerwonych w krwiobiegu tych ssaków. Ten ostatni parametr nie może być regulowany przez aparat genetyczny, gdyż erytrocyty ssaków są komórkami beźjadźrzącymi. Korelacja wskazana przez Röhme'go może być uważana za argument na korzyść przeciwstawnej do powyżej wspomnianej teorii starzenia się, w myśl której proces ten nie jest zaprogramowany genetycznie (przynajmniej bezpośrednio), lecz jest wynikiem akumulacji błędów metabolicznych prowadzących do zmian struktury i funkcji makrocząstek. Wydaje się, że zmiany takie decydują zarówno o starzeniu się krwinek czerwonych, jak i organizmu jako całości.

Proc. Nat. Acad. Sci. USA 78 (1981), 5009

G. B.

Straszliwe żaby są niewrażliwe na własny jad. Grupa badaczy zajmujących się strasliwymi żabami (*Phyllobates terribilis*, patrz *Wszechświat* 9/1981), stwierdziła, że u osobników trzymanyh w niewoli aktywność ich głównego jadu skórno, batrachotoksyny, znacznie się zmniejsza. Okaz, który spędził w hodowli 7 lat zachował tylko ok. 22% średniej koncentracji jadu osobników świeżo złowionych. Żaby, od skrzeku wyhodowane w niewoli są batrachotoksyny pozbawione. Przyczyny tego zjawiska są nieznane. Można podejrzewać, że chodzi tu o odmienną pożywność. Batrachotoksyna blokuje w sposób nieodwracalny mechanizm utrzymujący gradienty jonów sodu i potasu po obu stronach błony komórkowej. Powoduje więc depolaryzację błony, co musi wywołać śmierć zwierzęcia. Autorów zainteresowała wrażliwość *Phyllobates* na batrachotoksynę. Doświadczenia wykazały, że gatunek ten jest niewrażliwy na produkowany przez siebie jad, odnosi się to również do osobników wyrosniętych w hodowli, a więc niejadowitych. Dowodzi to, że geny sterujące budową białek wchodzących w skład mechanizmu regulującego gradient jonów są u *Phyllobates* odmiennie niż u pozostałych kręgowców. Równocześnie jednak wrażliwość tego mechanizmu na niektóre inne jady pochodzenia roślinnego, o podobnym działaniu, jak we-ratrydyna i grayanotoksyna, jest zachowana.

Science 1980, 208 : 1383

H. S.

Przeciwciała monoklonalne przeciwko melonomie. Melonoma, czerniak złośliwy, jest jednym z najgroźniejszych nowotworów: rozwijając się nagle z niewinnego „pieprzyka”, najczęściej na nodze lub twarzy w wyjątkowo krótkim czasie daje liczne przerzuty i — jeżeli nie zostanie z powodzeniem usunięty operacyjnie, co udaje się tylko w pierwszym okresie, a i to nie więcej niż w 30–50% przypadków — prowadzi szybko i nieuchronnie do śmierci. W kwietniu 1982 w Bethesda (Maryland) zorganizowano drugie spotkanie robocze na temat zastosowania przeciwciał monoklonalnych w tym schorzeniu. Wstępne wyniki wskazują, że istnieje nadzieja na wypracowanie efektywnego leczenia melanomy przy użyciu tych przeciwciał. Stwierdzono, że można określić przynajmniej 11 antygenów, występujących na komórkach czerniaka w stężeniach znacznie wyższych niż na innych komórkach nowotworowych lub komórkach zdrowych. Nie są to więc, w ścisłym tego słowa znaczeniu, antygeny swoiste, ale są one — jak się wydaje — dostatecznie silnie związane z komórkami melanomy, że można mieć nadzieję, iż będą one mogły być wykorzystane zarówno do celów diagnostycznych, jak i w immunoterapii.

