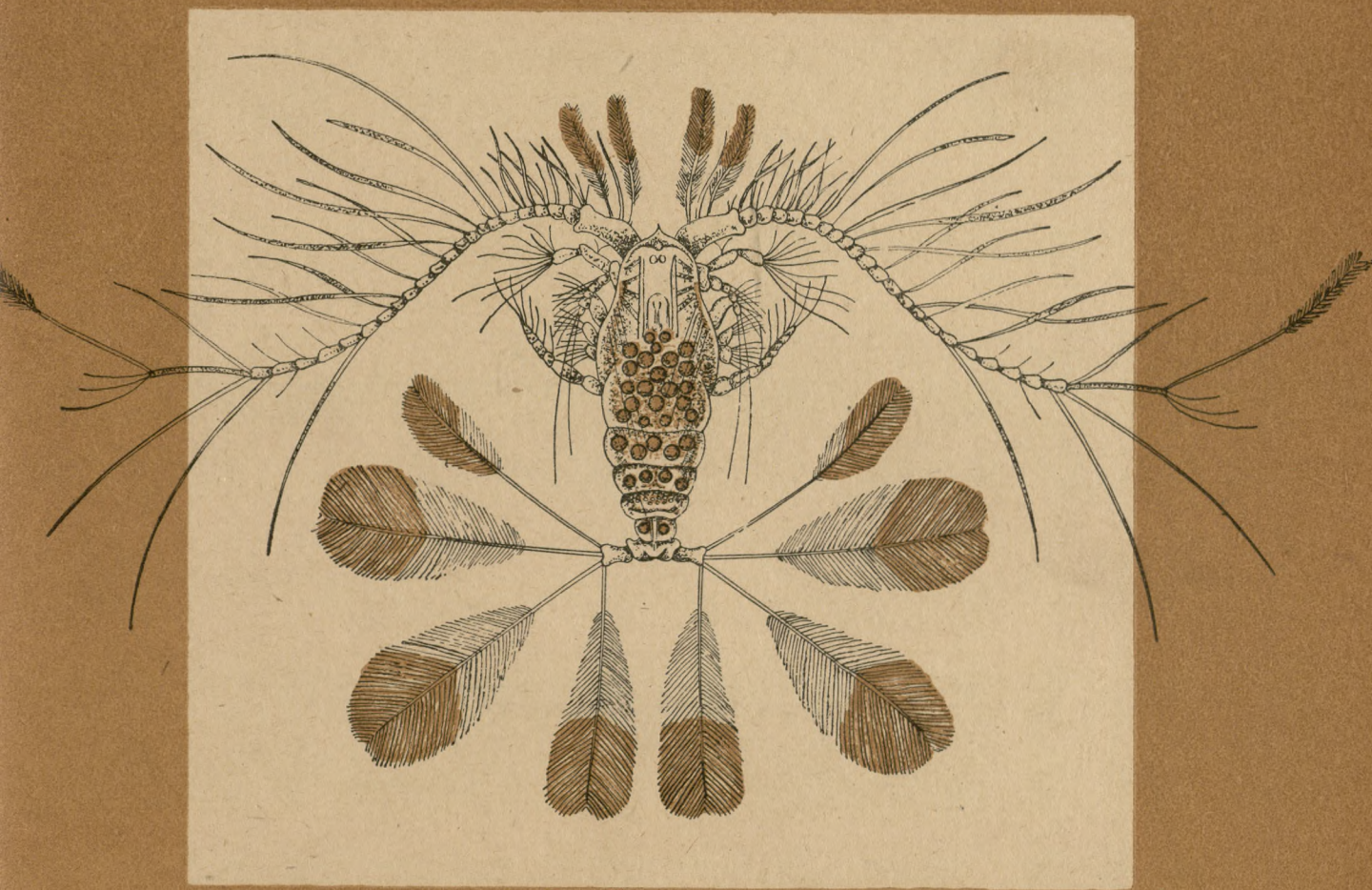




WSZECHŚWIAT

P I S M O P R Z Y R O D N I C Z E

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA



LIPIEC 1956

ZESZYT 7

P A Ń S T W O W E W Y D A W N I C T W O N A U K O W E

*

TREŚĆ ZESZYTU 7 (1863)

Danek A., Chromatografia bibułowa	145
Kapitańczyk K., Kartki z chemicznych dziejów moczu	149
<u>Maziarski S.</u> , Wspomnienia o Napoleonie Cybulskim (1893—1910)	152
Narębski J., O swoistych ciałach czynnych sporyszu i ich zastosowaniu	156
Grabda J., Przystosowania do życia pasożytniczego u widłonogów (<i>Copepoda</i>)	162
Listy do Redakcji	165
Maroń K. i Rzehak K., Z historii akwarystyki	166
Schramm J., Rola drobnoustrojów w rośnię biologicznym roślin włók- niastych	168
Złotorzycka J., Wszóły i ich biologia	172
Skrzatówna Z., Wykorzystanie zmiany stosunku $0^{18}/0^{16}$ jako termometru geologicznego	174
Drobiazgi przyrodnicze Czy jerzyki nocują w powietrzu (A. Leńkowa)	175

Spis plansz

- I. AMMONIT — fot. E. Nowacki
- II. WINNICZKI — fot. E. Nowacki
- III. SKALARY
- IV. PŁYWAK ŻÓŁTOBRZEŻEK — fot. Miratyński

Na okładce: RAK (*Calanus pavo*)

WSZECHŚWIAT

rys. S. Kola

rys. J. Piliś

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
LIPIEC 1956

ZESZYT 7 (1863)

CHROMATOGRAFIA BIBUŁOWA

ADAM DANEK (Kraków)

Chromatografia bibułowa, jedna z najmłodszych metod analitycznych znajduje coraz większe zastosowanie w laboratorium chemicznym. Powstała ona w wyniku dążenia uczonych do uproszczenia stworzonej przez M. S. Cwietą, a opartej na zjawisku adsorpcji chromatografii kolumnowej. Zjawisko adsorpcji t. zn. powierzchniowego pochłaniania substancji przez ciała porowate o silnie rozwiniętej powierzchni (adsorbenty), znane było od dawna i od dawna było też wykorzystane, np. dla oczyszczania olejów czy soku buraczanego. Szczególnie cennym adsorbentem jest znany powszechnie (choćby z masek przeciwgazowych) węgiel aktywowany, którego 1 g posiada powierzchnię kilkuset metrów kwadratowych.

Pierwsze pionierskie prace w dziedzinie wykorzystania adsorpcji dla rozdzielania mieszaniny różnych połączeń pochodzą od M. S. Cwietą z roku 1903. Prace te, o czym warto pamiętać, wykonywał on w laboratorium Instytutu Weterynarii w Warszawie, gdzie był też później profesorem botaniki i agronomii.

Cwiet przepuszczał benzynowy wyciąg z zielonych liści zawierający rozpuszczony chlorofil przez rurę szklaną (kolumnę) wypełnioną sproszkowanym węglanem wapnia. Jednolity z wyglądu zewnętrzny zielony roztwór barwnika, przechodząc przez otwartą u dołu rurę, rozdzielił się wyraźnie na kilka odmiennie zabarwionych pasm, uszeregowanych jak na rys. 1.

Po przepuszczeniu przez kolumnę dodatkowych ilości benzyny obraz zmienił się o tyle, że

poszczególne barwne pasma przesunęły się ku dołowi. Po ostrożnym wypchnięciu zawartości rury i mechanicznym rozdzieleniu poszczególnych barwnych stref przez przecięcie nożem kolumny węglanu wapnia, Cwiet wypłukiwał z nich barwnik alkoholem lub eterem i odsącał od węglanu wapnia. Z przesączu po odparowaniu otrzymywał jednolitą, czystą substancję barwnika.

Ze względu na powstawanie barwnych stref na kolumnie środka adsorbującego (adsorbenta) metoda ta otrzymała nazwę chromatografii z greckiego *chrome* — barwa, *grafein* — opisywać.

Ogłoszone drukiem wyniki prac Cwietą przeszły początkowo bez większego echa. Wskrzesiły je dopiero późniejsze systematyczne próby zastosowania tej metody do celów odizolowania i rozdzielania różnych związków chemicznych a zwłaszcza karotenów, barwników antocyjanowych, enzymów, zapoczątkowane przez Kuhna, Wintersteina, Karrera i Lederera w latach 1922—1931.

Istotę procesu adsorpcji chromatograficznej, stanowi wykorzystanie różnej zdolności adsorpcyjnej absorbenta względem substancji będących składnikami rozdzielanej mieszaniny.

Z roztworu przepływającego z góry w dół przez kolumnę adsorbenta, adsorbuje się przede wszystkim składnik posiadający największą zdolność adsorpcyjną, a w mniejszym stopniu składnik o mniejszej zdolności adsorpcyjnej. Na skutek dalszego przepływu roztworu, skład-

nik o mniejszej zdolności adsorpcyjnej zostaje wyrugowany, a na jego miejsce adsorbuje się składnik bardziej czynny powierzchniowo. W tym jednak stadium nie dochodzi do całkowitego rozdzielenia mieszaniny na jej składniki. Całkowity rozdział możemy osiągnąć dopiero przez tak zwane rozwijanie lub wywoływanie chromatogramu. Polega ono na przepuszczeniu przez kolumnę z adsorbentem czystego rozpuszczalnika. Przejście rozpuszczalnika przez kolumnę powoduje wymycie (desorpcję) składników i ponowną ich adsorpcję w niżej leżących warstwach adsorbenta. Tą drogą poszczególne warstwy uwalniają się od domieszek o innej zdolności adsorpcyjnej a równocześnie wskutek wielokrotnego wymywania i adsorpcji następuje przesuwanie się poszczególnych pasm ku dołowi kolumny. Szybkość tego poruszania się jest różna, zależna od zdolności adsorpcyjnej i szybkości desorpcji. Składniki najsłabiej adsorbowane poruszają się najszybciej w dół, składniki adsorbowane najsilniej poruszają się najwolniej.

Rozdzielone składniki możemy wyodrębnić albo sposobem takim jaki stosował Cwiet, to znaczy, tnąc wypchniętą kolumnę adsorbenta i ekstrahując poszczególne składniki odpowiednimi rozpuszczalnikami albo też przemywając kolumnę czystym rozpuszczalnikiem tak długo aż pierwszy barwny pas przejdzie do odbieralnika. Wówczas zmieniamy odbieralnik i powtarzamy wymywanie aż do całkowitego usunięcia z kolumny wszystkich składników. Metoda ta jest szczególnie przydatna przy chromatografii związków bezbarwnych, których położenia na kolumnie nie możemy zobaczyć, a których wymycie możemy stwierdzić doświadczalnie, badając stężenie przepływającego roztworu przez pomiar jego współczynnika załamania światła.

Effekt adsorpcji chromatograficznej zależy w dużym stopniu od wyboru odpowiedniego adsorbenta, rozpuszczalnika i eluenta (połączenia rozwijającego chromatogram) w co jednak wnikać nie będziemy.

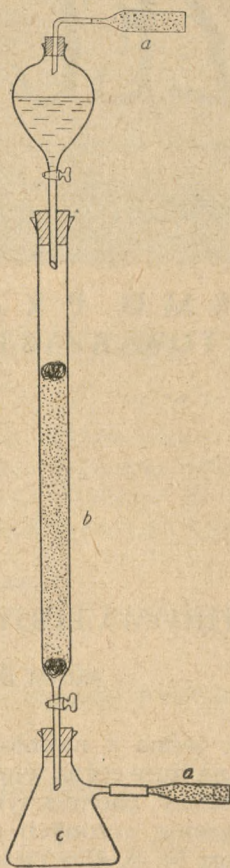


Ryc. 1. Schemat rozdzielenia barwników na kolumnie Cwiet

Aparatura używana w chromatografii kolumnowej odnacza się wielką prostotą, nie ulegając zasadniczym zmianom od czasów Cwiet. Stanowi ją rurka szklana o takim samym przekroju, u góry jak u dołu zamknięta sitkiem lub kłębkiem waty. Dla zwiększenia szybkości cieczy (rozpuszczalnika lub eluenta) przez kolumnę, stosuje się niewielkie pod- lub nadciśnienie. Przy pracach wymagających ochrony cieczy przed wilgocią górny koniec kolumny oraz tubus odbieralnika, zaopatrzone są w rurki z chlorkiem wapnia (rys. 2).

W roku 1941 Martin i Synge opracowali nową metodę chromatograficznego rozdzielania substancji, nazwaną przez nich chromatografią

podziałową. Rolę adsorpcji, będącej podstawą klasycznej chromatografii Cwiet, przejął tutaj podział substancji pomiędzy dwie fazy ciekłe: nieruchomą (stacjonarną) fazę wodną utrzymywaną na żelu krzemionkowym wypełniającym kolumnę chromatograficzną i ruchomą, organiczną, (benzen, chloroform, butanol itp.) przesuwającą się przez kolumnę. Na skutek różnego podziału rozdzielanych substancji pomiędzy te dwie fazy, powstawał na kolumnie obraz przypominający zupełnie chromatogram Cwiet.



Ryc. 2. Kolumna chromatograficzna: a — rurki z chlorkiem wapnia; b — kolumna z adsorbentem; c — odbieralnik

momentem przełomowym w historii chromatografii było zastąpienie przez Condena, Gordona i Martina w roku 1944 kolumny z żelu krzemionkowego, paskiem bibuły sączkowej. Odkrycie to otworzyło zupełnie nowe i nieoczekiwane możliwości a nowa metodyka pracy wniknęła we wszystkie działy chemii, umożliwiając rozwiązanie problemów, leżących dotychczas bardzo często poza możliwościami doświadczalnymi.

Zasadniczą zaletę chromatologii bibułowej stanowi obok prostoty techniki, możliwość wykrywania obok siebie wielu spokrewnionych związków bez ograniczania rodzaju połączeń. Dużą korzyścią stosowania tej metody jest również małe zużycie substancji rzędu kilkudziesięciu mikrogramów ($1\mu\text{g} = 0,001\text{ mg}$).

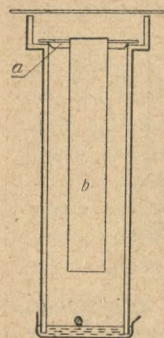
O ogromnej popularności chromatografii bibułowej świadczy olbrzymia literatura obejmująca już tysiące publikacji i szereg opracowań monograficznych, z których na pierwsze miejsce wybijają się monografie Wielanda, Ledera, Cramera, Williamsa, Haisa i Macke'a.

Wykonanie analizy chromatograficznej na bibule przedstawia się następująco: Chromatografowaną substancję, względnie mieszaninę substancji nanosi się przy pomocy mikropipetki na pasek bibuły o długości 20—40 cm a szerokości do 3 cm zaznaczając ołówkiem plamkę startową, to znaczy miejsce, na które została ona naniesiona. Mikropipetkę można zastąpić pipetką hematologiczną (melanżerem) a nawet kapilarką wyciągniętą z rurki, lub oczkiem z drutu platynowego. Mała kropla rozszerza się na bibule,

tworząc okrągłą plamkę, którą suszy się na powietrzu lub w suszarce przez krótki okres czasu (kilka do kilkunastu minut).

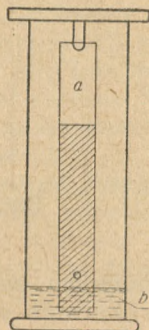
Przygotowany w ten sposób pasek zostaje przewieszony przez brzeg naczynka wypełnionego rozpuszczalnikiem np. butanolem z wodą, fenolem z wodą itp. Rozpuszczalnik zostaje wciągnięty na bibulę i posuwa się powoli poza plamę z badaną mieszaniną. Poszczególne składniki mieszaniny zostają przez niego uniesione i zależnie od rozpuszczalności przesunięte z różną szybkością na bibulę podobnie jak strefy chromatogramu Cwiała. Metoda ta nosi nazwę metody zstępującej (rys. 3).

Prostszą od opisanej jest metoda zwana wstępującą. W metodzie tej, pasek bibuły z naniesioną jak poprzednio mieszaniną badanych połączeń zwisa pionowo w naczyniu, na dnie którego znajduje się rozpuszczalnik i który zasysany przez bibulę unosi się do góry, pociągając za sobą rozdzielane substancje (rys. 4).



Ryc. 3. Metoda zstępująca: a — naczynko z rozpuszczalnikiem; b — pasek bibuły z mieszaniną analizowanych substancji

Ryc. 4. Metoda wstępująca: a — pasek bibuły z widoczną plamką startową; b — rozpuszczalnik



W metodzie tej można stosować w miejsce paska bibuły, arkusz bibuły o wymiarach 25×30 cm, na którym zaznaczamy w odległości 3 cm od jednego brzegu kilka punktów startowych; na nich następnie наносimy roztwory. Cały arkusz zwijamy nadając mu kształt cylindra, brzegi spinamy spinaczami i wstawiamy na płytkę Petriego napełnioną rozpuszczalnikiem (rys. 5).

Pasek czy arkusz bibuły można też z powodzeniem zastąpić okrągłym sączkiem nasycanym rozpuszczalnikiem od środka. W tym celu, wycina się w okrągłym sączku wąski pasek w kierunku od brzegu do środka wzdłuż promienia,

zagina go ku tyłowi, a na środek sączka nanosi roztwór badanych substancji. Tak przygotowany sączek kładzie się na napełnioną rozpuszczalnikiem płytkę Petriego zanurzając zagięty pasek do cieczy i przykrywa drugą płytką. Rozpuszczalnik unosi się po pasku w górę, a na sączku tworzą się współśrodkowe koła z poszczególnych składników (rys. 6).

Przy użyciu większych sączków dopływ cieczy jest jednak za mały i wówczas postępuje się inaczej. Sączek kładzie się na płycie szklanej i przykrywa drugą płytką z otworem, w którym znajduje się kapilarna pipetka (rys. 7).

Metodą okrągłych sączków pracuje się bardzo szybko. Chromatogram o średnicy 20 cm gotowy jest w ciągu 2 godzin, podczas gdy inne chromatogramy dopiero po upływie 6—24 godzin.

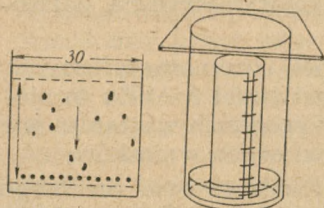
Z chwilą, gdy czoło (front) rozpuszczalnika zbliży się do końca paska czy krążka bibuły, wyjmuje się go ze zbiornika, zaznacza ołówkiem front rozpuszczalnika i suszy w pozycji pionowej lub poziomej.

Po wysuszeniu chromatogramu oznacza się na nim położenie badanej substancji albo z jej własnej barwy, albo, o ile jest ona bezbarwna, przez podziaływanie odpowiednimi odczynnikami, które rozpyla się na bibulę przy pomocy rozpylacza, albo też na podstawie fluorescencji o ile oczywiście ją dany związek wykazuje.

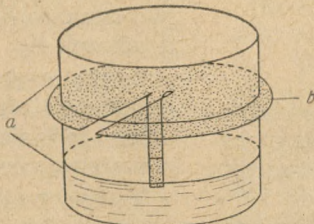
Jony metali wywołuje się działaniem gazowego siarkowodoru lub odczynników specjalnych, jak alizaryna, dithizon, p-dwumetyloaminobenzyldenorodanina i inne.

Dla cukrów posiadających własności redukujące, stosuje się reakcję z amoniakalnym roztworem azotanu srebra. Cukry nie posiadające własności redukujących uwiadczenia się przy pomocy reakcji z naftorezorcyną, w której cukry pod działaniem kwasów przechodzą w pochodne furfuruolu dające z fenolami barwne reakcje.

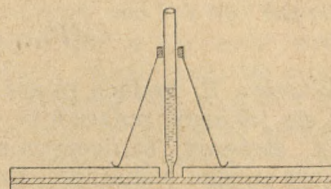
Antybiotyki i witaminy można uwiadczyć metodą mikrobiologiczną polegającą na tym, że na płycie agarowej zasiewa się określony rodzaj bakterii i płytkę przykrywa chromatogramem antybiotyku. W miejscach, gdzie na chromatogramie przyciśniętym do płytki znajdował się antybiotyk, wzrost bakterii jest zahamowany i na płycie obserwujemy zmętnienie. W podobny



Ryc. 5. Metoda wstępująca



Ryc. 6. Chromatografia na okrągłym sączku: a — płytki Petriego (dolna z rozpuszczalnikiem); b — sączek, widoczny pasek zanurzony do rozpuszczalnika

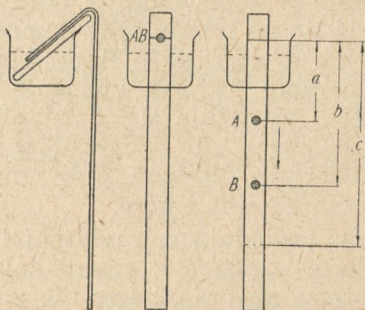


Ryc. 7. Chromatografia na okrągłym sączku

sposób tylko z odwrotnym oczywiście skutkiem, bada się witaminy i substancje wzrostowe.

Ciekawe wyniki daje użycie „znaczonych” pierwiastków, czyli ich promieniotwórczych izotopów przy badaniu przemian, jakim ulegają one po wprowadzeniu do organizmu. Gotowe chromatogramy produktów przemiany węgla, siarki, fosforu, jodu czy innych uwidacznia się po prostu w ten sposób, że przykładą się na chromatogram kliszę fotograficzną, na której następuje po pewnym czasie zaciemnienie w miejscu obecności promieniotwórczego pierwiastka, wywołane działaniem produktów jego rozpadu.

Otrzymane w ten czy inny sposób plamy zakreśla się ołówkiem, oznacza ich środek i wymierza odległości od środka plamy startowej do środka plamy po wywołaniu i od środka plamy startowej do czoła rozpuszczalnika. Z podzielenia odległości: start plama substancji po wywołaniu przez odległość start — czoło rozpuszczalnika, otrzymuje się tak zwane przesunięcie względne oznaczane ogólnie przez R_f . Jest ono oczywiście zawsze mniejsze od jedności i nie zależy od długości paska (rys. 8).



Ryc. 8. Schemat pomiaru wartości R

A i B — rozdzielane połączenia a — przesunięcie substancji A (odległość od środka plamy startowej do środka plamy wywołanej substancji A); b — przesunięcie substancji B (odległość od środka plamy startowej do środka plamy wywołanej substancji B); c — przesunięcie rozpuszczalnika (odległość od środka plamy startowej do czoła rozpuszczalnika). Wartości R_f dla substancji A i B obliczyć należy z równań:

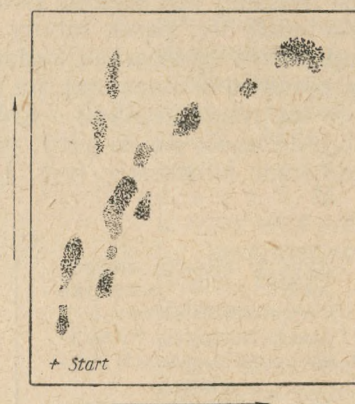
$$R_f(A) = \frac{a}{c}$$

$$R_f(B) = \frac{b}{c}$$

Wartość R_f będąca miarą szybkości poruszania się jakiegoś połączenia, zależy od temperatury, stężenia, zanieczyszczeń rozpuszczalnika i może ulegać wahaniom dochodzącym do 10%. Wielkości tej przypisywano przez dłuższy czas (a niektórzy przypisują jej jeszcze nadal) znaczenie podobne do takich stałych fizycznych, jak temperatura topnienia, wrzenia, widmo itp., to znaczy usiłowano identyfikować substancje na podstawie ich wartości R_f . Obecnie jednak za-

znacza się coraz silniej tendencja do nieprzypisywania jej znaczenia decydującego, a stosowania do identyfikowania połączeń chromatografowania substancji badanej, łącznie z wzorcem o gwarantowanej czystości.

Jeżeli chromatograficzna analiza mieszaniny kilku połączeń nie daje pozytywnych wyników przy zastosowaniu jednej tylko mieszaniny rozpuszczalników, to wówczas stosuje się dla całkowitego rozdzielenia mieszaniny metodę zwaną dwuwymiarową. Polega ona na tym, że w narożu dużego arkusza bibuły i wymiarach 20×30 cm, a nawet większych, nanosi się mieszaninę



Ryc. 9. Chromatografia dwuwymiarowa

badanych połączeń i przeprowadza chromatografowanie w jednym kierunku, następnie arkusz się suszy, obraca o 90° i prowadzi chromatografowanie w drugim kierunku z innym rozpuszczalnikiem. W ten sposób otrzymuje się pewnego rodzaju „mapy”, na których można zidentyfikować równocześnie np. 20 różnych aminokwasów (rys. 9).

Chromatografia bibułowa jest w gruncie rzeczy jakościową metodą analizy. Niemniej jednak opracowane zostały metody pozwalające na ilościowe oznaczenie substancji na podstawie jej chromatogramu. Te oznaczenia ilościowe można przeprowadzić albo bezpośrednio na bibule mierząc wielkość plamy, której powierzchnia jest proporcjonalna do logarytmu stężenia substancji w analizowanym roztworze, lub też wycinając plamę, ekstrahując substancję i przeprowadzając oznaczenia metodą kolorymetryczną, polarygraficzną itp.

Jakkolwiek dokładność chromatograficznych oznaczeń ilościowych jest rzędu 5—10% to niemniej jednak w wielu wypadkach wystarcza ona do wyciągnięcia wartościowych wniosków.

Ścisłe teoretyczne przedstawienie przebiegu analizy chromatograficznej na bibule, natrafia do chwili obecnej na duże trudności pomimo wielu podejmowanych prób celem wyjaśnienia jej mechanizmu. Do niedawna przypuszczano, że zasadniczą różnicą dzielącą klasyczną chromatografię adsorpcyjną od bibułowej jest brak

udziału sił adsorpcji w tej ostatniej. W ostatnich jednak latach, na podstawie szeregu faktów doświadczalnych wysunięto twierdzenie, że mimo głównej roli, jaką odgrywa w chromatografii bibułowej podział pomiędzy dwie fazy, niewątpliwie siły adsorpcji mają duże znaczenie.

Przed chromatografią bibułową stoją wciąż jeszcze duże możliwości i perspektywy. Nadaje się ona doskonale do badań nad przemianą materii, do celów biochemii, a mianowicie do wykrywania i oznaczania aminokwasów, cukrów

i innych połączeń w płynach ustrojowych w stanach normalnych i patologicznych. Metoda chromatografii bibułowej wydaje się być godną polecenia do badania czystości preparatów farmaceutycznych i ich mieszanin, antybiotyków, wyciągów roślinnych, alkaloidów, glikozydów, dalej do oznaczania zawartości żelaza, cyny, ołowiu w konserwach rybnych, mięsnych i owocowo-warzywnych, do oznaczania syntetycznych barwników używanych w przemyśle spożywczym i wielu innych.

KAZIMIERZ KAPITAŃCZYK (Poznań)

KARTKI Z CHEMICZNYCH DZIEJÓW MOCZU

Zastosowanie moczu znane już było w starożytności. O używaniu moczu do celów leczniczych przez starożytną medycynę wspomina papirus Ebersa (1550—1500 przed n. e.), a także papirus Hearsta (prawdopod. 1500 przed n. e.). Egipcscy lekarze mieli dobrą sławę w czasach starożytnych. Spotykamy ich na dworach nie tylko egipskich, ale i perskich. Cieszyli się też zaufaniem Rzymian. Zgodnie z egipskim układem społecznym nauki uprawiano w świątyniach. Kapłani zwierzali swe tajemnice tylko wtajemniczonym. Już w najdawniejszych czasach zauważyli m. in., iż moczk kobiet ciężarnych przyspiesza wzrost pszenicznych kielków. Dziś fakt ten jest zupełnie zrozumiały, gdyż właśnie moczk kobiet ciężarnych (podobnie jak i moczk np. ogierów) zawiera zespół hormonów folikulinowych, mających znaczenie w sprawach płci i zapłodnienia.

Możliwe również, że właśnie medycynie starożytnego Egiptu rzymianki („szlachetnego rodu“) zawdzięczały pewien osobliwy kosmetyk. Służył on odświeżaniu cery, jednym słowem... odmładzaniu. Był nim moczk młodych chłopców, który przechowywano w cennych flakonikach. Po 2000 latach oficjalna nauka ustaliła, że moczk młodych mężczyzn zawiera stosunkowo wiele hormonów.

Liczne pierwotne ludy Afryki używają także kosmetyków z moczu. Powszechnie stosuje się nacieranie ciała maściami, zawierającymi sproszkowane czerwone drewno, glinę, popiół roślinny, roztarte zioła itd. Stałym ich dodatkiem to tłuszcz, bardzo często też olej rycynowy. Inne znowu szczepy używają podobnych maści do smarowania włosów. Zależnie od przepisu dodają do nich krowie łajno oraz krwi moczk. W ten sposób osiągnięty zostaje mimo woli (a może i świadomie) inny jeszcze sukces. Wszystko żywe, co by zagrażało mogło ich higienie osobistej trzymane jest w ten sposób z daleka lub ulega... uduszeniu. Według K. Wenlego, mieszkańcy okolic znad Górnego Nilu barwią włosy na kolor czerwono-rudy, nacierając je maścią z popiołu i krowiego moczu. Ma to być wyrazem elegancji i dobrego smaku.

Motyw moczu powtarza się nie tylko w medycynie starożytnej. Bodaj że ciekawsze jeszcze są jego późniejsze chemiczno-technologiczne dzieje.

Przygotowując jasne farby purpurowe, Fenicjanie dodawali prawdopodobnie moczu do wodnego roztworu

barwnika. Starożytni używali też rozkładającego się moczu (alkalicznego) do wyługowywania lakmusa z porostów (np. *roccella tinctoria*). Barwnik ten używany był wówczas dla celów farbiarskich.

Pliniusz w swej *Historii naturalnej* pisze, że od bardzo dawnych czasów za pomocą uryny trawiono miedź na połysk. Potwierdzono to doświadczalnie w czasach niedawnych. Są wiadomości, iż moczu używano także do odrdzewiania żelaza; tym bardziej, że może on mieć i odczyn kwaśny. Występować to mogło u płatnerzy, którzy w dawniejszych czasach jadalі szczególnie dużo mięsa. Dla podtrzymania kwaśnego odczynu moczu zaprawiano go prawdopodobnie solą kuchenną. Zabieg ten znany był od dawna. W rachubę wchodzić też mogło ptasie guano, zawierające silnie kwaśny moczk.

Nadmienia się także, iż jeszcze w zeszłym stuleciu moczk używany był do studzenia blach miedzianych. Na Pliniusza powoływał się też Vannoccio Biringuccio (ur. w Sienie 1480, zm. 1538 w Rzymie). Napisał on cenione swego czasu dzieło pt. *Pirotechnia*, traktujące o sprawach chemiczno-metalurgicznych. M. in.: pisze: „Gdy gotowa praca złotnicza nie ma właściwej barwy smaruje się ją grynspanem lub salmiakiem, które rozczyniono małą ilością moczu lub octu, następnie stawia się dla ogrzania na węglach. Gdy dobrze się rozgrzeje, włożyć ją szybko trzeba do moczu“. W innym miejscu czytamy: „Dla cementowania, złoto zanurza się w occie lub urynie, w których rozpuszczono nieco salmiaku; po cementowaniu gorący metal studzi się w urynie lub zimnej wodzie studziennej“.

Według sposobu eskimoskiego, skóry przeznaczone na podeszwy moczy się przez dwa lub trzy dni w urynie. Następnie przenosi się je do wody słodkiej, w końcu suszy. Podobnie przygotowuje się skórę na „kajaki“ (łódzie dla mężczyzn) oraz „suniaki“ (łódzie dla kobiet). Natomiast futra spryskuje się moczem po stronie wewnętrznej i naciera pumeksem. Wykańczanie następuje zwykle mechanicznie. Tylko nieliczne szczepy stosują żucie w tym stadium obróbki skóry. Z reguły zajmują się tym kobiety. M. Cranż opowiada w swym sprawozdaniu, pochodzącym z roku 1770, że Eskimosi podają skóry do żucia sąsiadom składającym wizyty: „Podaje się dla uczczenia gości, zwa-

szcza mężczyznom, futra do zucia i przyjmowane jest to jako przysmak“.

Overbeck, opisuje zabieg folowania tkanin wełnianych za pomocą moczu, stosowany już w starożytnej Pompei. Zachowały się nawet malowidła ściennie ilustrujące omawiany sposób. Folowanie ma na celu spilśnienie sukna. Ryc. 1.) Jeszcze stosunkowo niedawno „pompejański“ przepis był w użyciu.

Dość często używano moczu do farbowania. Spotykane to było zwłaszcza u niektórych ludów pierwotnych. Według relacji uczonych radzieckich, kobiety ludu Czukczów, zamieszkujących północno-wschodni półwysep Syberii, używają moczowego wyciągu kory sosnowej dla barwienia na czerwono. W Indiach (Bengal) otrzymywany jest z krowiego moczu żółty barwnik „piuri“. W tym celu karmi się krowy liśćmi drzewa manganowego. Wtedy tworzy się w moczu trwały i piękny barwnik, nadający się jako barwina malarska.

Od wieków też mocz był cenionym surowcem chemiczno-technicznym. Wcześniej wykorzystywano wy-

skania saletry najpospolitszymi i pożytecznymi są szlam wodny, uliczny kał, popiół po warzeniu mydła, popiół ze słomy, wylugowany popiół z warzelnii potażu... W tego rodzaju substancjach, stale utrzymywanych w stanie wilgotnym za pomocą moczu, gnojówki lub choćby tylko wody, powstaje w sposób ciągły saletra, jeśli tylko dostęp powietrza jest dostateczny; nie tak szybko w dołach, szybciej pod sklepieniami, których budowa wypada jednak zbyt drogo; najlepiej też gdy z wymienionych ziem ukształtować (rodzaj) murów lub stożkowe usypiska, ochronione (bezwzględnie) od słońca i deszczu przykryciem z słomy“. Sto lat później na ten temat wiedziano już więcej i dokładniej: „Mieszanie luźnej ziemi, odchodów wszelkiego rodzaju pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, gromadzi się z wapnem, marglem lub wylugowanym popiołem, polewa się to wszystko od czasu do czasu moczem zwierząt pociagowych, już to dla utrzymania masy w wilgoci, już to dla pomnażania saletry, jako, że żadna ciecz zwierzęca nie jest tak bogata w azot co uryna“.

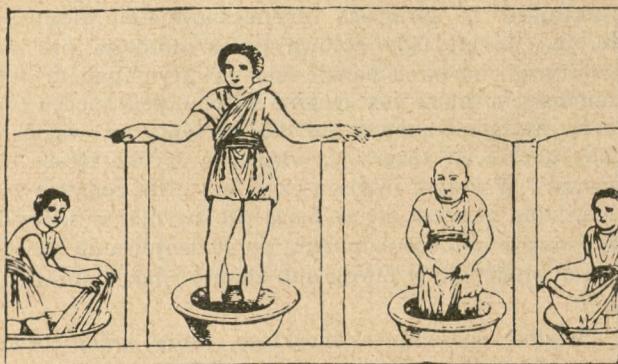
Król pruski Fryderyk II (Wielki) bardzo interesował się produkcją saletry, ze względu na fabrykację prochu strzelniczego. W r. 1767 wydał „Odnowiony i poszerzony edykt o saletrze“. Z jego redakcji wynika, że królewscy warzelnicy saletry byli nie tylko kłopotliwymi ale i wścibskimi gośćmi. Król surowo przestrzegał wszystkich, którzyby im przeszkadzali. Najwidoczniej pruski fiskus miewał poważne kłopoty z funkcjonowaniem monopolu saletrzanego. Ciekawym szczegółem królewskich nakazów są dość mocne wystąpienia przeciw spekulantom. Utrudniali oni sprawną przeróbkę surowców saletrzanych. Poza tym również szlachta i arystokracja uchylała się od obowiązku obsługi monopolu.

Poza zastosowaniem moczu jako kosmetyku był on nieraz używany jako lek. Poruszamy tu nie tyle sprawę z dawniejszych czasów, ile raczej dotyczące dnia dzisiejszego. Wolno utrzymywać, że historycy chemii i medycyny stanowczo za mało mówią na ten temat.

Medycyna ludowa od dawna już używała moczu. Stosowano go między innymi przy leczeniu ran. Niemiecka encyklopedia przesądów i znachorskich zaleceń (1930—31 r.), podaje w rozdziale o moczu: „Rany przemyla się moczem; w wieku XIV nakazuje się wprost: oto medykowanie ran. Zalej takowe własną wilgocią, a dobrze im zrobi“. U Macquera czytamy: „Mocz zdrowych brunatnowłosych krów zalecali niektórzy francuscy lekarze pod nazwą „Eau de mille fleurs“ („woda tysiąca kwiatów“), stosując go przy licznych chorobach jako wewnętrzny środek przeczyszczający, rozluźniający i rozpuszczający itd. Zewnętrznie stosowano mocz przy leczeniu stłuczeń.

Wiadomo dziś, że mocz kobiet ciężarnych okazał się ważnym materiałem badawczym w pracach chemiczno-farmaceutycznych. Ascheim znalazł w nim poważne ilości hormonu folikulinowego i gonadotropowego. Drugi z nich, zwany też prolanowym, wydzielany jest w znacznych ilościach w początkowym stadium ciąży, w okresie późniejszym cofa się ilościowo.

Fakt ten wykorzystano dla diagnostycznej oceny ciąży. Przy okazji nadmienić można, że mocz szczególnie zasobny w hormony wydzielają ciężarne kłaczki.



Ryc. 1. Jedno z malowideł znalezionych w „domu sukienników“ (*fullones*) w Pompei. Dotyczy ono jednego z etapów spilśniania, chodzi o zaprawianie tkanin w roztworach odczynników chemicznych, wśród których mocz odgrywał poczesną rolę. Załączony rysunek wyjaśnia dobrze sens nieco zatartego już malowidła ściennego

dzielanie się amoniaku w procesach jego rozkładu. Obok już wymienionych przykładów technicznego użytkowania moczu, podać należy wiadomość, iż w średniowieczu nauczono się otrzymywać z niego saletrę. P. J. Macquer pisał w roku 1781: „Dla uży-

Nie tylko stary Liebig, utrzymujący, że w „chemii nie ma paskudztw“ miał rację. Potwierdziła się też niejedna znacznie starsza opinia. „Papyrus Berolinensis“, pochodzący z r. 1300 przed n. e., zawiera następującą informację: „Rozpoznanie czy kobieta urodzi lub też nie urodzi. Jęczmień i pszenica; kobieta zwilża je codziennie swym moczem (i uczyni je) jak daktyle (lub) pieczywo w dwa worki; gdy kielkuje to urodzi; gdy jęczmień kielkuje będzie chłopiec, gdy pszenica kielkuje to będzie dziewczyna; gdy nie kielkuje, to nie urodzi“.

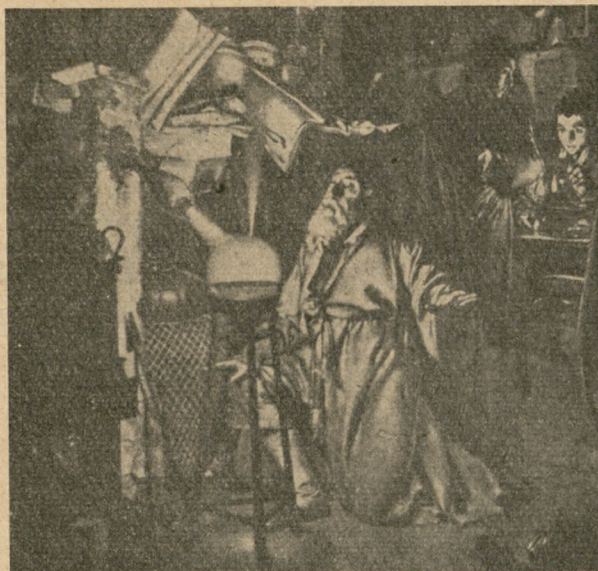
Chemiczna kariera moczu obejmuje m. in. jeszcze dwie interesujące pozycje, związane z dziejami nauk chemicznych. Są nimi: odkrycie fosforu i synteza mocznika.

Hamburski alchemik Hennig Brand szukał kamienia filozoficznego. Szukał go i w moczu. Odparowywał do sucha, pozostałość mieszał z piaskiem i węglem, prażył bez dostępu powietrza. I tak w roku 1600 otrzymał fosfor (ryc. 2). Wtedy nie doceniono jeszcze należyte odkrycia. Nie trudno zauważyć, jakie trudności przezwytywać musieli eksperymentatorzy tamtych czasów, nie mówiąc już o próbie wyjaśniania właściwości fosforu i jego kwasu, zwłaszcza, że uznawana wówczas bałamutna teoria flogistonu nie ułatwiała zadania. Mimo to w „Chymisches Wörterbuch“ Macquera czytamy ciekawą i rzeczową uwagę: „Jak dotychczas nie ustalono, dla jakich pożytecznych rzeczy można by użyć fosforu i jego kwasu. Z tej przyczyny nie wolno jednak wątpić, iż jeszcze się tego nie odkryje, w szczególności gdy uda się go otrzymywać małym kosztem“. W opinii tej pewien autor niemiecki dopatruje się „prometejskiego“ przewidywania zastosowania fosforu dla produkcji zapalek. Jest to sąd niewątpliwie zbyt śmiały i przesadny, trzeba jednak podkreślić, iż fosfor ma poważne znaczenie dla współczesnego przemysłu pirotechnicznego, a kwas fosforowy np. dla zabiegów fosforowania metali czy otrzymywania nawozów fosforowych.

Kończąc powieść o chemicznej karierze moczu trzeba wspomnieć o głównym jego składniku — o moczniku. Pierwszy wyodrębnił mocznik francuski aptekarz F. Rouelle w r. 1773. Był on demonstratorem chemicznym w Jardin des Plantes w Paryżu; uczniem jego był sławny Lavoisier.

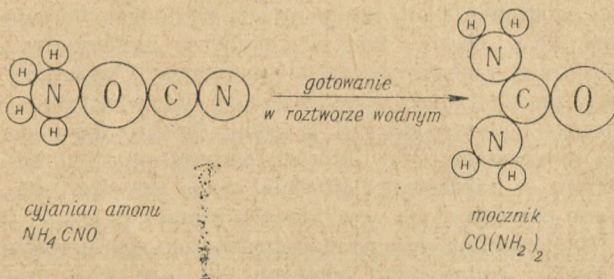
Mocz i mocznik to produkty pochodzenia organicznego. W czasach powstawania nowoczesnej chemii nie przyszłoby nikomu na myśl, że mocznik można otrzymywać sztucznie. Było to zresztą sprzeczne z obowiązującą podówczas idealistyczną teorią witalizmu. Uczyła ona, iż jedynym motorem procesów życiowych to „vis vitalis“ (siła życia). Okres witalizmu przekazał nam także odrębny żargon biologów, którzy używali już wówczas swoistych określeń, obcych językowi fizyków i chemików. Mówili o rośnięciu, przemianie materii, rozmnażaniu itp.

W roku 1827 Fryderyk Wöhler dokonał rewolucyjnej syntezy mocznika. W liście z dnia 22. lutego 1828 r. pisał on do Berzeliusa: „Nie mogę utrzymać mej chemicznej wody i muszę Panu powiedzieć, że umiem otrzymać mocznik bez pomocy nerek czy jakiegokolwiek zwierzęcia, czy to człowiek, czy to pies. Cy-



Ryc. 2. Odkrycie fosforu przez alchemika Branda (według obrazu nieznanego malarza z XVIII wieku)

jania amonu jest mocznikiem“. Nie była to zresztą pierwsza synteza substancji organicznej, chociaż wywarła niewątpliwie największe wrażenie. Epokowa praca o syntezie mocznika wypełniła zaledwie cztery strony druku. Wystarczyło to jednak, by ostatecznie obalić fałszywe witalistyczne hipotezy. W r. 1830 pisał o tej pracy Dumas: „Wszyscy chemicy z wielkim uznaniem odnieśli się do odkrycia p. Wöhlera i ja sam, więcej aniżeli ktokolwiek inny, miałem pragnienie zasadę jego poszerzyć na inne analogiczne przypadki“. W rok później Justus v. Liebig, nawiązując do prac Berzeliusa o cukrze gronowym i do syntezy mocznika Wöhlera, powiedział: „Oba te odkrycia uważam za właściwy początek naukowy chemii organicznej“. A w kilka lat później, spod wspólnego pióra Liebiga i Wöhlera, wyszła następująca opinia: „Filozofia chemii będzie mogła wysnuć z tych prac, że otrzymywanie w naszych pracowniach wszelkich materii organicznych... uznać należy nie tylko za prawdopodobne, ale za pewne“... „Wprawdzie nie znamy jeszcze dróg, po których ten wynik jest osiągalny, nie znamy bowiem ogniw pośrednich, z których materie się rozwijają, niemniej poznamy je“. Herman Kolbe, wybitny uczeń Wöhlera, tak pisał w swej rozprawie „O naturalnym powiązaniu połączeń organicznych i nieorganicznych“ (1859): „Chemiczne ciała organiczne są ponad wszystko



Ryc. 3. Przegrupowanie atomów w cząstce spowodowało przemianę substancji: cyjanian amonu przemienił się w mocznik

pochodnymi połączeń nieorganicznych i powstały z nich bezpośrednio, przez zadziwiająco proste procesy poddawiania“.