Nature, 1982, 298 : 325

J. G. V.

Inhumacja — ważny mechanizm rozsiewania nasion. Termin „inhumacja” (ang. *inhumation*; od łac. *humare* — pokrywać ziemią) zaproponowano dla określenia procesów umieszczania przez zwierzęta nasion w glebie lub w otoczeniu bogatszym w składniki odżywcze niż to, w którym poprzednio się znajdowały. Powszechnie znane są przypadki inhumacji związane z przechodzeniem nasion niektórych roślin przez przewód pokarmowy ssaków lub ptaków. Ostatnio zwrócono uwagę na znaczną rolę bezkręgowców w inhumacji nasion. Mrówki przenoszą nasiona do mrowisk, gdzie zjadają jedynie tkankę odżywczą lupiny, pozostawiając nasiona w pełni zdolne do kiełkowania, i to w otoczeniu bogatszym w fosfor, potas i azot niż gleba otaczająca mrowisko. Wykazano, że częstość kiełkowania nasion dwu gatunków fiołka (*Viola*) rozsiewanych przez mrówki (*myrmekochoria*) zwiększa się trzykrotnie po przeniesieniu do mrowiska. Co więcej, siewki wyrastające z nasion kiełkujących w mrowisku są większe, a prawdopodobieństwo, że przeżyją one co najmniej dwa lata jest prawie pięciokrotnie wyższe w porównaniu z siewkami rozwijającymi się poza mrowiskiem. *Myrmekochoria* jest zjawiskiem bardzo częstym: gatunki rozsiewane przez mrówki występują w 80 rodzinach roślin (m. in. znane są *myrmekochoryczne* trawy i kaktusy). Inne bezkręgowce uczestniczące w inhumacji nasion to chrząszcze z rodzin żukowatych (*Scarabaeidae*), których niektóre gatunki zakopują pod ziemią owoce będące pożywieniem dla ich larw, oraz biegaczowatych (*Carabidae*) gromadzące, nie wiadomo dlaczego, nasiona w okładzinach swych tuneli. Wiele nasion zdolnych jest do kiełkowania po przejściu przez przewód pokarmowy dżdżownic lub ślimaków, w odchodach tych zwierząt bogatych w składniki odżywcze.

Nature 1982, 297 : 627

G. B.

Czy gruczoł sutkowy jest także gruczołem wydzielania wewnętrznego? Powszechnie uważa się, że gruczoł sutkowy jest odbiorcą wielu sygnałów hormonalnych, ale sam nie wytwarza żadnych hormonów. Oksytocyna wyzwała wydalenie mleka, prolaktyna stymuluje sekrecję mleka, a estrogeny, progesteron, prolaktyna i hormon wzrostowy stymulują wzrost gruczołów sutkowych podczas ciąży. Na ogół uważa się, że jedynymi sygnałami wysyłanymi przez gruczoł sutkowy do reszty ciała są impulsy nerwowe powodujące wydzielanie prolaktyny i oksytocyny w odpowiedzi na drażnienie brodawki sutkowej (odruchowa kontrola wydalenia mleka) wnioskując na tej podstawie, iż usunięcie gruczołów sutkowych (ma-

stektomia) nie ma istotnych konsekwencji fizjologicznych (a jedynie psychologiczne). Ostatnie badania stawiają jednak to przekonanie pod znakiem zapytania. Wykazały one, że u kozy gruczoł sutkowy wydziela substancje o działaniu hormonalnym, a mastektomia prowadzi do poważnych zakłóceń czynności rozrodczych nie związanych z laktacją. Za wzrost stężenia 17- β -estradiolu w plazmie krwi kóz podczas czterech dni poprzedzających poród odpowiedzialne są prawie wyłącznie gruczoły sutkowe. Nie wiadomo jeszcze, czy analogiczna sytuacja ma miejsce także w organizmie kobiety, ale należy brać pod uwagę taką ewentualność.

Nature 1982, 295 : 191

G. B.

Temperatura czynnikiem determinującym płeć. U ssaków i ptaków płeć determinowana jest genetycznie. U ssaków osobniki, których komórki zawierają chromosomy X i Y są samcami, a osobniki,