I jeszcze jedna refleksja na marginesie mocznika i jego syntezy. Przebieg tej historycznej syntezy jest zadziwiająco prosty. Zarówno związek nieorganiczny

cyjanian amonu jak i organiczny mocznik zbudowane są z takich samych atomów i w takiej samej ilości oraz jakości. Różnica polega tylko w ułożeniu. Podczas zwykłego gotowania roztworu cyjanianu amonowego następuje przegrupowanie atomów i z substancji mineralnej powstaje typowy związek „organiczny“ (ryc. 3).

STANISŁAW MAZIARSKI (Kraków)

WSPOMNIENIA O NAPOLEONIE CYBULSKIM (1893—1910)

Trudno po 60 latach przypomnieć sobie wszystkie szczegóły z 15 lat spędzonych w Zakładzie Fizjologicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego i z mojej właściwie tylko połowicznej współpracy z naszym wielkim fizjologiem, Napoleonem Cybulskim.

Zetknąłem się z nim po raz pierwszy, gdy w r. 1892/3 słuchałem wykładów fizjologii i histologii z embriologią, które to dwie katedry, połączone razem na wydziałach lekarskich uniwersytetów w Austrii, objął po śmierci prof. Piotrowskiego długoletni współpracownik fizjologa Tarchanowa, prof. Cybulski. Nie ulega żadnej wątpliwości, że na takiej symbiozie trzech różnych właściwie katedr cierpiały wszystkie, o ile chciało się traktować je na równi, albo jedna lub druga musiała pozostawać w tyle ze szkodą dla nauki samej i dla młodzieży. Nic tedy dziwnego, że bez wielkiego zapалу i zbytniej gorliwości odnosił się fizjolog do narzuconych mu dekretem nominacyjnym wykładów histologii z embriologią.

Dlatego też prof. Cybulski kładł cały nacisk na wykłady swojej specjalności — fizjologii, a wykladał ją z zapalem i w sposób zajmujący, starając się pokonać pewne trudności językowe — były to przecież pierwsze jego lata wykładów w polskim uniwersytecie. Z szczególnym upodobaniem i obszernie wykladał pewne rozdziały fizjologii — krążenie, zjawiska elektryczne w mięśniach i nerwach, z których to ostatnich wykładów niewiele jednak mogliśmy zrozumieć, nie mając odpowiedniego przygotowania z fizyki. Demonstracje podczas wykładów odbywały się dosyć rzadko, nie nadawała się do tego sala wykładowa ze skąpym oświetleniem, zresztą teoretyczne wykłady miały uzupełniać ćwiczenia fizjologiczne.

Mniej interesujące były wykłady histologii, przedmiotem tym bowiem Cybulski nigdy się nie interesował i musiał się do nich specjalnie przygotowywać; dlatego robiły one na nas, studentach, wrażenie powtarzanej nauczanej lekcji, ograniczającej się do podania najprostszych faktów, bez jakichkolwiek teoretycznych wyjaśnień i obszerniejszych komentarzy. Uzupełniały je w znacznej mierze demonstracje i ćwiczenia histologiczne, podczas których asystent Szymonowicz na preparatach — w których sporządzaniu był mistrzem — pokazywał i objaśniał różne szczegóły, niejasno przedstawione w wykładach profesora.

Natomiast zupełnie po macoszemu traktował profesor wykłady embriologii; odbywały się one zazwyczaj rzadko i dotyczyły najprymitywniejszych wiadomości. Zresztą wykładów tych profesor rychło się pozbył ku wielkiemu swemu zadowoleniu — wtedy nie przypu-

szczałem, że i ku mojemu — za zgodą bowiem wydziału lekarskiego i ministerstwa objął je prof. Kostanecki, który po śmierci Teichmanna został mianowany profesorem anatomii opisowej.

Uprzejmość profesora, dobroć malująca się stale na jego twarzy, życzliwe słowo dla każdego studenta, zrozumiałość dla jego niewiedzy, podbiły serca wszystkich studentów, którzy darzyli swego profesora prawdziwą sympatią i szacunkiem.

Trudno mi dzisiaj przypomnieć sobie, w jakich okolicznościach wstąpiłem jako pracownik do zakładu fizjologicznego i związałem swoje losy z Napoleonem Cybulskim, ale, zdaje się, było to dosyć proste. Już podczas ćwiczeń histologicznych okazywałem wielkie zainteresowanie dla tej nauki, a uczestniczenie w wykładach histologii ogólnej, wygłaszanych przez prof. Kostaneckiego dla przyrodników, z demonstracjami pięknych preparatów komórek, ich podziału, centrosomów, promieniowania, chromosomów oraz tkanek, zachęciło mnie jeszcze więcej do zajęcia się tą właśnie nauką. Po pomyślnym złożeniu egzaminów z fizjologii i histologii prosiłem Szymonowicza, który widział moje zainteresowanie się histologią, o umożliwienie mi pracy pod jego kierunkiem; przyjął on moje chęci z wielką radością i przedstawił mnie profesorowi Cybulskiemu, jako swemu szefowi, który powitał mnie bardzo serdecznie i życzliwie jako jednego z nielicznych adeptów do nauk teoretycznych i oddał pod bezpośrednią „histologiczną“ opiekę Szymonowiczowi. Ten mój późniejszy przyjaciel przez cały czas swego już niedługiego pobytu w Krakowie dzielił się ze mną wszystkimi swoimi wiadomościami, nie skąpił mi nigdy rad praktycznych i teoretycznych i wprowadzał mnie swolna w zawile tajniki techniki mikroskopowej.

W ten sposób stałem się na długich 16 lat współpracownikiem Napoleona Cybulskiego.

Teraz mogłem zapoznać się dokładnie i szczegółowo z całym zakładem, w którym mieściły się właściwie trzy katedry, z tokiem prac w zakładzie dokonywanych, z współpracownikami i nade wszystko z duchem kierującym tym wszystkim i wszystkimi, profesorem Napoleonem Cybulskim.

Przypuszczam, że nikt nie weźmie mi za złe, że zamiast najpierw odtworzyć sylwetkę naszego wielkiego fizjologa, opiszę teren jego działalności nauczycielskiej i naukowej, bo wiąże się on — moim zdaniem, może jednak mylnym — ścisłej z tą ostatnią. Zakład fizjologiczny, po którym już chyba 50 lat nie ma śladu, bo nadawał się do zburzenia już w czasie mego wkroczenia w jego progi, był niewielkim gmachem trzypiętrowym.

wym, właściwie oficyną jakby przyklejoną do murów kamienic, ograniczających II podwórze Collegium *physicum* (ul. św. Anny 6). Na parterze było mieszkanie laboranta i małe pomieszczenie dla zwierząt doświadczalnych, skąd wchodziło się po skrzypiących i trzęsących się schodach na I piętro, gdzie mieścił się gabinet profesora i mała pracownia histologiczna; całe II piętro, poza małą przygotowalnią do wykładów, zajmowała sala wykładowa o dużych oknach, zwróconych na zachód, umieszczonych naprzeciw ław studenckich, które wznosiły się amfiteatralnie w głąb sali; światło w oczy bijące utrudniało, zwłaszcza w godzinach popołudniowych, dokładne spostrzeganie tego, co się dzieje na stole wykładowcy. Sala ta służyła także za salę ćwiczeń fizjologicznych i histologicznych. III piętro zajmowała całkowicie jedna większa sala, z licznymi szafami i stołami, w której odbywały się doświadczenia na zwierzętach i z elektrofizjologii. Sala ta miała oświetlenie elektryczne, prądu dostarczał uprzejmie zakład fizyczny, znajdujący się tuż obok przy tym samym podwórzu, inne pomieszczenia zakładu posiadały bardzo niedostateczne oświetlenie gazowe.

Oto teren działalności Napoleona Cybulskiego i jego współpracowników, ciasny, skromny, niewygodny, męczący z powodu 3 pięter, ubogi w przyrządy — nic więc dziwnego, że wszyscy spoglądali tęsknym okiem na wolno wznoszące się mury gmachu przy ul. Grzegorzewskiej, w którym obok innych zakładów uniwersyteckich miał znaleźć pomieszczenie także zakład fizjologiczny, a miało to nastąpić w 1895 roku! Wszyscy cieszyliśmy się na myśl o obszernym zakładzie, pomieszczonym na jednym piętrze, o jasnych i widnych pracowniach, o nowych meblach i urządzeniach, o ułatwionej i przez to znacznie płodniejszej pracy naukowej, wreszcie o zwiększeniu liczby pracowników, których tak wspinały zakład niezawodnie przyciągnie — czy jednak te wszystkie nadzieje spełniły się?

Na tle pracowni, w której spędza się wiele godzin dziennie i spotyka stale z profesorem, łatwiej odtworzyć jego sylwetkę jako człowieka w codziennym jego życiu i jako uczonego. Cybulski zawsze miły i uprzejmy w obejściu, mający dla każdego jakieś życzliwe słowo, widzący swych współpracowników chętnie nie tylko w zakładzie, ale witający ich serdecznie w swoim gościnnym domu czy to w Krakowie, czy też w swej weekendowej sadybie w Prochowni koło Krzeszowic, wzbudzał w nas młodych obok poszanowania dla jego wieku i wiedzy również prawdziwe przywiązanie.

W zakładzie, krótko opisanym powyżej, nazwanym przez nas młodych „starą budą“, profesor spędzał chyba dnie całe, a przynajmniej popołudnia i wieczory, bo w tym właśnie czasie mogłem bywać w pracowni. Zwykle uśmiechnięty, często jednak z jakąś zadumą na czole, jakby myślał o planach przyszłych doświadczeń i prac, nucąc z cicha jakąś melodię, co czynił nieraz i przy pracy, wpadał do zakładu z pośpiechem i po trzeszczących schodach wspinał się na I piętro z niedołącznym laborantem, Pawłem Wypychowskim, który rozbierał profesora i zdawał mu relację z przygotowań do wykładów, ćwiczeń lub zaplanowanych doświadczeń. Paweł był „persona grata“ u profesora i chociaż nasłuchiwał się wielu niezbyt miłych dla swego ucha epitetów, był jednak do niego bardzo przywiązany i wszyst-

kie jego rozkazy spełniał gorliwie i bez szemrania. Był rzeczywiście laborantem w całym tego słowa znaczeniu, czy w drzewie, czy w metalu, czy w szkłe wykonywał różne mniejsze i większe przyrządy laboratoryjne, a jeśli zdarzało mu się podczas demonstracji na wykładach trochę zdrzemnąć, wykonując miarowe ruchy ręcznym mieszkim, gdy „oddychał“ królika lub psa i zwierzę zaczynało się dusić, budził go profesor gromkim głosem, z dodatkiem jakiegoś czułego słówka, i Paweł dalej „oddychał“. Gorzej bywało przy demonstracjach różnych zjawisk elektrycznych w mięśniach i nerwach, gdy cała katedra zastawiona była siecią drutów łączących różne klucze i elektrody; mimo dokładnego sprawdzenia połączeń przez asystenta, podczas wykładów całe urządzenie często nie funkcjonowało, czemu najczęściej winien był sam profesor; wykładając bowiem z zapalem, wskazując na tablicach jakieś krzywe łaską i rzucając ją potem na zastawioną katedrę, przerywał mimo woli sieć połączeń — wtedy nie szczędził przykrych słów asystentowi i Pawłowi, ofiarom tylko własnej nieuwagi.

Były to jednak drobne wybuchy temperamentu i pośpiechu profesora, które nigdy nie trwały długo. Rychło o nich zapominał, humor mu wracał i wszystko szło dalej harmonijnie i zgodnie. Raz tylko widziałem Cybulskiego zupełnie wyprowadzonego z równowagi, wymyślającego na cały zakład i wszystkich pracowników, tak że przez kilka dni wszyscy chowali się po kątach i unikali profesora. Przewinienie było rzeczywiście niesłychane; asystent fizjologii zabiera klucze od wszystkich szaf z przyrządami i wyjeżdża na kilka dni w „nieznane“, zacierając za sobą wszelkie ślady. Łatwo wyobrazić sobie gromy, jakie spadały zaocześnie na głowę winowajcy, na Pawła, że do tego dopuścił, na ojca asystenta, że nie wie, dokąd syn pojechał. Skończyło się na wyłamaniu wszystkich zamków, a gdy delikwent wrócił po kilku dniach i z pokorą, i skrucą przeproszał profesora, że klucze zabrał tylko przez zapomnienie, uzyskał rychło przebaczenie i przyjęcie z powrotem do łaski. Taki był Napoleon Cybulski. Zgniewał się, nawymyślał, rychło jednak zapominał o wszystkim i znów w zakładzie nastawały spokój i cisza.

Nieszkodliwym zupełnie rysem profesora były stany roztargnienia i zapominania, prowadzące często do humorystycznych scen; wychodząc z zakładu w zamyśleniu zapominał kapelusza lub czapki, najczęściej kaloszy, z którymi jesienią i zimą się nie rozstawał, albo stale gasnący papieros i stałe poszukiwanie zapalek, których kilka pudełek nosił często w kieszeniach, oraz strząsanie popiołu, gdzie popadło, tak że dokoła niego, o ile dłużej gdzieś siedział, tworzył się istny popielnik.

Ale czas już wrócić do pracownianego życia w „starej budzie“, gdzie obok starszych poważnych pracowników, jak Beck i Szymonowicz (niedługo opuścili zakład wyjeżdżając do Lwowa dla objęcia katedr fizjologii i histologii), Rosner, Czapliński, Kryński, Gluziński, Lępkowski, pracować zaczęli młodzi — Kunicki, Schmidt, Zanietowski i kilku innych, których nazwisk już dzisiaj nie pamiętam. My, młodzi, stanowiliśmy zespół chętny do pracy naukowej, garnący się do niej z zapalem i zamiłowaniem, które w nas umiał rozbudzić Cybulski, dając najlepszy przykład swoją pracowito-

cią, wytrzymałością i niezrażaniem się trudnościami, jakie napotykało się w ciasnej i ubogo wyposażonej pracowni.

W tym właśnie czasie rozpoczął Cybulski wraz z Szymonowiczem badania nad czynnością nadnerczy; wykonane wycięcie obu gruczołów u psa wywołało objawy silnego osłabienia, atonii mięśni, spadku ciśnienia krwi, stwierdzonego na krzywych kimograficznych, obniżenia temperatury i wreszcie śmierć do 24 godzin. Z tego doświadczenia wyciągnął profesor wnioski, że nadnercze jest gruczołem produkującym substancję, podnoszącą ciśnienie krwi i wpływającą pobudzająco na napięcie mięśni oraz na przemianę materii; a jeżeli tak jest, to wszystkie te ujemne objawy powinno przynajmniej częściowo usuwać dostarczanie operowanemu zwierzęciu przez wstrzykiwanie dożylnie lub podskórnie substancji działających nadnerczy w postaci wyciągów. Rozpoczęto na wielką skalę przygotowanie wyciągów z nadnerczy świeżo bitych wołów; Szymonowicz sporządzał preparaty histologiczne, a my, młodzi, w myśl wskazówek profesora przygotowywaliśmy wyciągi z istoty korowej, rdzennej, z całego nadnercza. Odważano pewną ilość substancji, w odpowiednim stosunku dodawano wody destylowanej albo gliceryny, albo alkoholu jako rozpuszczalników, po czym rozcierano materiał z wyżarzonym piaskiem w moździerzach. Po dokładnym roztarciu przesączano i zagęszczano wyciągi i potem w różnych dawkach używano do iniekcji zwierzętom pozbawionym nadnerczy. Działanie wyciągów oznaczano na podstawie krzywych ciśnienia krwi oraz głębokości i częstości oddechów, zapisywanych na kimografonie.

Doświadczenia te wykazały, że po iniekcji dożylniej wyciągów podnosiło się mniej lub więcej wyraźnie, zależnie od dawki, ciśnienie krwi, przy dużych dawkach nawet ponad normę, zwiększała się również liczba i głębokość oddechów, wracało również napięcie mięśni. Przy stosowaniu wyciągów z kory, rdzenia czy z całego nadnercza nie zaznaczały się wyraźniejsze różnice; bardziej szczegółowe badania przemawiały jednak za wybitnie podnoszącym ciśnienie krwi działaniem wyciągów z istoty rdzennej nadnercza. Dowodem ostatecznym, zastosowanym przez Cybulskiego, było wstrzyknięcie odwióknionej krwi, pobranej z żyły nadnerczowej zdrowego zwierzęcia, zwierzęciu pozbawionemu obu nadnerczy; zabieg taki wywoływał wprawdzie krótkotrwałe, ale bardzo wyraźne podniesienie ciśnienia krwi. Nie ulegało zatem żadnej wątpliwości, że krew żylna nadnercza, pochodząca z szerokich, specjalnymi poduszczkami mięsnyimi opatrzonych żył w istocie rdzennej, wprowadza do ogólnego krążenia właściwą substancję czynną, wpływającą na ciśnienie krwi w naczyniach, którą Cybulski nazwał adrenaliną.

Przez kilka miesięcy wrzała w „starej budzie“ praca nad tym problemem z wielkim zapałem i zaparciem, nieraz do późnych godzin wieczornych, a profesor zadowolony z wyników, w dobrym humorze chodził od jednego do drugiego z nas, rozpytywał i dawał dalsze wskazówki oraz objaśniał niektóre wątpliwe doświadczenia. To były naprawdę piękne tygodnie i miesiące, spędzone w pracowni, kiedy cały zgodny zespół pod kierunkiem swego kochanego mistrza pracował chętnie i ofiarnie nad nieznanym zagadnieniem i je pomyślnie

rozwiązał. Intensywna praca zelała trochę, gdy nadeszła z Londynu wiadomość, że Shafer i Oliver, pracując równocześnie, doszli do tych samych wyników co do czynności nadnerczy.

Zbliżał się rok 1895, w którym zakład fizjologiczny miał uzyskać nowe obszerne pomieszczenie w gmachu przy ul. Grzegórzeckiej, imponującym z zewnątrz, lecz posiadającym, jak się później okazało, wiele niedociągnięć i braków.

O ile mnie pamięć nie zawodzi, rok szkolny 1895/96 otworzył Cybulski w sali nowego instytutu, która niestety nie spełniła nadziei, jakie w niej pokładaliśmy. Nieszczerólna akustyka sali, małe wzniesienie amfiteatru, oświetlenie na wprost wykładającego, ogrzewanie centralne wadliwie funkcjonujące już od pierwszych początków, usposabiały profesora bardzo krytycznie i, jak się później okazało, zupełnie słusznie do innych pomieszczeń zakładu i do jego urządzeń, tym bardziej że na każdym niemal kroku spotykało się — może wtedy inaczej nazwane — brakoróbstwo. Wszystkie pozostałe ubikacje i szerokie, i długie korytarze, ogrzewane tylko piecami, nie zapewniały w miesiącach zimowych odpowiedniej temperatury do siedzącej pracy. Wiele do życzenia pozostawiało oświetlenie elektryczne z małej dynamomaszyny, pędzonej motorem Diesla dla całego gmachu; w dzień prądu dostarczały akumulatory, wieczorem czynny był motor, którego stukot słychać było w całym gmachu, a wstrząsy odczuwały wszystkie urządzenia pomiarowe. Instalacje wodne, gazowe i elektryczne ciągle gdzieś się psuły, a wszystkie te braki odbierały dobry humor profesorowi, co nieraz odbijało się i na stosunku do pracowników. Wielkim niedociągnięciem był brak windy osobowej, była tylko ręczna do wyciągania węgla i tą niestety, — mimo naszych próśb, że grozi to może niebezpieczeństwem dla życia — kazał się profesor, którego schody bardzo męczyły, młodszemu woźnemu windować na II piętro.

Największą jednak bolączką zakładu była jego znaczna odległość od miasta i brak jakiegokolwiek środka komunikacyjnego oprócz dorożki, o którą łatwo było jadać z miasta, ale znacznie trudniej, gdy chodziło o powrót, zwłaszcza w późnych godzinach wieczornych. Poza tym przedmieście Grzegórzki nie cieszyło się zbyt dobrą opinią, już wtedy grasowali w tej mało zaludnionej dzielnicy różni ówczesni chuligani, z którymi samotne wieczorne spotkanie mogło być bardzo nieprzyjemne. Ta ostatnia właśnie okoliczność wpłynęła w pewnym stopniu hamującą na działalność naukową profesora i ostudziła również zapał pracowników. Mieszkając przy ul. Szczepańskiej miał profesor zaledwie kilkadziesiąt metrów piechotą do „starej budy“, teraz na drogę do nowego gmachu, jeśli odbywał ją dwukrotnie, przed i po południu, stracić trzeba było co najmniej godzinę. Tym wszystkim okolicznościom przypisać trzeba, że tak intensywnej i pełnej zapału pracy w nowym zakładzie już nie było.

Sąd mój jednak może być w pewnej mierze mylny, bo z biegiem czasu mój stosunek asystenta fizjologii do zajęć fizjologicznych coraz to więcej się rozluźniał, zresztą za zupełną zgodą profesora, który wobec wyjazdu Szymonowicza za granicę powierzył mi prowadzenie ćwiczeń histologicznych, tak że tylko wyjątkowo

byłem pociągany do świadczeń fizjologicznych, gdy potrzeba było kilku osób do przeprowadzenia jakiegoś doświadczenia, — z tej przyczyny nie miałem wglądu w tok prac profesora i jego asystentów. Wiedziałem, że Cybulski pracował wiele nad prądami czynnościowymi w mięśniach i nerwach oraz nad teoretycznym ich wyjaśnieniem i był w kontakcie z Borutta'u'em, pracującym w tej samej dziedzinie, później nad elektrofizjologią, ciśnieniem krwi w żyłach i innymi zagadnieniami, w których już żadnego czynnego udziału nie brałem, a na cotygodniowych referatowych zebraniach omawialiśmy prace obce, ukazujące się w zagranicznych czasopismach.

Rok 1897, w którym uzyskałem dyplom doktorski i zostałem mianowany asystentem fizjologii, zadecydował o dalszych moich losach. Cybulski osądził, że praca moja w zakładzie daje pewne rezultaty i rokuje nadzieje na przyszłość, i podczas długiej, serdecznej ze mną rozmowy przedstawił mi swoje plany, streszczające się w tym, że pragnąłby mnie widzieć swoim następcą na katedrze histologii, której utworzenie na Uniwersytecie Jagiellońskim w najbliższym czasie nie ulega żadnej wątpliwości, uważając mnie za jedyne kandydata, pracującego od kilku lat w histologii. Oświadczył mi dalej, że zwalnia mnie z wszelkich obowiązków asystenta fizjologii i zachęcił do dalszej intensywnej pracy, żeby mógł jak najrychlej wystąpić w wydziale lekarskim z wnioskiem habilitacyjnym. Ze tę ofertę i pomoc, i dalszą opiekę czcigodnego profesora przyjąłem, o tym świadczy moje całkowite oddanie się histologii. Odtąd całe dnie poświęcałem dalszemu kształceniu się, ćwiczeniom ze studentami, na które czasem przychodził profesor, rozczytywaniu się w dostępnej literaturze i opracowywaniu kilku interesujących tematów, na które zwrócił moją uwagę profesor. Nie szczędził mi nigdy życzliwej pomocy, udzielał rad i wskazówek, chwalał lub krytykując pewne moje zapatrywania i z niewielkiej dotacji zakładu zakupując niezbędne dla pracowni histologicznej przyrządy, szkło i odczynniki. Po habilitacji i rocznym pobycie za granicą za stypendium, uzyskane z Polskiej Akademii Umiejętności dzięki staraniom profesora, wróciłem do dalszej samodzielnej pracy w zawsze gościnnym zakładzie fizjologicznym, wykładając na życzenie profesora pewne działy histologii i prowadząc ćwiczenia histologiczne. W r. 1903/4 dzięki usilnym staraniom profesora wydział lekarski zlecił mi pełne wykłady histologii, a w rok później objąłem je już na stałe jako mianowany profesor nadzwyczajny ku wielkiej radości i zadowoleniu mego mistrza, który nareszcie po kilkunastu latach pozbył się wykładow i egzaminów z przedmiotu, który go specjalnie nigdy nie interesował. Ciemną plamą mej nominacji było dalsze pozostawienie mnie na asystenturze zakładu fizjologicznego i obciążenie jego budżetu potrzebami kreowanej, ale nie uposażonej katedry histologii. Na

szczęście stan ten trwał tylko 3 lata; ministerstwo zwolniło mnie z obowiązków asystenta i na moje usilne starania, poparte przez profesora i wydział, przyznało katedrze histologii osobną dotację i pomocniczą siłę naukową. I znów w trzy lata nastąpiło ostateczne rozwiązanie problemu osobnego zakładu histologicznego, w czym walną pomocą był mi profesor, skarżąc się wielokrotnie u władz na zajmowanie przez katedrę histologii pomieszczeń w zakładzie fizjologicznym. Dzięki usilnym staraniom profesora i moim powstała nareszcie nowa placówka naukowa, która dzięki uzyskanym kredytom i dotacjom została, ile możliwości, jak najlepiej urządzona i przygotowana do pracy dydaktycznej i naukowej; w styczniu 1910 r. rozpocząłem wykłady i ćwiczenia w zakładzie histologicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Wobec tego, że właściwie w okresie ostatnich 13 lat mego pobytu w zakładzie fizjologicznym mój oficjalny stosunek do fizjologii i do badań, jakie wykonywał profesor i jego współpracownicy, coraz więcej się rozluźniał, uszły mej uwagi prace tam dokonywane i nie o nich powiedzieć nie umiem. Mimo to żyliśmy wszyscy w zupełnej zgodzie i serdecznej przyjaźni, na żadnym punkcie nie było nigdy jakichkolwiek tarć, uzgodnione godziny wykładów i ćwiczeń nie dawały powodu do nieporozumień — fizjologia i histologia stanowiły zgodną, kochającą się rodzinę.

Pożegnanie moje z Napoleonem Cybulskim było bardzo serdeczne i wzruszające; jemu przecież zawdzięczałem przyjęcie do zakładu, pokierowanie moimi pierwszymi krokami, rozbudzenie we mnie zamiłowania i zapалу do naukowej pracy, których to cnót sam był żywym dla nas, młodych, przykładem. Nic tedy dziwnego, że żyłem się z tym ze wszech miar godnym, cichym i wyrozumiałym, o wielkiej wiedzy mężem i mimo wszystko żał mi było opuszczać zakład fizjologiczny, wiedząc, że odtąd będę mógł się widywać z profesorem znacznie rzadziej, nie tyle ze względu na odległość obu zakładów, ale ze względu na obopólne zajęcie. Często z okien zakładu, siedząc przy mikroskopie i widząc profesora jadącego dorożką do domu, przykro mi było, że tak oddaliliśmy się od siebie.

Nadszedł rok 1914 i wybuch wojny, który rozdzielił nas jeszcze bardziej; służba wojskowa zaledwie dozwalała mi na odbywanie wykładów i rzadko mogłem odwiedzać profesora, który złożony chorobą przebywał jakiś czas w Prochowni. Z końcem wojny pragnął wrócić do czynnej pracy i dlatego zamieszkał w zakładzie. Niestety, niebawem śmierć przecięła prawe, pracowite życie wielkiego fizjologa, który hojną ręką dawał z siebie całą wiedzę, który umiał nie tylko zachęcić do pracy naukowej, ale mistrzowsko kierować nią i pomagać swoim uczniom, budząc w nich zapal i dążenie do poznania różnych zjawisk fizjologicznych, do czego prowadzi — jak często mawiał — sumienna i wytrwała praca.

JULIUSZ NARĘBSKI (Toruń)

O SWOISTYCH CIAŁACH CZYNNYCH SPORYSZU I ICH ZASTOSOWANIU

W coraz większej mierze postęp wiedzy jest zależny od współpracy naukowców z pokrewnych dziedzin. Typowym tego przykładem są rezultaty prac przeprowadzonych nad rozwiązaniem zagadki sporyszu.

Sporysz jest przetrwalnikiem grzyba noszącego nazwę Buławinka Czerwona (*Claviceps purpurea Tulasnae*, rodz. *Hypocreaceae*). Jest on dość pospolitym pasożytem zbóż, najczęściej żyta, a znacznie rzadziej jęczmienia i owsa. W okresie kwitnienia zbóż nitkowate zarodniki tego grzyba, przenoszone wiatrem, dostają się wraz z pyłkiem kwiatowym na znamiona słupków. Tutaj zarodniki te kiełkują, wytwarzając rozrastającą się intensywnie grzybnię (*Sphacelia segetum*), która z kolei wytwarza liczne zarodniki konidialne zarażające sąsiednie słupki kwitnącego kłosa. Po około sześciu tygodniach od zakażenia zamiast ziarnka żyta wyrasta wyraźnie wystający z kłosa ciemno brunatny twór w kształcie różka o długości od 1 do 3 cm. Jest to właśnie grzybnia przetrwalnikowa tego grzyba — sklerota, nosząca nazwę sporyszu, lub ergot (*Secale cornutum*).



Ryc. 1. Kłosa żyta z wykształconymi przetrwalnikami. (Ze zbiorów prof. W. Zabłockiej).

Nie zebrany przetrwalnik upada na ziemię, zimuje na polu i dopiero w lecie następnego roku, w okresie ponownego kwitnienia zbóż wyrasta na nim kilka, kilkanaście, a wyjątkowo więcej czerwonych drobnych, wysmukłych, kapeluszowych owocników o okrągłych główkach.

Na powierzchni tych główek znajdują się otocznie (*perithecia*) zawierające liczne woreczki (*ascos*), w których dojrzewają nitkowate zarodniki (*ascospores*). W odpowiednich warunkach klimatycznych, mianowicie podczas wietrznej i słonecznej pogody, a więc takich właśnie, jakie sprzyjają zakwitaniu zbóż, — owoc-

niki obficie zarodnikują, co sprzyja rozprzestrzenianiu się zakażenia sporyszem.

Przetrwalniki te zebrane tuż przed lub w czasie żniw są ważnym i cennym surowcem dla przemysłu farmaceutycznego; zawierają bowiem one wśród dużej ilości ciał farmakologicznie czynnych zasługujące na szczególną uwagę alkaloidy swoiste. Ze względu



Ryc. 2. Sporysz pokryty wyrastającymi owocnikami (wg. A. Stolla)

na swe bardzo cenne własności i (w małych dawkach) stosunkowo niewielką toksyczność, znalazły te alkaloidy szerokie zastosowanie w lecznictwie, oraz okazały się cennym, często niezastąpionym narzędziem eksperymentalnych prac fizjologicznych i patofizjologicznych.

Choć sporysz jest znany ludzkości od setek lat, zagadka jego została rozwiązana dopiero w wieku XX. Pierwsze karty historii zaznajamiania się z nim ludzkości brzmią dramatycznie.

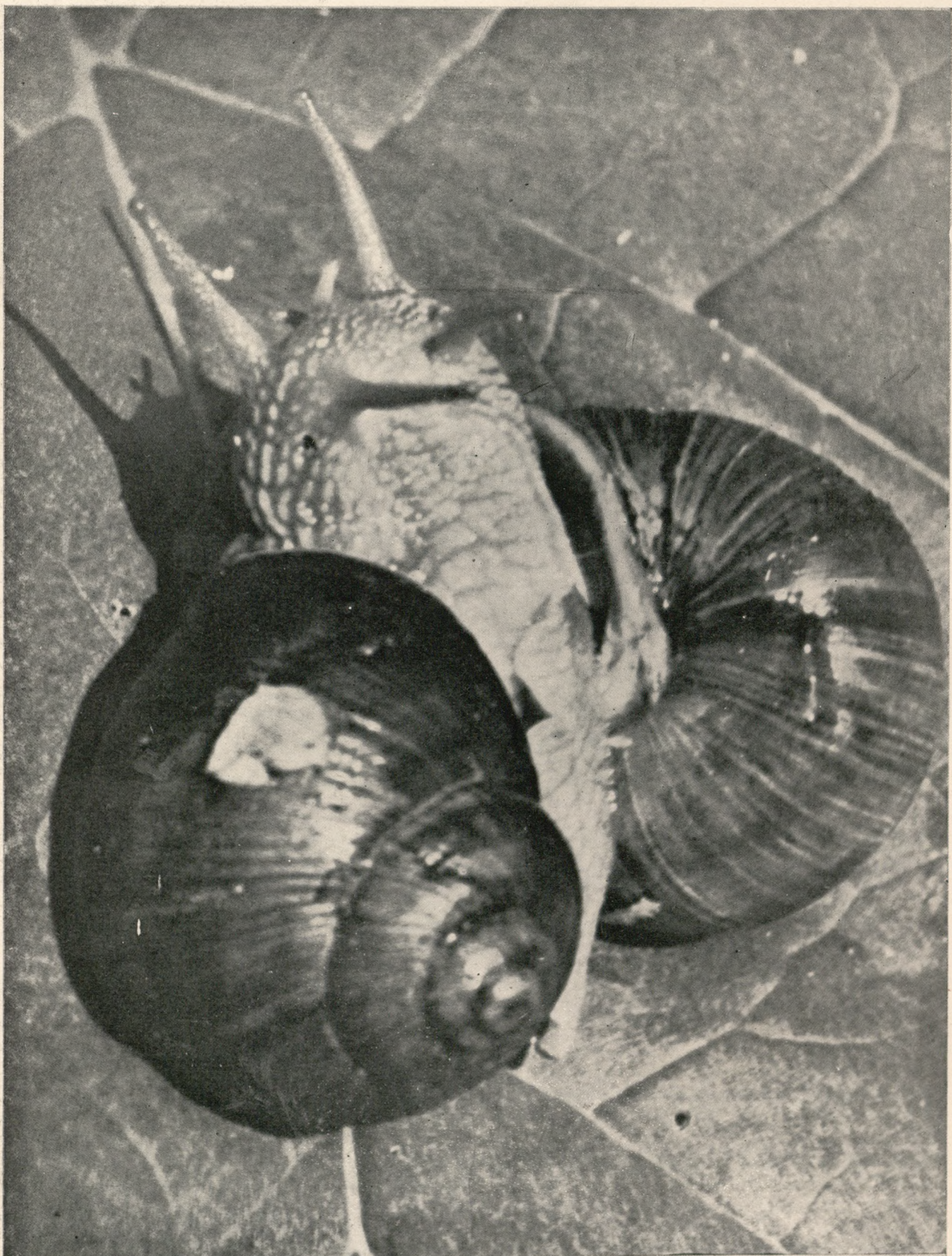
W średniowieczu jego wysoce trujące własności były jeszcze zupełnie niezbrane. Wskutek tego, że sporysz był wtedy niewątpliwie tak samo pospolitym pasożytem żyta jak obecnie, spotykamy w kronikach średniowiecznych wstrząsające opisy masowych zatrueń spowodowanych spożyciem chleba wypieczonego z ziarna żytniego zanieczyszczonego przetrwalnikiem tego grzyba. Współcześni, nie rozumiejąc zupełnie przyczyn tych klęsk żywiołowych, traktowali je jako epidemie na równi z dziesiątkującymi ówczesną ludność epidemiami cholery i dżumy. O rozmiarach klęsk świadczyć może zapisek kronikarski, że w roku 994 we Francji w Akwitanii i Limoges zmarło wskutek zatrucia sporyszem około 40 000 ludzi. Nie był to wcale wypadek odosobniony. Przez setki lat, aż do końca XIX wieku masowe zatrucia sporyszem nie były rzadkością. Ostatni taki wypadek zanotowano w Małopolsce Wschodniej w roku 1895.

Nazwy, jakie współcześni stworzyli dla przewlekłych i podostrych zatrueń sporyszem: *ignis sacer* — święty ogień i *pestis ignaria* — zaraza lub dżuma (!) ognista, są bardzo wymowne. Dżuma przecież była wtedy chorobą niezwykle złowrogą, dającą prawie 100% śmier-



III NAGRODA

Z KONKURSU FOTOGRAFICZNEGO „WSZECZŚWIATA”



WINNICZKI (*Helix pomatia*)

Fot. Nowacki

telności. Najczęściej zatrucie takie przebiega w postaci zgorzelinowej. Zawarte w sporyszu swoiste alkaloidy wywołują w większych dawkach silne i długotrwałe skurcze naczyń krwionośnych, zwłaszcza tętniczych; a ponadto uszkadzają ich śródbłonek. Prowadzi to do wytworzenia się zakrzepów w tak uszkodzonych naczyniach, czego rezultatem jest stopniowy całkowity zanik krążenia krwi. Dotyczy to w pierwszym rzędzie wystających części ciała, np. u kogutów grzebienia, u ludzi małżowin usznych, palców, a nawet całych kończyn. Dotknięte procesem zakrzepowym części ciała ulegają suchej zgorzeli i w końcu zgangrenowane i wyschnięte odpadają prawie bez utraty krwi. Okres stopniowego zaniku krążenia daje zatrutemu ogromne dolegliwości w postaci nadzwyczaj silnych piekących bólów, połączonych z martwicą i znieczuleniem skóry, poprzedzonych dziwnymi odczuciami z jej powierzchni (*parestesia*). Znacznie rzadziej zatrucie takie ma postać drgawkową, inaczej skurczową. Objawia się ono bardzo bolesnymi napadowymi skurczami mięśniowymi oraz wielu innymi ciężkimi objawami nerwowymi i żołądkowo-jelitowymi.

Poza wspomnianymi już alkaloidami swoistymi znajdujemy w sporyszu cały szereg interesujących substancji. W bogatej frakcji tłuszczowej, która stanowi około 30% jego suchej wagi znaleziono ergosterol, spotykaną w świecie grzybów prowitaminę D₂. W wysuszonym, a zwłaszcza niedokładnie suszonym sporyszu zachodzą procesy enzymatyczne, których rezultatem jest między innymi stopniowy rozpad białek i aminokwasów. Niestety, rozpadają się wtedy również najcenniejsze składniki — alkaloidy swoiste. Enzymatyczna dekarboksylacja aminokwasów prowadzi do wytworzenia się szeregu różnych amin, z których na uwagę zasługują tutaj tylko dwie: histamina i tyramina. Pierwsza z nich jest jednym z najpotężniejszych jądów kurczących mięśnie gładkie, a oprócz tego ma szereg innych cennych własności farmakologicznych, dzięki którym znalazła ważne zastosowania praktyczne; jest jednakże dość pospolita w świecie ożywionym, a ponadto znacznie łatwiej ją otrzymać innym sposobem niż drogą ekstrakcji ze sporyszu. Druga z tych amin — tyramina odznacza się mniejszą od poprzedniej toksycznością, kurczy nieznacznie naczynia krwionośne, oraz działa ogólnie pobudzająco. Prócz wyżej wymienionych substancji znaleziono w sporyszu również acetylocholinę; jest to bardzo ciekawy związek obdarzony potężnym działaniem na ustroje zwierzęce, a co ciekawsze, jest on stałym składnikiem tkanki nerwowej, gdzie spełnia niezwykle doniosłą rolę, bo służy między innymi do przekazywania na narządy wykonawcze większości bodźców nerwowych.

Zawartość w sporyszu wymienionych przed chwilą ciał jest zmienna, zależy od wieku i sposobu przechowywania surowca. Aminy, acetylocholina, ergosterol i inne jeszcze substancje, które nie zostały wymienione, nie są specjalnie cenne i chociaż znajdują zastosowanie praktyczne, to dla tych celów otrzymuje się je z innych źródeł; są więc one w tym wypadku substancjami balastowymi.

W medycynie ludowej sproszkowany sporysz był już od niepamiętnych czasów z powodzeniem stosowany przez położne do hamowania krwotoków poporodo-

wycn. Dziś w tych samych okolicznościach powszechnie stosujemy oczyszczone swoiste alkaloidy sporyszu.

Pierwsza wzmianka o sporyszu jako o lekarstwie pojawiła się w roku 1582 w dziele Adama Lonicera traktującym o ziołach leczniczych. Autor opisał w nim kurczące działanie sporyszu na mięsień maciczny, uważając go przy tym za lek zupełnie nieszkodliwy.

Mimo sporadycznego ukazywania się podobnych wzmianek, sporysz aż do końca XVIII wieku był lekiem stosowanym wyłącznie w medycynie ludowej. Trzeba przyznać, że w przypadku tym, a nie jest to zdarzenie odosobnione, medycyna ludowa odkryła wartościowy lek oraz trafnie i z pożytkiem go zastosowała wyprzedzając tym samym o setki lat oficjalną medycynę naukową.

Pierwsza praca prawdziwie naukowa o zastosowaniu klinicznym sporyszu w położnictwie opublikowana została dopiero w roku 1808. Wzbudziła ona zainteresowanie w świecie naukowym i zainicjowała okres intensywnych poszukiwań rozwiązania zagadki sporyszu. Już w roku 1816 Francuz Vaquelin opublikował poważną pracę chemiczno-farmaceutyczną na ten temat. Przedsięwzięte przez tego autora próby wyodrębnienia ze sporyszu ciał farmakologicznie czynnych o sprecyzowanych własnościach, skończyły się całkowitym niepowodzeniem mimo, że inni autorzy właśnie w tych latach, posługując się analogiczną metodyką zdołali wyodrębnić z materiału biologicznego chemicznie czyste alkaloidy, między innymi: morfinę z maku, strychninę z nasion kulczyby, kofeinę z kawy i in. Przez blisko 100 lat po publikacji Vaquelina bardzo liczne prace nad wyodrębnieniem i zidentyfikowaniem ciał czynnych sporyszu nie dały właściwie żadnego określonego rezultatu. Trudności, jakie spotykano na tej drodze, były bardzo duże. Bo przede wszystkim jak wiemy dzisiaj, rozstrzygające o jego własnościach swoiste alkaloidy są ciałami wybitnie nietrwałymi, a ponadto w sporyszu znajduje się w zmiennej ilości wiele różnych substancji o przeróżnym działaniu farmakologicznym. Mimo ogromnych kłopotów i bardzo licznych zawodów zagadka sporyszu bynajmniej nie schodziła z programu prac wielu laboratoriów naukowych; — zbyt wyraźnie bowiem i przekonywające były wyniki zastosowań sporyszu jako surowca (preparatów galenowych) w klinice położniczej, by można było przejść na tym do porządku dziennego.

Dopiero rok 1906 przynosi publikację o zakończonych sukcesem pracach nad wyodrębnieniem istotnych farmakologicznie czynnych składników sporyszu. Autorzy tej pracy Londyńczycy G. Barger i F. Carr otrzymali z niego bezpostaciowe ciało, które nazwali ergotoksyną. W tym samym czasie farmakolog H. H. Dale stwierdził, że ergotoksyna działa na układ nerwowy wegetatywny odwrotnie w stosunku do adrenaliny oraz kurczy bardzo silnie macicę. Dziś wiemy, że są to rzeczywiście podstawowe własności farmakologiczne swoistych alkaloidów sporyszu. Niestety, inni autorzy nie potwierdzili powyższych odkryć, a preparaty ergotoksyny otrzymane według wskazówek Barger'a i Carra zawiodły w zastosowaniu klinicznym. W położnictwie podobnie jak przed 100 laty stosowano nadal tylko przetwory galenowe tego grzyba (sporysz w proszku, wyciągi płynne, suche itp.) o wartości zmiennej za-

leżnej wybitnie od gatunku surowca i sposobu przygotowania leku. Było to nadal niestety zło konieczne.

Zmienna zawartość swoistych alkaloidów w suszonym sporyszu jest rzeczą nie uniknioną, bo zależy od wielu zwykłych ale trudno uchwytanych czynników. Dlatego podawanie chorym preparatów galenowych tego grzyba obciążone było stałą niepewnością co do efektów, jakie podana dawka wywoła. Dopiero przekazanie w ręce lekarzom i naukowcom chemicznie czystego preparatu ciała czynnego odznaczającego się trwałością i zupełnie określonymi cechami, czyni z każdego leku pochodzenia organicznego pewne i niezawodne narzędzie wiedzy lekarskiej i także narzędzie naukowej pracy badawczej.

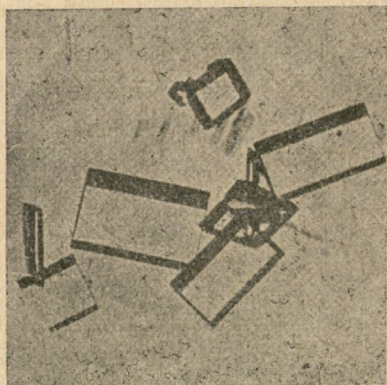
Można powiedzieć, że zagadka sporyszu została definitywnie rozwiązana w roku 1918. W tym to roku, dzięki zastosowaniu nowej subtelnej techniki preparatywnej opracowanej w tym czasie do oczyszczania chlorofilu i fermentów (chromatografia ciał wielko-cząsteczkowych), zdołano wyodrębnić w pracowni w Bazylei główny swoisty alkaloid sporyszu ergotaminy. Alkaloid ten „posiada wszystkie własności chemiczne, farmakologiczne i kliniczne charakterystyczne dla sporyszu doskonałego gatunku” pisze o nim jego odkrywca, wybitny specjalista tego przedmiotu A. Stoll.