których komórki posiadają dwa chromosomy X — samicami. U ptaków sytuacja jest odwrotna: płeć heterogametyczną jest płeć żeńska. Obecność morfologicznie rozróżnialnych chromosomów płciowych stwierdzono także u niektórych (lecz nie u wszystkich) badanych gatunków gadów, płazów i ryb. Wykazano jednak, że u niektórych gadów płeć determinowana jest nie przez układ chromosomów płciowych, ale przez temperaturę, w której przebiegają początkowe stadia rozwoju embrionalnego. Temperaturą determinację płci stwierdzono lub postulowano u aligatorów, u dwu gatunków jaszczurek i wielu żółwi. U szeregu gatunków żółwi z zapłodnionych jaj rozwijają się w niskich temperaturach (20–22°C) wyłącznie samce, a w wysokich temperaturach (30–35°C) wyłącznie samice. Odwrotnie jest u jaszczurek. Zarodki żółwia *Chelydra serpentina* rozwijają się natomiast w samice w temperaturach poniżej 20°C i powyżej 30°C, a w samce w temperaturach pośrednich.

Nature 1982, 296 : 807

G. B.

RECENZJE

D. Fijałkowski, M. Kseniak: **Parki wiejskie Lubelszczyzny**. Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1982, stron 411, fotografie 30 na papierze kredowym, planów i map konturowych 46, cena zł 250.—

Znany badacz flory i roślinności Lubelszczyzny prof. Dominik Fijałkowski wydał wraz ze swoim współpracownikiem M. Kseniakiem obszerne opracowanie obecnego stanu parków wiejskich. Na ten temat pojawiają się w naszej literaturze co jakiś czas publikacje dotyczące interesującego przyrodników zagadnienia. Najczęściej opisywano parki Polski zachodniej, gdzie było ich najwięcej i obawy o ich stan były najsilniejsze, występowały w nich bowiem najbardziej interesujące drzewa i krzewy.

Po raz pierwszy pojawiła się teraz obszerna publikacja dotycząca parków wschodniej Polski. Jest to bardzo cenna pozycja wydawnicza dla dendrologów, architektów krajobrazu, historyków sztuki i kultury materialnej. Autorzy starali się podać możliwie wyczerpująco historię opisywanych parków, ich stan, skład gatunkowy zadrzewień, omawiają też zagadnienie ochrony konserwatorskiej i rewolucji parków obejmującą przywrócenie dawnych wartości przyrodniczych i kulturowych. Obserwacje poczynione w tych parkach mają duże znaczenie dla poznania możliwości introdukcji 268 gatunków i odmian drzew i krzewów, które tam określili autorzy.

Publikacja obejmuje 411 stron druku i podzielona jest na 13 rozdziałów. Przegląd parków poprzedza opis stosunków przyrodniczych rozpatrywanych według podziału geobotanicznego w opracowaniu prof. D. Fijałkowskiego. Autorzy podają krótkie opisy klimatu, geomorfologii, warunków glebowych, stosunków wodnych, jak też krótkie wzmianki o florze i zbiorowiskach roślinnych. W osobnym rozdziale omawiają zagadnienie ochrony przyrody podając dane dotyczące drzew pomnikowych, ustalonych i projektowanych i rezerwatów chronionych istniejących, jak też projektowanych. W rozdziale drugim opisują autorzy znaczenie historyczne parków wiejskich na podstawie czego można oceniać zainteresowania dawnych właścicieli i wpływy różnych kultur na Lubelszczyznę, przez którą wiodły główne szlaki komunikacyjne. Omawiają też autorzy obecną społeczną rolę naukową, krajobrazową, turystyczną i dydaktyczną tych parków, jak też ich wartości jako dzieł sztuki

ogrodniczej. Wiele z nich było projektowanych przez wybitnych znawców sztuki kształtowania krajobrazu jak Izabella Czartoryska, Szanior, Kronenberg i Celichowski.

W rozdziale piątym podają autorzy wiele cennych informacji kartograficznych na temat zależności między lokalizacją dawnych dworów, własności ziemskich, stopniem urbanizacji Lubelszczyzny w wieku XIV–XVI a rozmieszczeniem parków w obrębie okręgów geobotanicznych. Przegląd tych zagadnień daje wiele interesujących zależności niemożliwych do omówienia w krótkiej recenzji.