Następny z kolei alkaloid odkryty został dopiero w roku 1935 i nazwany ergometryną lub ergobazyną. Pierwsza z tych nazw przyjęła się ogólnie. W rok później odkryto trzeci z kolei alkaloid ergozynę. W następnym roku 1937 wyodrębniono ze sporyszu czwarty alkaloid ergokrystynę.

Dokładne badania prowadzone w Bazylei przez ponad 20 lat nad znaną od 1906 roku ergotoksyną wykazały, że nie jest ona substancją jednorodną. W roku 1943 udowodniono, że jest to mieszanina trzech odrębnych alkaloidów, — nowo poznanych: ergokorniny i ergokryptyny oraz znanej ergokrystyny.

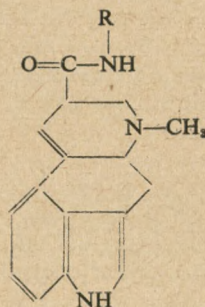
Zestawmy sobie wszystkie 6 znanych swoistych, naturalnych alkaloidów sporyszu:

A. Grupa ergotaminy	1. ergotamina	$C_{33}H_{35}O_5N_5$
	2. ergozyna	$C_{30}H_{37}O_5N_5$
B. Grupa ergotoksyny	3. ergokrystyna	$C_{35}H_{39}O_5N_5$
	4. ergokryptyna	$C_{32}H_{41}O_5N_5$
	5. ergokornina	$C_{31}H_{39}O_5N_5$
C. Grupa ergometryny	6. ergometryna	$C_{19}H_{23}O_2N_3$



Ryc. 3. Ergotamina wykrystalizowana z wodnego roztworu acetonu

Przyglądając się wzorom sumarycznym wyżej podanych związków widzimy, że przedstawiciele grupy A i B, — ergotaminy i ergotoksyny posiadają cząsteczkę prawie tej samej wielkości i wyraźnie, prawie dwukrotnie większą od cząsteczki ergometryny. W parze z tą rzucającą się w oczy różnicą wymiarów cząsteczek idzie wyraźna odrębność działania farmakologicznego.



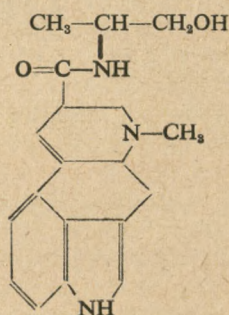
Amid kwasu lizerginowego

Charakterystycznym składnikiem wszystkich alkaloidów sporyszu jest kwas lizerginowy. Jest to aminokwas heterocykliczny pochodny indolu, o dość skomplikowanej budowie poznanej dopiero w r. 1938. Nie znaleziono go w przyrodzie nigdzie poza sporyszem. We wszystkich wymienionych alkaloidach występuje on w postaci amidu.

Tak więc 6 znanych swoistych, naturalnych alkaloidów sporyszu różni się między sobą tylko tym fragmentem cząsteczki, który we wzorze przedstawiony został symbolem R.

Budowa chemiczna ergometryny, alkaloidu o najmniejszej cząsteczce, przedstawia się najprościej. W miejscu R znajduje się w niej alkohol propylowy.

Ze względu na wielkie zapotrzebowanie na ergometrynę oraz nikłą jej zawartość w sporyszu, bo wynoszącą najwyżej 50 mg na kg jego suchej masy, otrzy-



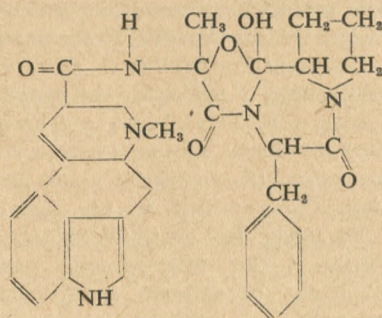
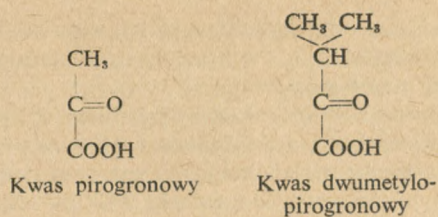
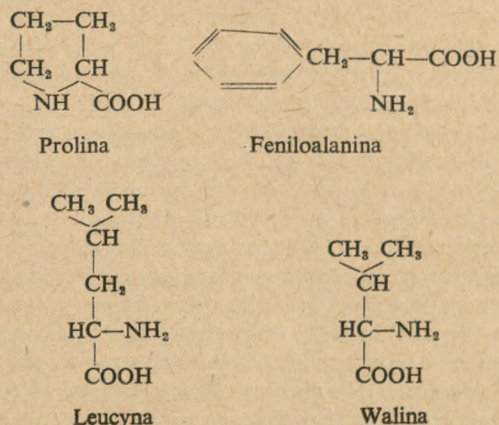
Ergometryna

muje się obecnie ten alkaloid na skalę przemysłową na drodze półsyntetycznej, — poprzez sprzęganie amidu kwasu lizerginowego pochodzącego z materiału biologicznego z syntetycznym alkoholem propylowym. W czasie badań nad tą syntezą stwierdzono, że sprzężenie amidu kwasu lizerginowego z alkoholem bogatszym o jeden atom węgla — z butanolem, daje związek nazwany metyloergometryną, który jest substancją o działaniu jakościowo identycznym, ale dwukrotnie potężniejszym od ergometryny. Oczywiście metyloergometryna (methergin) jest wytwarzana na dużą skalę przez przemysł farmaceutyczny.

Własności farmakologiczne ergometryny i metyloergometryny stały się przyczyną wielkiego zapotrzebowania na te alkaloidy ze strony medycyny. Są one potężnymi środkami kurczącymi mięśnie gładkie, przy czym zupełnie niezwykle wrażliwość na nie wykazuje mięsień maciczny i to zwłaszcza macicy ciężarnej. Reaguje on bardzo wyraźnym i silnym skurczem już na dawki ok. 50 mikrogramów na kg wagi zwierzęcia. Z punktu widzenia zaś leczniczego ważne jest to, że alkaloidy te w dawkach leczniczych nie wykazują praktycznie żadnego działania ubocznego poza kurczeniem macicy; działają szybko (w kilkanaście minut) i niezawodnie przy podaniu doustnym i wreszcie — wywołują, lub wzmagają istniejące, perystaltyczne, przerywane skurcze macicy. Można więc powiedzieć, że zdolne są one wywołać skurcze tego narządu o typie z grubsza przypominającym mechanizm porodowy. Najprawdopodobniej właściwy czynnik fizjologiczny wyzwalający pracę porodową macicy — hormon tylnego płata przysadki mózgowej — oksytocyna, który jako peptyd może być podawany chorym tylko pozajelitowo (już w żołądku ulega zniszczeniu), może być w leczeniu w znacznej mierze zastąpiony przez ergometrynę (i metyloergometrynę). Alkaloid ten zastosowany pozajelitowo działa prawie natychmiast, choć krótkotrwale. Silny skurcz macicy zawsze przerwie krwotok z tego narządu, dlatego ergometryna spełnia zaszczepną rolę przy udzielaniu pomocy krwawiącym kobietom w nagłych wypadkach (preparat neogynergen). Jeśli chodzi o pomoc położniczą, to obydwa omawiane alkaloidy w dawkach bardzo ostrożnych po 20 do 40 mikrogramów, wzmagają znacznie fizjologiczny mechanizm skurczów porodowych; z ich pomocą można przezwyciężyć tak kłopotliwe przy końcu porodu, a często niebezpieczne „słabe bóle porodowe“, a nawet zupełny zanik akcji porodowej.

Nic więc dziwnego, że cenne te leki — skoro nie są wytwarzane w kraju — muszą być importowane.

Pozostałe, wielkocząsteczkowe alkaloidy sporyszu, które zaliczyliśmy do grupy ergotaminy i ergotoksyny, posiadają dość skomplikowaną budowę polipeptydową. Poza amidem kwasu lizerginowego zawierają one w swej cząsteczce inne typowe aminokwasy; są to: d-prolina, która występuje u wszystkich 5 przedstawicieli tej grupy, a ponadto 1-feniloalanina będąca składnikiem ergotaminy i ergokryptyny, 1-leucyna — ergozyny i ergokryptyny, 1-walina występuje zaś tylko w ergokorninie. Prócz tego w cząsteczce alkaloidów



Ergotamina (wg J. Supniewskiego)

z grupy ergotaminy znajduje się kwas pirogronowy, a dla alkaloidów z grupy ergotoksyny charakterystyczna jest zawartość kwasu dwumetylopirogronowego.

Wymienione zostały powyżej wszystkie elementy strukturalne wielkocząsteczkowych alkaloidów sporyszu. Budowa chemiczna tych związków jest dość zawiła. Dla przykładu podano wzór strukturalny ergotaminy.

Wielkocząsteczkowe alkaloidy sporyszu w przeciwieństwie do ergometryny są nierozpuszczalne w wodzie, niełatwo natomiast rozpuszczają się w niej sole kwasu winowego i metylosulfonowego tych alkaloidów. W postaci takich właśnie soli produkowane są przez przemysł farmaceutyczny.

W świetle przytoczonych wyżej wiadomości o budowie chemicznej omawianych alkaloidów, z których widać, jak minimalnie różnią się one między sobą, — zrozumiałe stają się wielkie kłopoty biochemików w pracy nad ich rozdzielaniem i zidentyfikowaniem. Było to też przyczyną szeregu pomyłek. Niejednokrotnie donoszono o odkryciach nowych alkaloidów, które po żmudnych badaniach okazały się w końcu krystalicznymi mieszaninami o zmiennym składzie znanych już dawniej alkaloidów.

Jak już wspomniano, podstawowe własności farmakologiczne alkaloidów z grupy ergotaminy i ergotoksyny zostały wykryte w roku 1906 podczas badania otrzymanej wówczas po raz pierwszy ergotoksyny. Okazało się, że wszystkie wielkocząsteczkowe alkaloidy sporyszu posiadają zdolność wywoływania długotrwałych i silnych skurczów mięśni gładkich, przy czym najwrażliwszy na nie jest znów mięsień maciczny. Na drugim miejscu pod względem wrażliwości na te alkaloidy znajduje się mięśniówka ścian naczyń krwionośnych, zwłaszcza tętniczych. Alkaloidy te podawane w dawkach leczniczych wywierają wyraźny wpływ kurczący tylko na wymienione przed chwilą narządy. Charakter skurczu wywołanego przez te alkaloidy jest inny niż ten, jaki opisano przy omawianiu ergometryny. Mamy tu do czynienia z długotrwałym skurczem cięższym pojawiającym się nie natychmiast, tylko po

pewnym czasie od pozajelitowego ich podania; przyjęte doustnie alkaloidy te wchłaniają się bardzo powoli i działają mniej gwałtownie.

Zasadnicza różnica między działaniem opisanej powyżej ergometryny, a działaniem omawianych obecnie wielkocząsteczkowych alkaloidów sporyszu polega jednak na tym, że wszystkie związki z grupy ergotaminy i ergotoksyny poza kurczeniem mięśni gładkich wykazują działanie przeciwne adrenalinie (przeciwadrenalinowe). Ta własność swoista dla wielkocząsteczkowych alkaloidów sporyszu ma wielkie i stale wzrastające znaczenie dla nauki i praktyki. Od czasu wykrycia adrenaliny przez Cybulskiego i Szymonowicza w r. 1893 do chwili obecnej ukazała się ogromna ilość prac poświęconych wyjaśnieniu roli fizjologicznej tego hormonu. Choć zadanie to nie zostało w pełni osiągnięte, nie ulega dziś wątpliwości, że adrenalina i bardzo blisko z nią spokrewniona noradrenalina (sympatyna) będąc czynnikami natury hormonalnej i neurohormonalnej, uczestniczą jako bardzo istotny element w ogromnej liczbie niezmiennie ważnych procesów fizjologicznych. Ośrodkowy układ nerwowy z korą mózgową na czele posługuje się między innymi tymi ciałami — za pośrednictwem wegetatywnego układu nerwowego — do regulacji czynności tak ważnych układów, jak: krwionośny, trawienny, oddechowy i inne. Dzieje się to poprzez wydzielanie — zwłaszcza adrenaliny — w rdzeniu nadnercza, albo — drogą wydzielania zwłaszcza noradrenaliny (sympatyny) w pozazwojowych zakończeniach sympatycznych układu wegetatywnego.

Ze względu na to wielkie znaczenie adrenaliny — możliwość wyłączenia lub zniesienia lub ograniczenia jej wpływu w całym szeregu eksperymentów fizjologicznych jest niesłychanie pożądaną i atrakcyjną możliwością. Dlatego pracownice naukowe często z tej możliwości korzystają.

Możliwość zaś tłumienia wygórowanych reakcji fizjologicznych, czyli już reakcji patologicznych na adrenalinę, jest bardzo cenną zdobyczą medycyny.

Farmakologia eksperymentalna zgromadziła dowody, według których mechanizm działania przeciwadrenalinowego

nowego polega na tym, że alkaloidy sporyszu (wielkocząsteczkowe) czynią niewrażliwymi na adrenalinę komórki narządu sąsiadujące z zakończeniem nerwowym sympatycznym, nie wpływając zupełnie na sam proces wydzielania jej na tych zakończeniach oraz w rdzeniu nadnercza i innych skupieniach tkanki chromochłonnej.

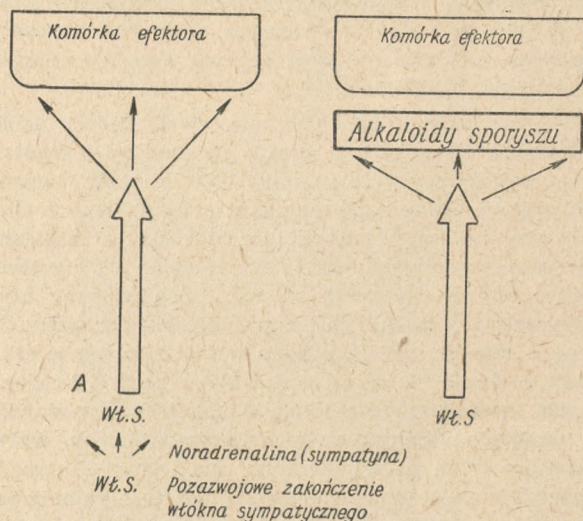
Przedstawimy teraz kilka zastosowań tych alkaloidów w medycynie uwięzionych pełnym powodzeniem.

Winian ergotaminy *Gynergen*, lub *Neogynergen* (ergotamina + ergometryna) tysiącom położnic uratował życie. Wcale nie rzadkim zjawiskiem jest poporodowa atonia mięśnia macicznego; może ona wystąpić nagle zwłaszcza po ciężkim, długotrwałym porodzie i być przyczyną śmiertelnego skrwawienia się położnicy. Krwotok maciczny tego rodzaju powstaje wskutek nagłego zwiotczenia mięśnia macicznego, którego włókna oplatają obfitą siecią przestrzenną rozrośnięte i zięjące po oderwaniu łożyska i doczesnej naczynia krwionośne tego narządu. *Gynergen* podany w iniekcji domięśniowej w dawce $\frac{1}{2}$ mg powoduje już po kilku minutach zahamowanie atonicznego krwotoku poporodowego, wywołując potężny, wielogodzinny skurcz tężowy mięśnia macicznego.

Jedną z przyczyn bardzo dokuczliwej choroby znanej pod nazwą migrena, jest napadowe zwiotczenie, a co za tym idzie nadmierne tętnienie tętnic skroniowej i potylicznej unaczyniających opony mózgowe; z czym z kolei związane jest przekrwienie opon. Otóż okazało się, że 75% przypadków prawdziwej migreny reaguje bardzo dobrze na ergotaminę. Podanie dożylnie $\frac{1}{2}$ mg *Gynergen*u znosi w ciągu kilku, kilkunastu minut bolesny napad tej choroby. Zachodzi to głównie drogą bezpośredniego wpływu kurczącego ergotaminy na mięśniówkę ścian tętnic oponowych. Nie bez wpływu zdaje się być także tutaj zablokowanie (posługujących się noradrenaliną) zakończeń nerwów sympatycznych w tych naczyniach. Rezultatem działania *Gynergen*u w tej chorobie jest ogólne zwężenie światła naczyń tętniczych oponowych oraz znaczne obniżenie amplitudy ich tętna.

Nadczynność tarczycy znana pospolicie pod nazwą choroby Basedowa charakteryzuje się ogólnym wzrostem spalań ustrojowych, uzewnętrzniających się podniesieniem przemiany spoczynkowej; — jest to równoznaczne ze wzrostem zużycia tlenu. Cierpieniu temu towarzyszy znaczny wzrost wrażliwości ustroju na adrenalinę, co objawia się między innymi przyspieszeniem akcji serca oraz częstym występowaniem zaburzeń naczynioruchowych u tych chorych. Ergotamina zmniejsza w znacznej mierze te przykre dolegliwości.

Istnieje pospolita, mało konkretna choroba, zwana dawniej nerwicą wegetatywną, będąca w istocie zespołem objawów neurastenii. Jest to cierpienie przewlekłe, wywołane często poważnymi zaburzeniami normalnego przebiegu procesów pobudzenia i hamowania w korze mózgowej. Chorzy tego rodzaju demonstrują wielką różnorodność objawów i dolegliwości pochodzących w większości z narządów wewnętrznych, a zwłaszcza z narządu krążenia i trawienia. Te właśnie narządy wewnętrzne, obok innych, kierowane są w swej czynności przez korę mózgową za pośrednictwem układu nerwowego wegetatywnego, w czym dużą rolę odgry-



Ryc. 4. Schemat działania przeciwadrenalinowego wielkocząsteczkowego alkaloidu sporyszu

wają mediatory dwu składowych owego układu: adrenalina i noradrenalina — dla unerwienia sympatycznego i acetylocholina dla unerwienia parasympatycznego.

Jeżeli teraz zestawilibyśmy lek składający się z: luminalu — środka hamującego pobudliwość kory mózgowej, atropiny (belladonny) porażającej obwodowo układ parasympatyczny i ergotaminy porażającej w sposób opisany układ sympatyczny, — to jeżeli nasze wywody teoretyczne są słuszne — otrzymamy cenny lek do zwalczania dolegliwości nerwicznych neurastheników. Lek taki istnieje, spełnia pokładane w nim nadzieje, znany jest na całym świecie i posiada oryginalną nazwę *Bellergal*. W Polsce znany jest on pod nazwą *Bellaspon* (obowiązującą w Czechosłowacji), oraz jako *Bellacorn*, który jest produkowany przez nasz przemysł farmaceutyczny.

Przy wykorzystywaniu swoistych naturalnych wielkocząsteczkowych alkaloidów sporyszu wyłącznie w celu uzyskania efektu przeciwadrenalinowego, co nazywamy w fizjologii sympatkolizą, napotyka się na duży kłopot. Jest nim niepożądany tutaj, a wybitnie zaznaczony ich wpływ kurczący na mięśnie gładkie.

W roku 1943 udało się, w pracowni naukowej firmy Sandoz w Bazylei (Stoll i Hoffman), uzyskać pochodne swoistych naturalnych alkaloidów sporyszu obdarzone praktycznie wyłącznie działaniem sympatkolitycznym. Otrzymano tam drogą półsyntetyczną, stosując bardzo ostrożne wodorowanie nie naruszające wewnętrznej struktury alkaloidów, — nowe, nie występujące w przyrodzie dihydroalkaloidy. Dokładne przebadanie ich własności farmakologicznych przez E. Rothlina wykazało, że posiadają one mimo minimalnej różnicy w strukturze chemicznej wiele nowych i bardzo cennych własności w porównaniu z naturalnymi alkaloidami; są 2 do 10 razy mniej toksyczne i tyleż razy silniejsze w swym działaniu przeciwadrenalinowym; w dawkach leczniczych wcale nie kurczą mięśni gładkich, są substancjami znacznie trwalszymi, a tym samym mniej kłopotliwymi w przechowywaniu, znacznie lepiej też wchłaniają się przy podaniu doustnym.

Nie ulega wątpliwości, że dwuwodoropochodne wielkocząsteczkowych alkaloidów sporyszu stały się dzięki swym zaletom trwałą zdobyczą medycyny zarówno praktycznej jak i teoretycznej. W literaturze naukowej ostatnich lat można znaleźć dużo prac eksperymentalnych, w których badacze posługiwali się tymi preparatami.

W lecnictwie na większą skalę stosuje się je dopiero od roku 1947. Pierwszym lekiem z tej grupy była dihydroergotamina. W roku 1952 został wprowadzony do lecnictwa nowy preparat *Hydergina*, który jest mieszaniną w równej proporcji trzech dihydroalkaloidów: dihydroergokryptyny, dihydroergokorniny i dihydroergokrystyny. Można więc go uważać w przybliżeniu za uwodorowaną ergotoksynę. Obydwa te preparaty odnoszą już znaczne sukcesy w medycynie; okazały się one jednymi z najlepszych spośród dotychczas znanych środków w leczeniu dolegliwości wywołanych nadciśnieniem tętniczym z bólami głowy na czele. W pewnych wypadkach zwłaszcza hydergina wyraźnie obniża ciśnienie tętnicze, działając tym sa-

myślnie w pewnym sensie leczniczo w tej chorobie. Jeżeli sobie uprzytomnimy, że nadciśnienie tętnicze jest chorobą bardzo częstą, niebezpieczną i sprawiającą duże dolegliwości, to choć omawiane preparaty są zasadniczo tylko lekami objawowymi, mają jednak niepoślednie znaczenie. Ponadto dihydroalkaloidy są wyraźnie skuteczniejsze od ergotaminy w leczeniu objawowym nadczynności tarczycy oraz są bardzo skuteczne w leczeniu pewnych chorób objawiających się skurczami naczyńniowymi, w tym rzadszych postaci migreny.

Przytoczona tu krótka i niekompletna lista zastosowań praktycznych swoistych alkaloidów sporyszu i ich dwuwodoropochodnych chlubnie o nich świadczy. Nie ulega wątpliwości, że są one pewnym w działaniu, stosunkowo bezpiecznym, skutecznym i często niezastąpionym lekiem, jak również — są cennym narzędziem pracy badawczej neurofizjologa przy rozwikływaniu zawitych połączeń czynnościowych układu nerwowego. Niestety, preparaty tych alkaloidów są drogie i trudno dostępne, bo z wyjątkiem złożonego leku *Bellergalu* noszącego u nas nazwę *Bellacorn*, nie są w kraju produkowane.

Rozwikłanie zagadki sporyszu, wyodrębnienie i dokładne poznanie jego swoistych alkaloidów, szerokie ich zastosowanie, a w końcu — otrzymanie drogą uwodorowania nowych preparatów o niezwykle cennych własnościach, stwarza ogromne i wzrastające zapotrzebowanie na surowiec do produkcji tych leków — wysokowartościowy sporysz.

Zawartość swoistych alkaloidów, która całkowicie określa jakość surowca, waha się w szerokich granicach. Zależy jak wspomniano od warunków klimatycznych i meteorologicznych, w jakich sporysz dojrzewał i był zbierany, oraz od staranności zbioru i odpowiedniego przechowywania. Sporysz źle wysuszony lub przechowywany w wilgoci już w krótkim czasie może być całkowicie pozbawiony alkaloidów. Najlepsze gatunki sporyszu zawierają ich około 2% suchej wagi, przeciętnie jednak tych cennych substancji jest 4 razy mniej. Sporysz przechowywany z taką starannością, z jaką zwykle przechowuje się ziarno zbożowe, traci całkowicie alkaloidy po około 4 miesiącach. Właśnie do upływu 4 miesięcy od czasu żniw występowały w średniowieczu wspomniane masowe zatrucia tym grzybem.

Polska, Węgry i Szwecja były przed wojną dostawcami sporyszu do wielu zagranicznych przemysłowych zakładów farmaceutycznych, choć sporysz nasz był raczej kiepskiego gatunku. Jesteśmy jak i inne kraje poważnym konsumentem jego preparatów i to konsumentem o stale zwiększającym się zapotrzebowaniu, bo mamy coraz więcej lekarzy i coraz szerzej sięga ich pomoc w rozbudowującej się socjalistycznej służbie zdrowia, oraz mamy coraz doskonalsze leki sporyszowe o coraz szerszych wskazaniach. Tymczasem jeszcze do niedawna, eksportując surowiec, sprowadzaliśmy zza granicy wszystkie preparaty sporyszowe. Dzieje się to z wyraźną korzyścią dla zagranicznych producentów omawianych leków.

Podczas ostatniej wojny Szwajcaria uniezależniła się nieco od importu sporyszu, zmuszona do tego trudno-

ściami importowymi okresu wojennego. Wtedy to pod opieką najlepszych specjalistów z tej dziedziny, mimo racjonowania chleba z powodu braku zboża, przystąpiono tam do sztucznej hodowli sporyszu na obszarze około 150 ha. Już po kilku latach udało się wyhodować drogą ścisłej selekcji kultur szczepy o wielokrotnie większej wydajności alkaloidów od dawniej znanych przeciętnych. Z tych 150 ha otrzymują hodowcy około 250 g sporyszu najwyższej jakości.

Próby hodowania sporyszu na sztucznych pożywkach dały jedynie bardzo nikłe wyniki. Sztucznie można jedynie skutecznie poszerzyć zakażenie sporyszem, drogą ręcznego rozsiewania zarodników konidialnych w pierwszym okresie wzrostu grzybni w kłosie.

Przemysłowa synteza omawianych alkaloidów sporyszu, zwłaszcza wielkocząstkowych, jest dla chemii organicznej zadaniem przekraczającym jej dzisiejsze umiejętności. Jeden z najwybitniejszych specjalistów omawianego zagadnienia prof. A. Stoll powiedział w roku 1948: „Jesteśmy w obecnej chwili jeszcze całkowicie zależni od ciał czynnych wytwarzanych z taką zręcznością przez sporysz.”

Skoro synteza przemysłowa alkaloidów sporyszowych jest zagadnieniem co najmniej odległym, a na rynku jak dotąd nie ma preparatów, które mogłyby skutecznie konkurować z nimi pod względem wartości leczniczej i naukowej tak, że zapotrzebowanie na nie będzie jeszcze na pewno długo wzrastać — korzystnym dla naszej gospodarki byłoby przerabianie w Polsce sporyszu na tak wartościowe preparaty. Posiadamy obecnie wyłącznie załączek tego rodzaju przemysłu, jest nim znajdująca się w Bydgoszczy przy ul. Sienkiewicza 5 „Spółdzielnia Farmaceutyczno-chemiczna”, która wytwarza dotychczas tylko imitację omówionego wyżej *Bellergalu* — *Bellacorn*.

Do czasu odkrycia antybiotyków sporysz był jedynym grzybem, który zrobił farmaceutyczną „karierę” przemysłową. Był on też pierwszym ogniwem, które na większą skalę spoilo ze sobą wysiłki lekarzy, chemików i biologów w pracy nad ujarzmieniem i zmuszeniem do służby ludziom tej niegdyś zagadkowej i groźnej rośliny.

JADWIGA GRABDA (Olsztyn)

PRZYSTOSOWANIA DO ŻYCIA PASOŻYTNICZEGO U WIDŁONOGÓW (*Copepoda*)

Pasożytnictwo jest zjawiskiem bardzo rozpowszechnionym w przyrodzie. Występuje ono prawie we wszystkich grupach zwierzęcych i przejawia się w ogromnej różnorodności form. Ta różnorodność jest tak duża, postacie pasożytów są tak różne, że nie można mówić o jakimś jednym określonym typie pasożyta, który wytworzył się na skutek działania tak specyficznego środowiska, jakim jest organizm żywiciela.

Przystosowania do życia pasożytniczego szły bardzo różnymi drogami w różnych grupach zwierzęcych. Dlatego też zjawisko pasożytnictwa i przystosowania się do tego sposobu życia, jakim jest bytowanie zwierzęcia na lub w ciele innego organizmu żywego, należy właściwie rozpatrywać w poszczególnych grupach zwierzęcych osobno.

W artykule niniejszym do tego rodzaju rozważań, jakimi drogami szły modyfikacje zarówno morfologiczne jak i biologiczne form pasożytniczych, wybrałam rząd widłonogów (*Copepoda*). Rząd ten obejmuje formy wolno żyjące, prowadzące pelagiczny tryb życia i doskonale do tego trybu życia przystosowane. Obok nich spotykamy szereg gatunków w najrozmaitszym stopniu powiązanych z innymi organizmami zwierzęcymi. Spotykamy tu różne przejawy współbywania od zupełnie luźnych związków aż do ścisłego pasożytnictwa.

Stosunkowo łatwo można prześledzić tu proces modyfikacji w rozwoju form pasożytniczych.

Różne przejawy pasożytnictwa zaznaczają się odpowiednimi zmianami w budowie ciała. Zmiany te u gatunków ściśle pasożytniczych są nieraz tak duże, że zwierzę traci zupełnie cechy grupy, do której w sy-

stemie należy i dopiero badając jego rozwój ontogenetyczny, możemy je zaklasyfikować w sposób właściwy.

W artykule tym postaram się omówić, jakimi drogami szły przystosowania w budowie ciała oraz w cyklach rozwojowych pasożytniczych widłonogów.

Dla łatwiejszego zobrazowania ewolucji tych ostatnich przypomnę pokrótce charakterystyczne cechy typowego wolno żyjącego widłonoga.

Ciało dorosłego widłonoga, którego przedstawicielem jest powszechnie znany oczlik (*Cyclops*), jest wyraźnie segmentowane. W części głowowej znajduje się 6 par odnóży, a mianowicie: czułki I pary (*antennulae*), czułki II pary (*antennae*), żuwaczki (*mandibulae*), szczęki I-ej i II-ej pary (*maxillae* I i II) oraz 1 para szczękonoży (*maxillipedes*). Te ostatnie są zasadniczo odnóżami tułowiowymi, które włączyły się do przydatków gębowych.

Na tułowie występuje 6 par odnóży pływanych z reguły dwugąłęzistych (u samic niektórych gatunków 6-pary a czasem i 5-pary brak). Odwłok jest zakończony przez widełkowatą furkę (*furca*) zaopatrzoną w długie szczeci. Samice mają 2 worki jajowe symetrycznie ułożone po bokach ciała.

W rozwoju ontogenetycznym widłonogów wyróżniamy 4 stadia: Z jaja wychodzi *nauplius* (*orthonauplius* według wielu autorów) o ciele na ogół jajowatym nieczłonowanym z 3 parami odnóży odpowiadających czułkom I-ej i II-ej pary i żuwaczkom form dorosłych. *Nauplius* po dwu lub trzech linkach przekształca się w *metanauplius*, u którego stopniowo pojawiają się szczęki, szczękonoża oraz powstaje zaczątek odwłoka. Występujące tu 3 linki dzielą stadium

metanauplius na fazy, które oznaczamy jako *metanauplius* I, II, III i IV. Segmentacji w dalszym ciągu brak.

Ostatnia postać *metanauplius* linejąc przekształca się w nową formę larwalną kopepodit (*copepodit*). W tym stadium larwa pokrojem przypomina wolno żyjące oczliki o jajowatym głowotułowiu i wydłużonym odwłoku z furką na końcu. Pojawiają się tu odnóża tułowiowe. Ilość segmentów ciała jak i liczba odnóży wzrasta po każdej lince. Wyróżniamy na ogół 5 faz kopepoditu. Ostatni kopepodit (piąty) linejąc daje nam formę dorosłą, u której rozwijają się i zaczynają funkcjonować gonady.

Jakie zmiany morfologiczne powstają na skutek pasożytniczego trybu życia?

Na pierwszy plan występują tu dwie funkcje biologiczne, które mają wpływ na kształtowanie się ciała.

Po pierwsze zwierzę musi przystosować się do nowego sposobu pobierania pokarmu, a mianowicie pobierania go z ciała innego organizmu żywego, a więc przeważnie krwi i soków tkankowych. Pociąga to za sobą modyfikację przydatków gębowych. Z aparatu gryzącego, jaki mamy u form wolnych, powstaje aparat gębowy kłujący i ssący.

W niektórych przypadkach przydatki gębowe ulegają częściowemu lub nawet całkowitemu zanikowi jak to widzimy np. w rodzinie *Monstrillidae*. Do rodziny tej należą morskie widłonogi pasożytujące w jamie ciała wieloszczetów i mięczaków. Są one całkowicie pozbawione aparatu trawiennego na wszystkich stadiach swego rozwoju. Formy dorosłe żyją w planktonie i w tym czasie nie pobierają pokarmu, a pasożytują tylko larwy, które substancje odżywcze chłoną drogą osmozy przy pomocy specjalnych tworów w formie wyrostków kutikularnych (ryc. 1).

Przydatki gębowe mogą również ulegać przekształceniu w aparat czepny jak to ma miejsce np. w rodzinie *Lernaeopodidae*, o czym będzie mowa poniżej.

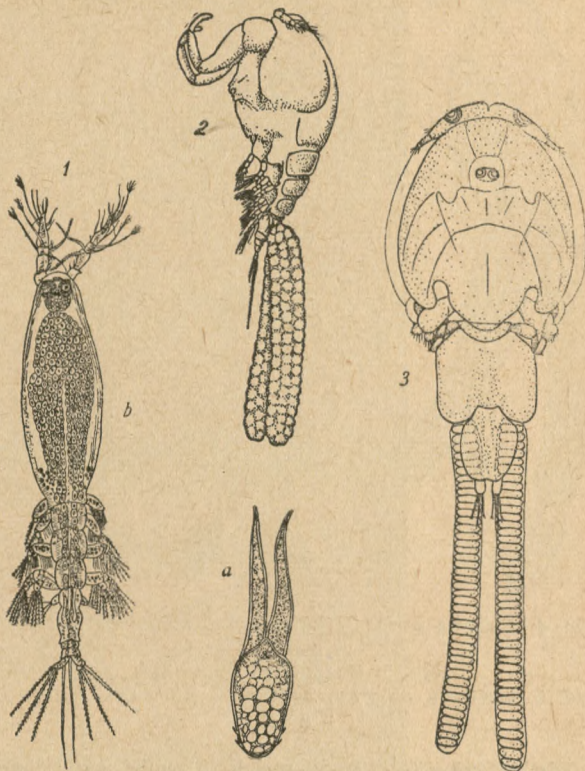
Po drugie byt pasożyta zależy od utrzymania się jego na ciele żywiciela. Do tego celu służą odpowiednie przystosowania w postaci aparatu czepnego.

Omówię tu różne sposoby uczepiania się pasożytów.

W narządy czepne najczęściej przekształcają się odnóża głowowe. Na przykład u *Ergasilidae*, form pokrojem swego ciała najbardziej przypominających wolno żyjące widłonogi, czułki II-ej pary są zaopatrzone w silne haki oraz szereg drobnych kółeczek, którymi pasożyt trzyma się mocno ciała żywiciela. W tym przypadku pasożyt ma jeszcze dużą swobodę ruchu, może przesuwac się z miejsca na miejsce. Odnóża pływne istnieją i funkcjonują (ryc. 2).

U *Caligidae* podstawowe człony czułków I-ej pary zlewają się z tarczą głowotułowia tworząc tarczke czołową, na której występują 2 specyficzne twory w formie przyssawek tak zwane *lunulae*. Prócz tego czułki II-ej pary, szczęki II-ej pary i szczękonoża są zaopatrzone w haki i działają jako narząd czepny. Ponadto u przedstawicieli tej rodziny pasożytów przywarciu do ciała ryby ułatwia jeszcze budowa głowotułowia, który ma kształt tarczki nieco wklęsłej od strony brzusznej (ryc. 3).

Tak się przedstawiają urządzenia czepne u form dorosłych z tej rodziny. Zachowują one zresztą możliwość przemieszczania się na ciele żywiciela a nawet mogą na pewien czas opuszczać żywiciela i przebywać w planktonie. U ich larw natomiast istnieje specjalny aparat czepny. W stadium kopepoditu larwa ma na przodzie głowy gruczoł, którego wydzielina krzepnie w kontakcie z wodą, tworząc tak zwane *filamentum*. *Filamentum* to przyczepia się do ciała żywiciela i larwa zawieszona na nim (t. zw. *chalmus*) przechodzi dalsze przeobrażenia (ryc. 4).



Ryc. 1. *Haemocera danae* (*Monstrillidae*): a — pasożytnicza larwa — *nauplius*; b — wolnożyjący osobnik dorosły (według Malaquin)

Ryc. 2. *Ergasilus sieboldi* (według Markiewicza)

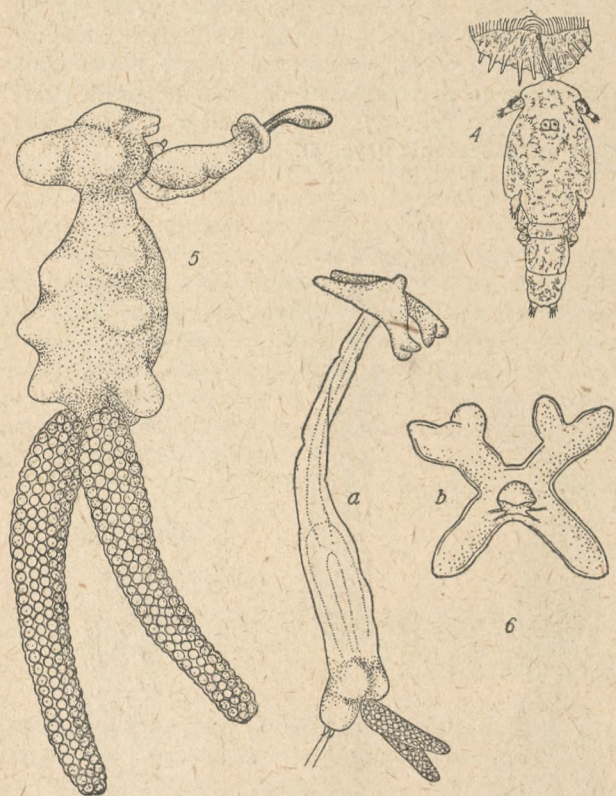
Ryc. 3. *Caligus lacustris*

U *Lernaeopodidae* w wytworzeniu aparatu czepnego biorą udział odpowiednio zmodyfikowane szczęki II-ej pary. Wydłużają się one silnie zrastają i końcami z pozostałością larwalnego *filamentum*, którego koniec tkwi mocno w ciele żywiciela. W ten sposób pasożyty pozostają uczepione na stałe. Tak umocowany jest *Tracheliastes* w łusce ryby *Achtheres* na skrzylach czy *Basanistes* w skórze pod pokrywką skrzelową (ryc. 5).

Wreszcie w rodzinie *Lernaeidae* przydatki gębowe mogą ulegać redukcji. Szczęki II-ej pary i szczękonoża funkcjonują jako aparat czepny tylko w okresie początkowym w stadium kopepoditu, natomiast pasożyt dorosły wborowuje się głową głęboko w tkanki żywiciela i wówczas na jego głowie powstają wyrostki często rozgałęzione w sposób skomplikowany, które zakotwiczą silnie raczki w ciele żywiciela. Pasożyty z tej rodziny tkwią tak silnie i głęboko w tkance, że

wyjęcie ich bez uszkodzenia tkanki żywiciela czy samego pasożyta jest prawie niemożliwe (ryc. 6).

Wyrostki te nie są homologiczne żadnym organem występującym u form wolnych. Są to swoiste przystosowania do życia pasożytniczego.



Ryc. 4. *Caligus rapax*, stadium *chalimus* (według Wilsona)

Ryc. 5. *Basanistes huchonis*

Ryc. 6. *Lernaesocina*, 2 odcinek głowowy widziany z góry

Odnóża tułowiowe pływne, jak to wyżej wspominałam, istnieją u takich form, jak *Ergasilidae*, *Caligidae* i innych, które zachowały jeszcze pewną swobodę ruchu. Natomiast u gatunków na stałe uczepionych żywiciela, jak to spotykamy w rodzinie *Lernaeidae* i *Lernaepodidae* ulegają one redukcji lub nawet całkowitemu zanikowi.

Segmentacja ciała również w miarę coraz silniejszego zacieśniania się związku między pasożytem a żywicielem ulega zatarciu lub może całkowicie zaniknąć jak to spotykamy u *Lernaeidae*, u których dorosłe samice raczej przypominają robaki niż skorupiaki.

Formą pasożyta niewątpliwie najbardziej zmodyfikowaną wśród widłonogów jest *Xenocoeloma brumpti* pasożyt wieloszczeta *Polycirrus arenivorus*. Gatunek ten, można powiedzieć, że wyspecjalizował się najbardziej w pasożytnictwie. Ciało jego to prosty worek bez śladu segmentacji i odnóży. Pokrycie ciała wieloszczeta otacza ciało pasożyta, tworząc jego warstwę ochronną zewnętrzną. Jama osiowa pasożyta jest wyścielona przez nabłonek celomatyczny żywiciela, tak że gonady pasożyta pływają w organizmie żywiciela, chłonąc z niego bezpośrednio substancje odżywcze. Jedynie obecność 2 worków jajowych i larwa typu

nauplius świadczą o przynależności do rzędu *Copepoda* (ryc. 7 i 8).

Widłonogi wolno żyjące jak i pasożytnicze za wyjątkiem obojnaczych *Xenocoeloma* i *Flabellicola* są rozdzielnopłciowe. U form pasożytniczych w wielu przypadkach występuje bardzo znaczny dymorfizm płciowy, co jest niewątpliwie zależne od odmiennych warunków bytowania obu płci.

Modyfikacje morfologiczne, o których była mowa wyżej, zasadniczo odnoszą się do samic. U większości pasożytniczych widłonogów samce żyją wolno i dlatego budowa ich ciała ulega znacznie mniejszym zmianom niż u samic. Na ogół segmentacja jest mniej zatarła, odnóża w znacznie mniejszym stopniu zmodyfikowane tak, że pokrojowo samce już na oko odpowiadają typowemu widłonogowi.

W rozwoju samce i samice są do siebie podobne. Zróżnicowanie rozpoczyna się dopiero od momentu dojrzewania, które w wielu przypadkach ma miejsce już na stadium 5-go kopepoditu. Na tym stadium rozwój samców się kończy, natomiast u samic postępuje dalej. Budowa ciała samic zmienia się nie do poznania, przy czym towarzyszy temu wielki rozrost ich ciała. Stosunek wielkości obu płci jest nieraz bardzo duży. Np. u *Chondracanthus merluccii* (cytuję z Baera, 1952) wynosi on 1:12.000 (długość ciała samicy liczona jest tu wraz z workami jajowymi).

W wielu przypadkach samce po zapłodnieniu samic giną, a u niektórych gatunków pozostają przy życiu jako tzw. samce karłowate. Żyją one uczepione do ciała samicy i odżywiają się wydzieliną specjalnych gruczołów (ryc. 9).

Proces przystosowania się do życia pasożytniczego odzwierciadla się również w cyklach rozwojowych pasożytniczych widłonogów. Niestety, nasze wiadomości o rozwoju bardzo wielu pasożytniczych raczków są jeszcze bardzo fragmentaryczne i niekompletne tak, że w wielu przypadkach wnioskuję się na podstawie prawdopodobieństwa.

Przy silnie zaznaczonym dymorfizmie płciowym samce znalezione w planktonie bardzo łatwo mogą być zaliczone do zupełnie innego gatunku aniżeli samice. Larwy wielu gatunków są do siebie podobne i trudne do zidentyfikowania. Jedynie pewne wyniki może nam dać hodowla, która zresztą również nasuwa bardzo wiele trudności.

Jest rzeczą bezsporną, że w rozwoju pasożytniczych widłonogów tak samo jak u form wolno żyjących występują te same 4 stadia: *nauplius*, *metanauplius*, *copepodit* i forma dorosła.

Można natomiast zauważyć tu tendencję do skrócenia długości stadiów wolno żyjących na korzyść pasożytniczych. Redukcja tego okresu wolnego życia może zachodzić w różny sposób. Na pierwszy plan wybijają się 2 kierunki: — 1) Larwy rozwijają się dłużej w osłonkach jajowych i z jaj wychodzą w bardziej zaawansowanym stadium, 2) Formy larwalne przyczepiają się do żywiciela przed ukoczeniem swej metamorfozy a dalsze linki i przeobrażenia odbywają jako pasożyty.