W rozdziale „Przejawy niszczenia parków” podane dane wzbudzają uczucia żalu i wstydu. „Zarejestrowano 499 parków (włączono tu także szczątkowe pozostałości z zachowanymi przynajmniej pojedynczymi drzewami) i 176 parków całkowicie zniszczonych, łącznie istniało więc niegdyś 675 obiektów starej zieleni parkowej”. Z 499 parków zachowało się 283, w tym w stanie bardzo dobrym 83, w dobrym 200. „160 parków jest poważnie zniekształconych cięciem drzew. Nadają się one jednak do rekonstrukcji i użytkowania. 56 parków jest prawie całkowicie zniszczonych. Parki te rozparcelowano na działki prywatne lub znajdują się w użytkowaniu rolnym”. Drzewostan parków w stosunku do okresu międzywojennego został zmniejszony przez wyryby, a rzadziej przez burze w 80%. Część tych zniszczeń przypadała na pierwszą i drugą wojnę. Jak piszą autorzy: „Zniszczenia okupacyjne były jednak niskie w stosunku do pogromu parków, jaki rozpoczął się po wyzwoleniu. Byli farnale w dworach oraz chłopci masowo cięli drzewa, pozostawiając jedynie okazy nie nadające się do budowy — krzywe, beczkowate lipy, klony, jawory, graby oraz cięsze okazy drzew iglastych. To, co uchowało się od pierwszego pogromu, było i jest systematycznie wycinane w związku z zabudową parków, prowadzeniem dróg bitych, a potrzebą opałową, tudzież w imię usuwania posuszu i drzew zahubionych”. „Stosunkowo bardzo dobrze dbają o parki szkoły, szpitale, stacje doświadczałne. Największe zniszczenia w parkach przypisać należy gminnym spółdzielniom produkcyjnym i kółkom rolniczym”.

Waloryzację dendrologiczną każdego z parków określili autorzy w 11 stopniach. Na 315 stronach zamieszczony został przegląd 530 parków zestawio-

nych w sześciu krainach geobotanicznych. Stan parków przeanalizowano na podstawie analizy 6 podstawowych cech: 1) Ogólne wrażenie estetyczne (stan drzewostanu i opieka nad parkiem), 2) Zachowanie układu przestrzenno-kompozycyjnego, 3) Zachowanie budynków, 4) Wartość dendrologiczna parku, 5) Udział drzew starych i rzadkich, 6) Żywotność i trwałość podszycia. W zakończeniu tej pracy omówiono podstawy ochrony konserwatorskiej i rewaloryzacji parków. Tę ciekawą książkę kończą wnioski i obszerny wykaz literatury.

Pracę tę można by nazwać historyczną, piszą bowiem autorzy o wielu zdarzeniach, które przeminęły i to w czasach, gdy o sprawach krajoznawstwa i kształtowania środowiska dla człowieka mówi się bardzo wiele.

Stefan Białobok

Rüdiger Riehl i Hans A. Baensch: **Aquarien Atlas**. Mergus Verlag, Melle 1982, str. 992, 800 kolorowych fotografii, cena DM 48.—

Akwarystyka w Polsce ma wielu zwolenników zarówno wśród dorosłych, jak i młodzieży. Od dawna jednak brak jest u nas podstawowej literatury z tej dziedziny. Nieliczne pozycje książkowe, które się do tej pory ukazały są słabe, omawiają minimalną ilość gatunków ryb i roślin wodnych, a ich nakłady są wyczerpane. Lukę tę starał się swojego czasu wypełnić „Wszechświat” publikując krótkie artykuły autorów z Czechosłowacji o hodowli niektórych ryb akwariowych.

Z tym większą więc przyjemnością bierze się do ręki atlas wydawnictwa Mergus. Przedstawia on 600 gatunków ryb słodkowodnych i 100 gatunków roślin na wspaniałych barwnych fotografiach. Opis każdej ryby zawiera najistotniejsze informacje, jak data pierwszego importu, rozmieszczenie geograficzne, dymorfizm płciowy, wskazówki hodowlane (pH, twardość wody, pokarm, temperatura), wielkość i temperament ryby, wielkość zbiornika oraz wiele innych. Bardzo cenne jest wprowadzenie najnowszej nomenklatury naukowej, z jednoczesnym podaniem synonimów używanych dawniej. Nie zabrakło również ogólnych wiadomości akwarystycznych. Warto zwrócić uwagę na przykłady estetycznej urządzonych akwariów i sposoby ich ustawienia w mieszkaniu. Osobny rozdział poświęcono omówieniu chorób ryb.