U gatunków najmniej zmienionych i najbardziej budową swą podobnych do wolnych widłonogów, a mianowicie w rodzinie *Ergasilidae* cykl rozwojowy



SKALARY (*Pterophyllum scalare*)

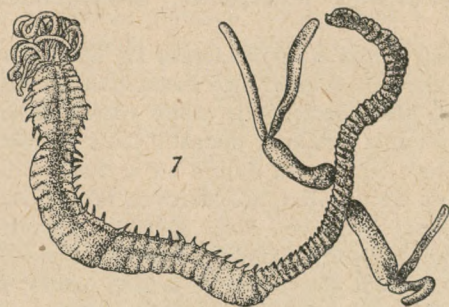


PLYWAK ŻÓŁTOBRZEZEK (*Dytiscus marginalis*) w akwarium

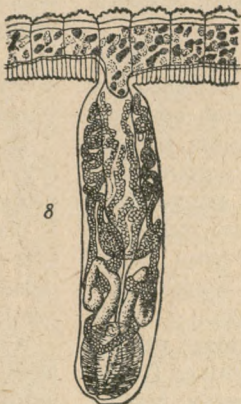
Fot. A. Miroyński

przebiega w sposób identyczny jak u form wolnych. Wszystkie stadia larwalne są wolno żyjące, pasożytniczo, a u *Lernaeidae* i *Lernaeopodidae* z jaj wyłęgają się larwy w ostatnich stadiach *metanauplius*

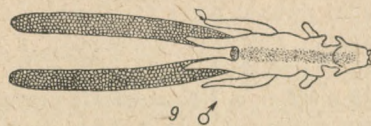
U *Caliganae*, *Pandaridae* i *Cecropidae* już pierwsze stadia kopepoditu osiedlają się na rybach i żyją pasożytniczo, a u *Lernaeidae* i *Lernaeopodidae* z jaj wyłęgają się larwy w ostatnich stadiach *metanauplius*



Ryc. 7. *Polycirrus arenivorus* z dwoma osobnikami *Xeno coeloma brumpti* (według Caullery i Mesnila)



Ryc. 8. *Xenocoeloma brumpti*. Przekrój przez ciało pasożyta i żywiciela (według Caullery i Mesnila)



Ryc. 9. *Chondra canthus merluccii* (według Scotta)

i już jako pierwszy kopepodit atakują ryby. U *Lernaeidae* występuje ponadto ciekawe zjawisko istnienia 2 żywicieli: pośredniego, na którym żyje pasożyt w stadium kopepoditu i ostatecznego, na którym po bardzo krótkim okresie wolnego życia osiedla się dojrzały osobnik-samica.

W przypadku skrajnego pasożytnictwa okres wolnego życia jest bardzo krótki i ogranicza się tylko do stadium *nauplius* oraz postaci dorosłej, jak to widzimy u *Monstrillidae*. Dorosłe osobniki w tym przypadku nie odżywiają się zupełnie i żyją bardzo krótko tylko dla spełnienia funkcji rozrodu.

Jednym z ciekawszych przystosowań do życia pasożytniczego jest synchronizacja cykli rozwojowych pasożyta i żywiciela. Zjawisko to obserwuje się na

przykładzie widłonoga *Cancricola* z rodziny *Harpacticidae*, bytującego na skrzelach krabów lądowych — *Cardisoma guanhumi*, żyjących na Antylach. Kraby chodzą do wody tylko na 11 dni w ciągu roku celem złożenia jaj. Ponieważ jaja widłonogów rozwijają się tylko w wodzie, nasuwa się przypuszczenie, że pasożyty wykorzystują dla swego rozrodu czas przebywania krabów w wodzie. Za przypuszczeniem tym przemawiają obserwacje, że przed zejściem krabów do wody jajowody pasożytów są wypełnione jajami, a po powrocie na ląd są puste.

Zjawisko synchronizacji cykli rozwojowych znane jest i u pasożytów z innych grup zwierzęcych. Np. rozwój przywry *Polystomum integerrimum* jest zsynchronizowany z metamorfozą żab.

K. MARON i K. RZEHAŁ (Kraków)

Z HISTORII AKWARYSTYKI

Akwaryстыka w dzisiejszym tego słowa znaczeniu pojawiła się w Europie w połowie ubiegłego wieku i od tego czasu zapoczątkowała triumfalny pochód po całym cywilizowanym świecie. Nie ma chyba dziś

kraju, w którym by liczba miłośników akwarium nie rosła z dnia na dzień. Do rzeszy tej należą ludzie starzy i młodzi, wykształceni i niewykształceni, złączeni umiłowaniem przyrody i chęci bliższego jej poznania.

LISTY DO REDAKCJI

Szanowna Redakcjo!

Pozwalam sobie niniejszym zwrócić uprzejmie uwagę Szanownej Redakcji, iż w bardzo ciekawej i interesującej notatce K. Pożaryskiej zamieszczono na temat największych głębin w rubryce „Drobiazgi przyrodnicze” — wkradła się drobna nieścisłość. Autorka dowodzi, że największa głębina znajduje się w rowie Mariańskim i wynosi 10.863 m. Podana przez autorkę wartość odnośnie do największej głębi jest bliska autentycznej,

jednak nie bezbłędna. Według najnowszych pomiarów bowiem, przy pomocy ulepszonej echosondy dowiedziono, iż największa głębina znajdująca się pomiędzy Wyspami Karolińskimi a Mariańskimi na Pacyfiku wynosi nie 10.863 m a 10.899 m. Pomiarów dokonał statek „Challenger II”.

Tak więc ciekawa wiadomość zamieszczona w „Wszelchwicie” wymaga drobnej korekty.

HALINA FISZER (Wrocław)

Nie tylko to jednak wpłynęło na olbrzymią popularność akwarystyki. Pamiętać musimy, że akwarium dla wielu ludzi zaczęło stawać się jedną z niewielu rozrywek, na które sobie mogli pozwolić i w której znaleźli zapłatę i odpoczynek po swoich codziennych trudach i ciężkiej pracy.

Na próżno jednak doszukiwalibyśmy się początków akwarystyki w Europie. Mimo że stąd przeniesiona została do Ameryki, a później na cały świat, ojczyzną jej są Chiny. Chińczycy, których starożytna kultura znacznie wyprzedziła początki cywilizacji europejskiej, dla upiększenia i ożywienia zakładanych przez siebie ogrodów i parków, poza innymi zwierzętami rozpoczęli również udomawianie znanej dziś każdemu złotej rybki zwanej przez Chińczyków *Czi-ju* (*Carassius auratus*)¹. Pierwsze wiadomości o niej sięgają starych źródeł chińskich z okresu dynastii *Tan* między rokiem 618 a 906 n. e. Udomowienie czerwonej odmiany *Czi-ju* zapoczątkował *Ting-jen-tsan*, ówczesny przełożony okręgu *Kia-szing*, na początku panowania dynastii *Sung* (968—975 n. e.), który przeniósł ją do sadzawki znajdującej się w jego ogrodzie. Złota rybka zaczęła stamtąd rozpowszechniać się coraz bardziej, tak że już około roku 1000 znajdowano ją dość często w *Han-czou*, w rzece płynącej za pagodą *Lu-ho*.

Nieco później, około roku 1163, cesarz południowej dynastii *Sung*, *Czaoko*, rozpoczął hodowanie złotej rybki w specjalnych sadzawkach swojego pałacu *Tusz*, czym ostatecznie przypieczętował jej udomowienie. *Czi-ju* karmiona w niewoli przede wszystkim dafniami, zbieranymi specjalnie w tym celu na bliskich bagnach, zaczęła się szybko mnożyć, a rozdawana i sprzedawana przyjaciółom i krewnym stawała się w zamożniejszych domach chińskich coraz bardziej popularną. W tym właśnie okresie pojawiły się i zostały wyhodowane pierwsze odmiany złotej rybki, a mianowicie rasa biała i plamista. Fakt wyhodowania powyższych odmian związany był niewątpliwie ze specyficzną i z pewnością jeszcze nieświadomą wówczas selekcją, przeprowadzaną w czasie hodowli. Ryby bowiem, żyjąc w niedużej zazwyczaj sadzawce, miały możliwość krzyżowania się wyłącznie pomiędzy sobą, co prawdopodobnie tłumaczy pojawienie się już w tych prymitywnych warunkach hodowlanych pierwszych nowych ras.

Stały wzrost popularności *Czi-ju* wśród Chińczyków wpłynął z kolei na dalszą zmianę w sposobie jej hodowania. W okresie między rokiem 1276 a 1546, a na szeroką skalę za czasów panowania dynastii *Ming* hodowla złotej rybki z sadzawek zaczęła coraz bardziej przenosić się do lepionych specjalnie w tym celu glinianych miseczek-akwariów. Z okręgu *Han-czou*

ta rodząca się wtedy namiętność narodowa zaczęła przenikać do sąsiadujących prowincji, a w końcu do całych Chin. Hodowanie ryb w „akwariach“ ułatwiało w wysokim stopniu ich obserwowanie. W wyniku tego oraz na skutek dalszego selekcjonowania, udało się wtedy uzyskać i utrwalić kilka nowych ras, do których m. i. należą szeroko dziś rozpowszechnione rasy: cętkowana, długoogonowa, długopletwa, teleskopoczną i inne.

Coraz większy popyt na pojawiające się nowe rasy skłonił Chińczyków do stopniowego zastosowania światowej selekcji, która szczególnie silnie rozwinęła się w okresie panowania ostatniej dynastii *Czyn* od roku 1848—1925. Z tego też okresu datuje się wyhodowanie dalszych odmian złotej rybki, np. czarnych teleskopów, odmiany błękitnej, brązowej, lwiej główki i innych.

Nie wiadomo dokładnie, kiedy rozpoczęto hodowlę złotej rybki w Japonii. Przypuszczać jednak należy, że przeniknęła ona najpierw do Korei, gdzie z kolei zapoznali się z nią Japończycy. Również w Japonii hodowla *Czi-ju* stała się wkrótce bardzo popularna, czego dowodem jest chociażby fakt, że kilka ras zostało właśnie tam wyhodowanych, m. i. tzw. welony. Z Japonii też złota rybka przewieziona została w XVII wieku do Europy.

Myśl hodowania ryb w warunkach sztucznych istniała już kiedyś w Europie w starożytnym Rzymie. Poza hodowlą kilku gatunków ryb morskich w specjalnych dużych basenach, która miała oczywiście charakter wyłącznie gospodarczy, trzymano wtedy również w niektórych sadzawkach, znajdujących się w atriach domów rzymskich ryby, które m. i. miały na celu pożeranie lęgających się w wodzie larw komarów. Niestety jednak myśl ta nie została już później podjęta ani rozwinięta i dlatego wrócić musimy w dalszym ciągu naszego opowiadania do omówienia dróg i bezdroży hodowli złotej rybki — pioniera dzisiejszej akwarystyki.

Jak już powiedzieliśmy, do Europy złota rybka przestała się dość późno. W roku 1611 przywieźli ją z Japonii do siebie prawdopodobnie portugalscy jezuici, a następnie wprost z Chin Anglicy w roku 1728. Hodowano ją już dość często we Francji za czasów przeplechu *Ludwika XV*.

Rzecz jasna, że w tym okresie i wiele lat później jeszcze, przy stanie ówczesnej wiedzy, warunki hodowli złotej rybki były nader skromne i trudne. Nikt z ówczesnych nie zdawał sobie oczywiście sprawy z właściwych potrzeb ryb, tak że życie ich, które ograniczało się do dosłownego przepychania się między najrozmaitszymi niepotrzebnymi muszlami, skałami i „zamkami“, które umieszczono w okrągłych bańkach albo kulach kryształowych, było męczarnią nie tylko dla ryb, ale i dla samych hodowców, zmuszonych do bezustannego zmieniania ciągle psującej się wody. Tym też należy tłumaczyć, że złote rybki przez długi czas jeszcze były dosyć drogie i dlatego dostępne tylko dla nielicznych.

Dalszy rozwój akwarystyki, a przede wszystkim jej spopularyzowania stał się dopiero wtedy możliwy, kiedy nauka zapoznała się bliżej z warunkami życia panującymi w środowisku wodnym i kiedy okazało się,

¹ Złota rybka, zwana też złotym karasiem albo chińskim karasiem, *Czi-ju* (*Carassius auratus*) żyje do dziś w stanie dzikim w Chinach i Japonii, gdzie jest pospolitą rybą jadalną. Odznacza się srebrzystoszarym ubarwieniem i dochodzi do 35 cm długości. W potomstwie tego gatunku pojawiają się również w naturze, choć bardzo rzadko, osobniki zabarwione bardziej czerwono. One właśnie zostały przez Chińczyków udomowione.

że żyjące pod wodą zwierzątka i rośliny są równie interesujące jak zwierzęta lądowe.

Badania wielkiego chemika angielskiego Priestleya i włoskiego biologa Spallanzaniego, którzy już w XVIII wieku stwierdzili, że podobnie jak inne zwierzęta wodne, również ryby oddychają rozpuszczonym w wodzie tlenem, rozwinął w roku 1837 Anglik Ward, który umieścił poza złotymi rybkami w akwarium również rośliny wodne. Udowodnił on w ten sposób, że w takim akwarium zaistnieć może stan równowagi pomiędzy pobieraniem przez rośliny wydzielanego przez zwierzęta dwutlenku węgla a produkowanym przez rośliny tlenem, potrzebnym z kolei zwierzętom do oddychania². Prawdę tę znaną dziś zresztą każdemu uczniowi, rozpowszechnił w roku 1850 angielski chemik Warrington, umieszczając na dnie akwarium kamienie i piasek rzeczny, w którym zasadził rośliny i jemu właśnie akwarzysta zawdzięcza jej spopularyzowanie. Okazało się wtedy, że pomimo obecności w takim akwarium ryb i ślimaków, woda pozostała zupełnie czysta i nie wymagała zmieniania. Załedwie w trzy lata później, w roku 1853, padło również słowo „akwarium“ udowadniając tym samym, że w dziejach akwarystyki nastąpił nowy okres.

Słuszną myśl Warda i Warringtona, którą w Niemczech rozwinął i rozpowszechnił nieco później wielki propagator akwarystyki — Rossmäessler, a z której wynikło, że zwierzętom wodnym żyjącym w warunkach sztucznych, w akwarium, stworzyć należy takie środowisko, jakie miały one do dyspozycji w naturze, wywołała wiele namiętnych sporów i dyskusji. Niektórzy zresztą z ówczesnych naturalistów, w pojmowaniu środowiska naturalnego posuwali się tak daleko, że w swoich akwariach, poza roślinami i zwierzętami, umieszczali nawet stare buty wychodząc z założenia, że przecież również w naturalnych zbiornikach wodnych znajdują się tego rodzaju przedmioty. Nie trudno nam dziś ocenić, a przede wszystkim przewidzieć skutki takiego postępowania. Życie złotych rybek w takim „naturalnym“ środowisku nadal nie było łatwe i kończyło się zazwyczaj śmiercią, oczywiście ku rozpaczom niczego nie rozumiejących hodowców.

Nowy impuls, który zapoczątkował sprowadzanie coraz do nowych gatunków ryb egzotycznych i który zapewne w znacznym stopniu zadecydował o dalszym pomyślnym rozwoju akwarystyki, zawdzięczamy, jak często zresztą, przypadkowi.

W roku 1869 do chińskiego portu Ning-po przybił francuski okręt wojenny *Imperatrice*, na którego pokładzie znajdował się również oficer francuskiej marynarki, a z zamiłowania przyrodnik — Gérault. W czasie jednej z wycieczek na pobliskie pola ryżowe zauważył on drobne wielobarwne rybki uwijające się w wodzie kanałów nawadniających. Niektóre z nich co jakiś czas wypuszczały na powierzchnię banieczki powietrza, tak że w końcu zebrała się znaczna ich ilość. Zaintrygowany tymi czynnościami ryb Gérault złowił kilkadziesiąt okazów i przeniósł je do swojej kajuty. Po niedługim czasie stwierdził, że ryby te w ten właśnie sposób budują swoje gniazdo, w którym następnie umieszczają jajeczka. Oczarowany pięknem ryb, a przede wszystkim ich interesującym sposobem

rozmnażania się, postanowił przewieźć je do Europy. Niestety długą i uciążliwą podróż, z przeszło stu złowionych rybek przeżyło załedwie 12 samczyków i 5 samic. Służba w marynarce nie pozwoliła Géraultowi na dalszą hodowlę i w roku 1870 podarował je znannemu już wówczas paryskiemu miłośnikowi akwarium — Carbonnierowi. Na podstawie zbiorów znajdujących się w Paryskim Muzeum Przyrodniczym oznaczono, że przywiezione z Chin rybki należą do gatunku *Marcopodus viridiauratus*, syn. *M. opercularis*, które opisał już w roku 1802 Lacépède na podstawie kilku okazów martwych.

Carbonnier, któremu Gérault opowiedział o niezwykle ciekawym sposobie życia makropodów, uczynił wszystko, aby jego egzotyczni goście poczuli się w akwarium jak najlepiej. Trudy jego już po niedługim czasie zostały nagrodzone. Po pięknej i barwnej grze miłośnej ryby przystąpiły do budowania swojego gniazda. Wydarzenie to stało się sensacją całego naukowego Paryża, który licznie zaczął przybywać do jego domu, aby osobiście zobaczyć budowę gniazda i lęgające się młode rybki, którymi się rodzice wzruszają opiekowali.

Dzięki szybkiemu rozmnażaniu się ryb Carbonnier już po dwóch latach posiadał około 600 par makropodów, tak że powoli musiał myśleć o ich odstąpieniu. W ten sposób rajskie ryby, gdyż tak je zaczęto nazywać, dotarły w roku 1873 do Niemiec i Londynu, a w roku 1890 — do Pragi. Nie wiemy dokładnie, kiedy rozpoczęto hodowlę makropodów w Polsce. W każdym razie Nussbaum wspomina o nich już w roku 1886 jako o rybce dość łatwo dostępnej i zachęca do jej hodowli.

Drugim ważnym dla akwarystów wydarzeniem, które może w sposób nie mniejszy niż rozpowszechnienie makropodów zadecydowało o dalszym jej rozwoju, było sprowadzenie w roku 1894 z Paryża do Moskwy, skąd właściwie dopiero rozeszły się po Europie, pięknych ryb zwanych z powodu wojowniczego usposobienia samców — bojownikami (*Betta splendens*). Bojowniki, które w warunkach naturalnych żyją na Malajach, w Wietnamie i Syjamie hodowane już były od wielu lat przez Syjamczyków, którzy na wzór malajskich walk kogutów organizowali walki między bojownikami należącymi do różnych właścicieli, stawiając na swoich faworytów pewne sumy pieniężne.

Piękne, różnorodnie ubarwione i łatwe do hodowli bojowniki, podobnie jak makropody, przyczyniły się do wielkiego wzrostu zainteresowania akwarystyką i do szukania w egzotycznych krajach nowych gatunków ryb, które by z powodzeniem mogły być hodowane przez wzrastającą rzeszę miłośników akwariów.

Początek bieżącego stulecia to okres dalszego upowszechniania akwarystyki i powstania pierwszych stowarzyszeń, zrzeszających miłośników akwarium. W całej Europie i Ameryce pojawiać się zaczynają pierwsze czasopisma fachowe, które mają ułatwić wzajemną wymianę poglądów i doświadczeń. Wiele z tych pism wyszło na stałe do literatury światowej, a niektóre z nich ukazują się do dnia dzisiejszego. Wystarczy, że wspomnimy tu znane amerykańskie i angielskie *Aquatic Life*, *The Aquarium*, *The Aquarist* and *Pond-Kee-*

per, doskonale niegdyś redagowane czeskie *Aquaristické listy*, francuskie *Le Poisson Exotique* i niemieckie *Blätter für Aquarien und Terrarienkunde*, *Das Aquarium* i wiele innych.

Akwarystyka na ziemiach polskich, w dobie podziału między trzech zaborców, rozwija się w warunkach odmiennych i trudniejszych niż na zachodzie. Niemniej jednak i u nas znalazła ona wielu zwolenników. Wielkie zasługi na polu jej rozpowszechnienia położył wspomniany już wyżej, późniejszy polski biolog i ewolucjonista Józef Nusbaum-Hilarowicz, który już w roku 1886 na łamach wychodzącego już wtedy czasopisma przyrodniczego „Wszechświat” rozpoczął druk cyklu artykułów, w których podał zasady prawidłowej i opartej o zdobycze naukowe hodowli ryb akwariowych i innych zwierząt wodnych.

Również w okresie międzywojennym działalność powstających we wszystkich większych miastach towarzystw miłośników akwariów i terrariów związana była z wieloma trudnościami. Poza nielicznymi broszurami, które ukazały się nakładem wielce zasłużonej dla propagowania nauk przyrodniczych księgarni wydawniczej B. Kotuły w Cieszynie, oraz książeczek St. Sosnowskiego (1927), Z. Loreca (1924 i 1936) i kilku innych, — brak elementarnych, ogólnych opracowań na rynku księgarskim, niestety, nie wpłynął dodatnio na propagowanie zdobyczy akwarystki i popularyzowanie jej między młodzieżą. Czasopismo *Aquarium i Terrarium* zakładane dwukrotnie, w roku 1925 i 1935, borykało się bezustannie z trudnościami finansowymi, których nie mogła pokonać nawet ofiarą i pełną samopoświęcenia praca re-

daktora z pierwszego okresu swojego pojawiania się, Z. Loreca, a później również A. K. Wernera. Mimo wielokrotnych apelów do członków Towarzystwa i do społeczeństwa *Aquarium i Terrarium*, przez nikogo nie subsydiowane, musiało ostatecznie w roku 1936 po raz drugi przerwać swoją działalność.

Po długoletniej przerwie, pod koniec roku 1955, zaczęły pojawiać się pierwsze numery wydawanego przez Spółdzielnię Inwalidów *Aquarium*, miesięcznika *Hodowla ryb w akwarium*, w których głównym autorem artykułów pozostaje nadal, podobnie jak przed wojną, jeden z nestorów polskiej akwarystyki — Z. Lorec. Czas również, aby polscy miłośnicy akwariów zorganizowali ponownie swoją działalność. Pozwoli im to nie tylko na wymianę doświadczeń między sobą, ale umożliwi również nawiązanie kontaktów z bratnimi stowarzyszeniami za granicą.

*

Związek akwarystyki z naukami przyrodniczymi, które od samego początku tak wyraźnie uzależniały jej rozwój, dziś staje się ściślejszy niż kiedykolwiek. Szereg drobnych na pozór spostrzeżeń, zbieranych jednak i sprawdzanych przez dziesiątki lat, przyczyniło się do wyjaśnienia niejednego zagadnienia naukowego. Zagadnienie chorób ryb, zagadnienie ich płodności i rozmnażania, znaczenie składu wody, jej twardości i wiele innych tematów, były zawsze ośrodkiem zainteresowania miłośników akwariów i prawidłowości przez nich ustalone rozwiązały nie tylko wiele problemów praktycznych dla gospodarki rybnej, ale weszły na trwałe do nauki.