Największą zaletą atlasu są zdjęcia, na których widać nie tylko rzeczywiste kształty ryb, ale również ich naturalne ubarwienie. Pod tym względem więc przewyższają one zdecydowanie nawet najlepsze rysunki. Tak więc wydawnictwu i autorom należą się słowa uznania. Pozostaje tylko polecić książkę tym wszystkim, którzy mają możliwość jej zdobycia.

Piotr Sura

G. Čejka, G. Vaněk: **Skalka, zakladanie a ošetrovanie**. Wydawnictwo „Príroda Bratislava” 1980, wydanie I, s. 258, zdjęć czarno-białych 114, kolorowych 25, nakład 27 000 egz., cena 48 Kč

Autorzy tej starannie wydanej na dobrym papierze pozycji stawiają sobie za cel zainteresować alpinistami (ogródkami skalnymi) szersze rzesze społeczeństwa Czechosłowacji. Tę ciekawą problematykę ujęli w sposób odmienny w stosunku do dotąd wydawanych publikacji na ten temat. Książka ta jest wskazówką do pracy przy alpinistach tak dla początkujących, jak i zaawansowanych „skalników”. Umożliwia ona pogłębienie wiedzy o zasadach prowadzenia ogrodów skalnych. Przedstawia również sposoby zakładania „skałek”, dobór materiału skalnego do ich budowy; radzi także jak dopasować skałkę do terenu jej lokalizacji, dobór typu „skałki” z wymaganiami „skalniczek”; dobór roślin na „skałkę”, jej części itp.

Publikacja ta napisana jest zwięźle i przejrzysto. Każdy z rozdziałów i podrozdziałów przedstawia zwięźle ujętą tematykę łączącą je w jedną logiczną całość. Książka posiada wykaz nazw w języku słowackim oraz łacińskim. Umożliwia ona miłośnikom roślin siedlisk specyficznych „przenoszenie” ich najpiękniejszych okazów na „skałki” w sąsiedztwie domów mieszkalnych (ogródki, strzechy, balkony, naczynia) i wiązanie się uczuciowo z tymi naturalnymi biocenozami, działanie na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska. Zainteresuje ona polskich pracowników ogrodów botanicznych, botaników, miłośników alpinistów oraz działaczy ochrony przyrody. Zasluguje również na wydanie jej w języku polskim i udostępnienie tej ciekawej problematyki naszemu społeczeństwu.

P. Szotkowski

KRONIKA NAUKOWA

Wystawa „Mikołaj Kopernik. Życie i dzieło” w Muzeum Techniki NOT

Przed 10 laty z niemalą euforią obchodziliśmy rocznicę 500-lecia urodzin wielkiego astronoma. Zorganizowano wówczas dziesiątki sesji naukowych, wydano wiele publikacji. Niebawem jednak zupełnie zapomniano o działalności Kopernika. W rezultacie otwarcie wystawy w Muzeum Techniki w 510 rocznicę urodzin astronoma było niemal zaskoczeniem. Dyrekcja Muzeum Techniki uznała jednak, że w społeczeństwie wiedza o życiu i działalności Kopernika sprowadza się do znanego powiedzonka: wstrzymał Słońce — ruszył Ziemię. Postanowiła więc przygotować wystawę obządową, która przypomni — zwłaszcza młodzieży szkolnej — osiągnięcia wybitnego Polaka.

Wystawa ma charakter biograficzny i składa się z następujących działów: I — Dom rodzinny, II — Pierwszy uniwersytet. Kraków 1491—1495, III — Studia we Włoszech. Bolonia. Rzym. Padwa. Ferrara 1496—1503, IV — Na dworze biskupa Łukasza. Lidzbark Warmiński 1503—1510, V — Astronom i obywatel, Frombork — Olsztyn 1510—1519, VI — Gospodarz Warmii. Olsztyn — Frombork 1520—1530, VII — Dzie-

ło całego życia. Frombork 1530—1543, VIII — Pytania Galileusza, IX — W hołdzie Kopernikowi. Warszawa, 11 maja 1830 roku. W tytułach tych w zasadzie zawarto streszczenie życiorysu. Zyciorys ten przedstawiono w lapidarnej formie na planszach, na których pomieszczono także (z krótkimi objaśnieniami) fotografie miejsc przebywania Kopernika, kopie fotograficzne jego pism (z *De revolutionibus orbium coelestium*) oraz materiały dotyczące recepcji tych pism. Osobno ustawiono modele przyrządów astronomicznych.

Wystawa nie zawiera żadnego oryginalnego zabytku z epoki Kopernika. Zabytków tych ocalało bardzo mało i są one uważnie strzeżone w bogatych muzeach świata. Zresztą celem wystawy było przypomnienie młodzieży szkolnej podstawowych danych o życiu wielkiego astronoma. Cel ten — jak się wydaje — zostanie osiągnięty. Otwarcie wystawy w dniu 19 II 1983 r. (rocznica urodzin Kopernika) towarzyszył także pokaz filmu oświatowego o życiu astronoma. Film ten, trochę po macoszemu traktujący tworzywo historyczne, rozszerza zakres informacji, zwłaszcza o recepcji astronomicznych poglądów Kopernika.

Z. Wójcik

ADRESY ODDZIAŁÓW POL. TOW. PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

15-089 Białystok, ul. Kilińskiego 1, Zakład Biologii Ogólnej AM
85-039 Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 11, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych
82-300 Elbląg, ul. Armii Czerwonej 42
80-227 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Hibnera 1c, Instytut Medycyny Morskiej
40-032 Katowice 2, ul. Jagiellońska 28, Instytut Botaniki, p. 104
25-518 Kielce, ul. Rewolucji Październikowej 33, WSP, Zakład Biologii
31-118 Kraków, ul. Podwale 1
20-090 Lublin, ul. Jaczewskiego 8, Zakład Patofizjologii AM
90-001 Łódź, Park Sienkiewicza
10-744 Olsztyn-Kortowo, Instytut Uprawy Roli i Roślin, blok 38, p. 112
60-814 Poznań, ul. Zwierzyniecka 19, Miejski Ogród Zoologiczny
24-100 Puławy, ul. Kazimierska 2
35-010 Rzeszów, ul. Towarnickiego 1a, Instytut Kształcenia Nauczycieli
76-200 Słupsk, ul. Arciszewskiego 22b, Dziekanat Wydz. Matem.-Przyr. WSN
70-111 Szczecin, Al. Powstańców Wlkp. 72, Zakład Medycyny Sądowej PAM
87-100 Toruń, ul. Gagarina 9, Instytut Biologii
00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, piętro 19, pok. 1916
50-205 Wrocław, ul. Cybulskiego 20, IV p.
65-052 Zielona Góra, ul. Kazimierza Wielkiego 24, V Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych
(dr St. Duda)

WSZECHŚWIAT

Rada Redakcyjna: Henryk Szarski (przewodniczący), Andrzej Białas,
Stanisław Dzużyński, Aleksander Koj, Adam Łomnicki, Tadeusz Ruebenbauer,
Eugeniusz Rybka, Kazimierz Zarzycki

Komitet Redakcyjny: Jerzy Vetulani (redaktor naczelny), Stefan W. Alexandrowicz,
Franciszek Górski, Halina Krzanowska (z-ca nacz. red.), Kazimierz Maroń (sekretarz
redakcji)

ADRES REDAKCJI: Redakcja czasopisma WSZECHŚWIAT, 31-118 Kraków,
ul. Podwale 1, tel. 22-29-24.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE—ODDZIAŁ W KRAKOWIE, ul. SŁAWKOWSKA 14

Nakład 3055 + 105 egz. Format A4. Ark. wyd. 5,0 druk. 3½ + 2 wklejki, papier druk. sat. 61 × 86, 80 g. kl. III i kreda b. kl. III
Cena zł 30,— Otrzymano do składania w kwietniu 1983 r. Podpisano do druku we wrześniu 1983 r. Zamówienie nr 217/83

T-22

Druk ukończono w październiku 1983 r.

DRUKARNIA UNIwersytetu Jagiellońskiego, KRAKÓW, ul. Czapskich 4

WARUNKI PRENUMERATY MIESIĘCZNIKA WSZECHŚWIAT

Cena prenumeraty:

kwartalnie zł 90,—

półrocznie zł 180,—

rocznie zł 360,—

Prenumeratę krajową przyjmują Oddziały RSW „Prasa-Książka-Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele w terminach:

do dnia 25 listopada br. na I kwartał, I półrocze roku następnego i cały rok następny

do 10 marca na II kwartał roku bieżącego

do 10 czerwca na III kwartał i II półrocze roku bieżącego.

Jednostki gospodarki społecznej, instytucje i organizacje społeczno-polityczne składają zamówienia w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma oddziałów RSW, w urzędach pocztowych.

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

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, 00-958 Warszawa ul. Towarowa 28, konto NBP XV OM Warszawa nr 1153-201045-139-11 w terminach podanych dla prenumeraty krajowej.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywidualnych i o 100% dla instytucji i zakładów pracy.

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

PRZEPISY DLA AUTORÓW

„Wszechświat” jest pismem popularyzującym wiedzę przyrodniczą, przeznaczonym dla wszystkich przyrodników, zainteresowanych naukami przyrodniczymi, a zwłaszcza młodzieży licealnej i akademickiej.

„Wszechświat” zamieszcza opracowania popularnonaukowe ze wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych, ciekawe obserwacje przyrodnicze oraz fotografie i zaprasza do współpracy wszystkich chętnych.

Nadsyłane do „Wszechświata” materiały są recenzowane przez redaktorów i specjalistów z odpowiednich dziedzin, o ich przyjęciu do druku lub odrzuceniu decyduje ostatecznie Komitet Redakcyjny. Początkującym autorom Komitet będzie niósł pomoc w opracowaniu materiałów lub wyjaśniał ewentualne powody nieprzyjęcia do druku publikacji.

„Wszechświat” drukuje materiały w formie artykułów, drobnych przyrodniczych, rozmaitości, zdjęć na okładce lub wkładce kredowej, a także listów do Redakcji. „Wszechświat” może także drukować recenzje z książek przyrodniczych.

Artykuły powinny stanowić oryginalne opracowania na przystępnym poziomie naukowym, napisane żywo i interesująco nawet dla laika; pożądane jest ilustrowanie artykułu interesującymi fotografiami, rycinami lub schematami, odradza się natomiast tabele. Artykuły nie powinny zawierać odnośników do piśmiennictwa. Jeżeli artykuł stanowi opracowanie pojedynczego artykułu naukowego, zamieszczonego w czasopiśmie obcojęzycznym, wymagane jest umieszczenie odnośnika źródłowego. Objętość artykułu winna wynosić 4–8 (9) stron maszynopisu.

Drobne przyrodnicze są krótkimi artykułami, liczącymi 1–3 strony maszynopisu. Również i tu ilustracje są mile widziane. „Wszechświat” zachęca do publikowania w tej formie własnych obserwacji.

Rozmaitości są krótkimi notatkami z bieżącego obcojęzycznego czasopiśmiennictwa naukowego o najwyższym standardzie światowym. Ich objętość wynosi od 0,5 do 1 strony maszynopisu. Obowiązuje podanie źródła (czasopismo, rok, tom, strona).

Listy do Redakcji mogą być różnego typu. Tu drukujemy m.in. uwagi co do artykułów i innych materiałów drukowanych we „Wszechświecie”. Redakcja zastrzega sobie prawo selekcji listów.

Recenzje z książek muszą być interesujące dla czytelnika, dostarczające mu nowych wiadomości. Objętość nie powinna przekraczać 2 stron maszynopisu.

Materiały wydrukowane są honorowane zgodnie z przepisami prawa autorskiego. Materiały powinny być przysyłane jako starannie wykonane maszynopisy (30 linijek na stronę, ok. 60 uderzeń na linijkę), z jedną kopią. Tabele należy pisać na osobnych stronach. Ryciny winny być numerowane i podpisane. Opis rycin na osobnym arkuszu. Przy artykułach autorzy winni podać dokładny adres, tytuł naukowy, stanowisko i nazwę zakładu pracy.