JERZY SCHRAMM (Poznań)

WPŁYW DROBNOUSTROJÓW NA PROCES ROSZENIA BIOLOGICZNEGO ROŚLIN WŁÓKNISTYCH

Sposoby wydobywania włókna z roślin włóknistych znane były ludziom już w zamierzchłej przeszłości. Istnieją uzasadnione poszlaki, że starożytni Egipcjanie, Grecy i Rzymianie pierwotnie z roślin włóknistych uprawiali tylko len. Dopiero w I wieku p. n. e. konopie rozpowszechniają się w basenie Morza Śródziemnego. Późniejsze dane z okresu Cezarów potwierdzają znajomość uprawy i przerobu zarówno lnu jak i konopi wśród Gallów, Germanów i Słowian. Ludy te posiadały już swoiste sposoby uprawy, rosznienia i międlenia, tradycyjnie przekazywane z pokolenia na pokolenie. Metody te jedynie z nieznacznymi zmianami przetrwały do naszych czasów w wiejskim przerobie chałupniczym.

W czasach starożytnych, a potem i w średniowieczu nie umiano sobie wytłumaczyć przyczyn i istoty procesów zachodzących w czasie rosznienia. Dopiero genialny umysł L. Pasteura skierował badania w tej dziedzinie na właściwe tory. Zasługą jego jest obalenie teorii samoródtwa odnośnie do mikroorganizmów oraz wykrycie ścisłego związku między zachodzącymi pro-

cesami fermentacji a obecnością specyficznych drobnoustrojów fermentacyjnych w ulegającym fermentacji podłożu. W roku 1856 stwierdził Pasteur, że każdy rodzaj fermentacji jest wywołany procesem przemiany materii u określonego rodzaju drobnoustrojów. Rozwinięły się następnie nowe gałęzie wiedzy: mikrobiologia i enzymatyka, wyjaśniające nam szereg procesów biochemicznych wykorzystywanych w praktyce. Enzymatyczne działanie drobnoustrojów wykorzystujemy dziś w wielu gałęziach przemysłu rolnego i spożywczego. Piwowarstwo, gorzelnictwo, serowarstwo, kiszenie pokarmów i pasz, produkcja drożdży, octu, wina i wielu innych artykułów konsumpcyjnych i użytkowych oparte są w swych podstawach na aktywnym działaniu mikroorganizmów.

Jedną z dziedzin, w której drobnoustroje wytwarzając enzymy pektynolityczne odgrywają zasadniczą rolę, jest rosznienie słomy roślin włóknistych. W obecnych czasach na skalę przemysłową wydobywanie włókna z roślin włóknistych można przeprowadzić 4 metodami.



Ryc. 1. Fragment płaskorzeźby przedstawiający wyrywanie, odziarnianie, miedlenie i trzepanie lnu w starożytnym Egipcie

Metoda mechaniczna (dekortykacja) polega na oddzielaniu włókna wraz z naskórkiem od drewnika przez skrobiąco-trzepiące działanie części roboczych maszyn. Włókno w ten sposób otrzymane nazywamy włóknem zieleńcowym. Nie posiada ono delikatności i elastyczności ze względu na obecność naskórka i kłejów roślinnych. Włókno zieleńcowe, poddawane w formie niedoprzędu gotowaniu w roztworach ługu, nabiera szlachetności, elastyczności i przedności.

W metodzie chemicznej działamy na surowiec roztworami alkaliów lub kwasów. Usuwamy w ten sposób kleje roślinne (pektyny) wiążące włókno z naskórkiem i drewnikiem, co znacznie ułatwia późniejsze wydzielanie włókna przy pomocy maszyn trzepiących.

W metodzie termicznej rozkładającą rolę chemikaliów zastępuje działanie gorącej wody lub pary pod zwiększonym ciśnieniem. Metody te nie są jednak stosowane w przemyśle na szerszą skalę ze względów ekonomicznych lub z powodu otrzymania w ten sposób często gorszej jakości włókna. Ze znanych sposobów przerobu metoda biologiczna dzierży dotychczas niepodzielnie primat.

Metoda biologiczna, zwana popularnie roszeniem, może być przeprowadzana sposobem siania lub moczenia, względnie kombinacją obu tych sposobów. Biologiczny charakter przebiegających procesów nadał tej metodzie nawet swą nazwę. Dominującą rolę w roszeniu biologicznym odgrywają drobnoustroje, głównie bakterie i grzyby. Obok zakładów roszarniczych, w których prowadzi się moczenie i wstępną przeróbkę włókien łykowych, ludność wiejska otrzymuje włókno sposobem chałupniczym, stosowanym już od pradziadków. We wsiach moczenie słomy lnianej czy konopnej jest przeprowadzane w wodach bieżących, stawach lub specjalnie w tym celu kopanych dołach, zwanych moczidłami. Zamoczone snopki obciąża się kamieniami, by nie wypływały ku górze. Moczenie takie trwa, w zależności od temperatury i właściwości wody oraz od jakości i stopnia dojrzałości słomy — kilkanaście dni. Praktycznie dostateczny stopień wyroszenia bada się na wyjętych źdźbłach słomy, próbując w rękę oddzielać włókno od drewnika. Łatwe oddzielanie się pasemek włókna sygnalizuje konieczność zaprzestania dalszego moczenia, w przeciwnym bowiem razie słoma ulegnie przeroszeniu, w wyniku czego włókno będzie słabsze, a jego wydajność niższa.

Na skalę przemysłową przeprowadza się moczenie w zakładach roszarniczych, posiadających do tego celu odpowiednie zbiorniki betonowe. Zbiorniki te zaopatrzone są w urządzenia służące do napełniania i spuszczenia wody oraz w system rur umożliwiających podgrzewanie. Moczenie w ciepłej wodzie po raz pierwszy zastosował w Anglii Schenk w roku 1846, przyczyniając się do znacznego skrócenia czasu roszenia.

W ciepłej bowiem wodzie rozwój bakterii rozeniowych przebiega znacznie szybciej. Wyroszony surowiec, przed dalszą przeróbką mechaniczną, suszy się sposobem naturalnym na wolnym powietrzu lub po wyżymaniu poddaje się go działaniu wysokiej temperatury w specjalnych suszarkach fabrycznych.

Obok właściwości surowca, który winien być możliwie jednolity, zebrany w odpowiednim stadium dojrzałości, ważną rolę odgrywa jakość wody używanej do roszenia. Wody czyste, miękkie, bez zawartości żelaza uważane są za pożądane. W celu skrócenia czasu roszenia można stosować dodatek pożywek mineralnych, np. azotowo-fosforowo-potasowych, wpływających na szybszy rozwój bakterii rozeniowych.

Całość procesu roszenia w ciepłej wodzie można podzielić na trzy fazy:

1) Faza fizyczna, w której następuje głównie ługowanie związków rozpuszczalnych — soli mineralnych, barwików, garbników, cukrów i częściowo białek. Mikroorganizmy nie działają wówczas jeszcze czynnie w rozkładzie pektyn. Płyn rozeniowy przybiera barwę brunatną, wydobywają się pęcherzyki powietrza wypierane spomiędzy łądyg i z kanałów rdzeniowych.

2) Faza wstępna biologiczna, rozpoczyna się po ukończeniu ługowania. Płyn rozeniowy mętnieje, związki węglowodanowe przechodzą w kwasy, wydobywają się pęcherzyki gazów: wodoru, azotu i bezwodnika węglowego. Początkowo powstająca delikatna biała piana staje się ciemnożółta.

3) Faza roszenia biologicznego. W tym okresie następuje intensywny rozkład związków pektynowych pod wpływem działania mikroorganizmów. Wydzielają się kwasy tłuszczowe, głównie zaś kwas masłowy, posiadający ostry nieprzyjemny zapach. Na powierzchni płynu rozeniowego z piany tworzy się gruba warstwa śluzowatego kożucha, w którym rozwija się szereg pleśniaków.

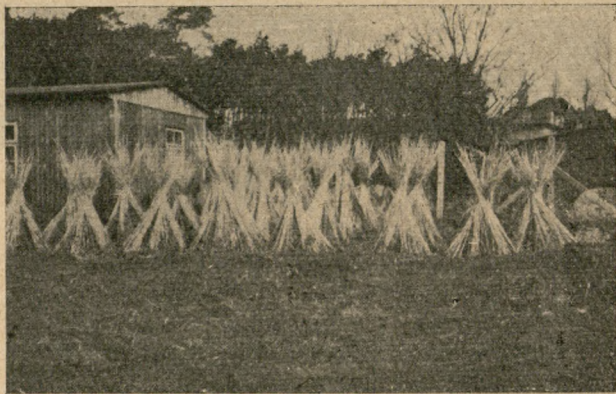
Wzrastająca w miarę postępu procesu roszenia kwasowość płynu wpływa na rozwój mikroorganizmów i na jakość włókna, dlatego w wielu roszarniach stosują przepłukiwanie basenów i częściową zmianę wody w czasie roszenia. Gdy stwierdzi się, że surowiec został już właściwie wyroszony, przed spuszczeniem płynu należy usuwać powstały na powierzchni kożuch. Stwarzał on uprzednio korzystne warunki dla rozwoju w basenie bakterii beztlenowych, ograniczając dostęp powietrza, zanieczyściwszy jednak surowiec spowodowałby obniżenie jakości włókna.

Roszenie przeprowadzane również bywa metodą siania. Surowiec jest wówczas rozścielany cienką warstwą na łąkach lub polach, gdzie pod wpływem rozwoju drobnoustrojów tlenowych następuje rozkład substancji pektynowych. Dzięki okresowemu nawilżaniu przez rosę lub deszcz następuje rozwój pożądanej mikroflory.

Aby stopień wyroszenia był jednolity, konieczne jest odwracanie rozścielonej słomy. Stosunkowo najkorzystniejsze warunki dla siania występują późnym latem, gdy pojawiają się obfite rosy, a słońce i wiatry nie działają zbyt susząco. Przy braku dostatecznego nawilżenia i przy suszącym działaniu wiatru lub słońca czas konieczny do odpowiedniego wyroszenia słomy może się znacznie przedłużyć.

Celem roszczenia (zarówno moczenia, jak i siania) jest rozpuszczenie i usunięcie z łodyg roślin włóknotwórczych substancji wiążących i zespalających wiązki włókna z otaczającymi je tkankami. W prawidłowych i normalnych warunkach roszczenia winna ulec rozkładowi część klejów roślinnych, zwanych pektynami. Tego rodzaju reakcję biochemiczną, zachodzącą pod wpływem enzymów wydzielanych przez drobnoustroje, nazywamy fermentacją pektynową. Pektyny są to związki wysokocząsteczkowe kwasu poligalakturonowego, których głównym składnikiem jest pektynian wapnia. Ogólna ilość pektyn w łodygach lnu wynosi około 8%, przy roszczeniu rozkładowi ulega 3—4% pektyn. Pektyny rozkładające się pod wpływem enzymów wytwarzanych przez mikroorganizmy można wydzielić również chemicznie, traktując słomę w niskich temperaturach szczawianem amonu. Pektyny te zostały nazwane ogólnie pektyną A. W lnie odpowiednio wyroszonym zawartość jej jest znikoma. Stosunkowo więcej pektyny A występuje w komórkach naskórka. Poza pektyną A wyróżniono pektynę B, która zasadniczo nie ulega rozkładowi pod wpływem enzymów wydzielanych przez drobnoustroje. Pektyny A i B są zawarte w mniejszej lub większej ilości we wszystkich częściach łodyg lnu. Pektyna B, nie ulegając rozpuszczeniu, pozostaje we włóknie, spajając jego elementarne włókienka i nadając przez to włóknu i sporządzonym tkaninom pewną sztywność. Własności tych jest pozbawione włókno lniane poddane kotonizacji. W procesie kotonizacji wykorzystuje się rozkładające działanie alkaliów na pektyny A i B. Połączenia pektynowe ulegają rozluźnieniu i zniszczeniu, a włókno rozdziela się na krótkie włókienka elementarne lub kompleksy włókienek. Z takiego surowca można otrzymać przędzę podobną w swych właściwościach do przędzy bawełnianej.

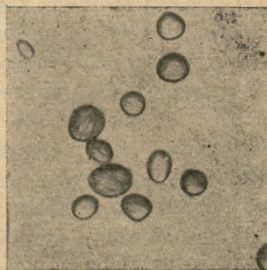
Wyróżniamy dwie wielkie grupy bakterii biorących udział w procesie roszczenia. Przy dostatecznym dostępie tlenu atmosferycznego rozwijają się intensywnie różne typy bakterii tlenowych — aeroby, w środowisku pozbawionym dostępu tlenu rozwijają się beztlenowce — anaeroby. W trakcie roszczenia słomy przeprowadzanego metodą moczenia enzymy pektynolityczne wytwarzane są przez bakterie, w czasie siania lub roszczenia metodą okresowego nawilżania surowca rozkład pektyn jest powodowany działaniem niższych grzybów z rodziny workowców i pleśniaków. Udział bakterii w czasie siania może odgrywać pewną rolę, gdy występują długotrwałe słoty i deszcze, lub w wypadku zalania rozestanej na łąkach słomy. Wszędobylskie te mikroorganizmy, znalazłszy się w korzystnych dla siebie warunkach, rozmnażają się z żywiołową siłą. Dostają się one do zbiorników, w których przeprowadzamy moczenie, z dopływem wody, z cząstkami ziemi, z kurzem i pyłem, a w największej ilości wraz z przeznaczonym



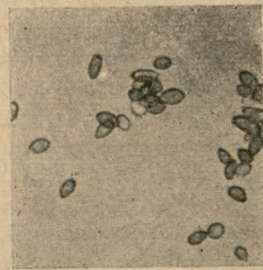
Ryc. 2. Polowe suszenie wyroszonych konopi w stożkach

do moczenia surowcem. W basenach poza tym źródłem zakażenia bakteryjnego są zarówno ściany, jak belki i kraty przytrzymujące zanurzony surowiec. Jedynie w niektórych wypadkach stosujemy hodowle wyizolowanych czystych kultur bakteryjnych, którymi następnie zakażamy wodę i surowiec.

Pierwszym, który zwrócił uwagę na substancje pektynowe, był badacz francuski Bracannot, który w r. 1824 wykrył pektyny w tkankach i sokach roślinnych. Następnie w r. 1863 Kolb, badając włókno roślin w czasie roszczenia, pierwszy zajął stanowisko, że zasadniczą rolę odgrywa tu proces fermentacji pektynowej. W dwa lata potem Trecul wykrył w nastoju roślinnym bakterie barwiące się jodem na kolor ciemnognatowy. Nie znalazł jeszcze jej własności pektynolitycznych. Bakterię tę opisał w roku 1879 Van Tieghem, dając jej nazwę *Bacillus amylobacter*. Ówczesny badacz związków pektynowych, Mangin, przypisywał tej bakterii rozkładające działanie pektyn roślin włókniстых. Jest to jedna z najważniejszych roszceniowych bakterii beztlenowych, występująca powszechnie podczas rozkładu substancji roślinnych. Bakteria ta enzymami swymi rozpuszcza pektyny nie atakujące zupełnie celulozy, dzięki czemu nie uszkadza włókien lękowych. Nazwa *amylobacter* pochodzi od zawartości skrobi (*amylum*) w ziarnkach plazmatycznych. Po raz pierwszy bakteria ta została wyodrębniona w czystej kulturze przez A. Friebesa i wspólnie z Winogradskim opisana w 1895 roku pod nazwą *Plectridium*. Szczegółowe badania nad tą bakterią prowadzili Holendrzy Beijerinck i van Delden. Otrzymała ona nazwę *Granulobacter pectinovorum*, ze względu na obecność w plazmie ziarenek (granul) za-



Ryc. 3. Zarodniki *Rhizopus nigricans* (900×powiększone)



Ryc. 4. Zarodniki *Cladosporium herbarum* (900×powiększone)

wierających skrobię. Badacze ci wykryli również pokrewną bakterię *Granulobacter urocephalum*, występującą jednak stosunkowo rzadko i jakoby raczej pod koniec moczenia. W tym samym czasie Stoermer w Monachium wyhodował pokrewny szczep, który nazwał *Plectridium pectinovorum*. Według jego badań czysta kultura tej bakterii nie wykazuje aktywności w czasie rośnięcia, dopiero w symbiozie z organizmami pochłaniającymi tlen bakteria ta intensywnie się rozwija działając pektynolitycznie. Uczeń węgierscy Varga i Csocos potwierdzili badania Stoermers. Scharfinger wyhodował *Bacillus macerans* współdziałający w procesie rośnięcia, a Behrens wyodrębnił *Clostridium* obecne w czasie moczenia konopi. Wyżej wymienione bakterie, prawie identyczne w swych zasadniczych cechach, nazwał ogólnie Bredemann amylobakteriami. Należy zaznaczyć, że wyróżnianie nowych form zwłaszcza spośród bakterii beztlenowych może prowadzić często do nieporozumień. Występuje bowiem wśród nich duża skłonność do zmian swych właściwości, badania zaś w oderwaniu od środowiska, w którym ściśle współżyją z innymi organizmami, wywołują trudności w identyfikacji poszczególnych szczepów.

Nie można pominąć odkrycia dokonanego przez D. Carbone z 1917 r. Badacz ten odkrył nową beztlenową bakterię pektynolityczną, którą nazwał *Bacillus felsineus*. (Nazwa pochodzi od miasta Bolonii dawniej zwanego Felsina). Carbone hodował *Bacillus felsineus* razem z jakimś ziarnkowcem oraz pewnym gatunkiem drożdży (*Sacharomyces ellipsoideus*). Drożdżaki te, intensywnie pochłaniające tlen z otoczenia, sprzyjają rozwojowi *Bacillus felsineus*, jako wybitnemu beztlenowcowi. Rosząc metodą D. Carbonego przygotowuje się z kultur bakteryjnych specjalny zaczyn zwany felsinosimą, który wprowadza się następnie do basenów rozszarniczych. Metoda ta znalazła duże zastosowanie głównie przy rośnięciu konopi włoskich. Prace nad *Bacillus felsineus* prowadzili Ruschmann i Bavendamm uzyskując w 1925 r. czyste hodowle tej bakterii. Badacze holenderscy A. D. Orla-Jensen i A. J. Kluyver w roku 1939 stwierdzili, że *Bacillus felsineus* w rozszarniach w Belgii i Holandii odgrywa dominującą rolę, zaś Seliber z Leningradu wykazał jej rozpowszechnienie na szerokim obszarze ZSRR.

Typową bakterią beztlenową rozkładającą pektyny jest *Bacillus comesii* (od nazwiska Oragio Comes), wyodrębniony przez Rossiego w roku 1907 z dużej grupy *Bacillus mesentericus*. Opracował on następnie metodę posługiwanie się tym mikroorganizmem w rozszarnictwie, stosując intensywne przedmuchiwanie powietrzem płynu i surowca roszzonego. Do rośnięcia używa się czystych kultur *Bacillus comesii* odpowiednio rozmnożonych i przygotowanych w laboratorium. Przy rośnięciu tą metodą następuje obfite wytwarzanie się piany, a odczyn płynu rozeniowego jest prawie obojętny. Następuje całkowity rozkład substancji bezazotowych wyciągowych oraz barwików, w skutek czego włókno jest jasne i czyste. Daleko posunięty rozkład pektyny A powoduje łatwe wydzielanie włókna. Przy przedłużającym się procesie rośnięcia nie ulegają

uszkodzeniu błony celulozowe, toteż włókno nie traci na wytrzymałości. Z innych bakterii tlenowych stosunkowo niedawno Z. Markowa wyodrębniła *Clostridium pscovianum*, zaś Makrinow wyizolował *Bacterium apocyni*, *Bacillus cannabinus* oraz *Pectinobacter amylophilum*, pozwalający na kilkakrotne moczenie w tym samym płynie rozeniowym.

W rośnięciu słomy na polach lub łąkach metodą siania zasadniczy udział w rozkładzie pektyn biorą grzybki z gromady workowców (*Ascomycetes*) i pleśniaków (*Phycomycetes*). Udział bakterii w normalnych warunkach jest bardzo ograniczony. Z bakterii tlenowych mogą odgrywać pewną rolę w czasie siania *Bacillus astersporus*, *Bacterium coli*, różne typy *Bacillus mesentericus*, czasem w służbie pojawia się beztlenowiec *Granulobacter pectinovorum*. Z pleśniaków rozpowszechniony jest *Rhizopus nigricans*, zwany dawniej *Mucor stolonifer*. Wytwarza on swe brunatne strzępki na wilgotnych łodygach słomy przy niezbyt niskiej temperaturze. Pleśniak ten nie atakuje celulozy, dlatego jego rozwój jest specjalnie pożądanym. Równie często występuje *Mucor plumbeus* zbadany przez Ruschmanna, wymagający do swego rozwoju temperatury ponad 10°C. W niższych temperaturach rozwija się głównie *Mucor hiemalis*, toteż w rośnięciu zimowym na śniegu i wczesnowiosennym odgrywa on ważną rolę. Przedstawicielem workowców jest *Cladosporium herbarum*. Grzybek ten rozwija się nawet w chłodniejszej temperaturze, a na zmienione warunki środowiskowe reaguje, wytwarzając szereg odmiennych nieco form morfologicznych. Intensywniej rozwija się w drugiej połowie okresu siania wypierając stopniowo pleśniaki, tak że pod koniec rośnięcia odgrywa on zwykle główną rolę. Stosunkowo szybko rozkłada związki pektynowe zawarte w słomie lnianej, działając dłużej rozkłada substancje międzykomórkowe oraz celulozę, powodując przeroszenie słomy pociągające za sobą obniżenie wydajności i mocy włókna. Na uwagę zasługują również osiągnięcia P. Ehrlicha i I. Bendera, którzy zdołali wyhodować bardzo aktywnie działającego swymi enzymami na związki pektynowe pleśniaka *Penicillium ehrlichii*.

Wszechstronne badania nad mikroorganizmami fermentacji pektynowej nie są zakończone. W szeregu laboratoriów i zakładów naukowych prowadzi się wytrwale prace w celu opracowania nowych, lepszych metod rośnięcia, oraz poznaje się biologiczne właściwości pektynolizujących bakterii i grzybów.

U nas jedną z placówek naukowo-badawczych jest między innymi Instytut Przemysłu Włókien Łykowych, z siedzibą w Poznaniu, który prowadzi doświadczenia, badania i obserwacje, udzielając przemysłowi wytyczne właściwej technologii przerobu. W tym celu np. badano problem stosowania różnych kombinacji pożywek mineralnych pobudzających rozwój mikroorganizmów pektynolitycznych powodujących skrócenie czasu rośnięcia. Rozpatrywane jest zagadnienie ilości i jakości wydzielanych w czasie fermentacji pektynowej kwasów i gazów. Robi się obserwacje nad ilością wylugiwanych substancji w różnych okresach rośnięcia oraz nad zmianami odczynu płynu rozeniowego, jego barwy i charakteru, kontrolując równocześnie stopień wyroszenia

surowca. Prowadzi się doświadczenia nad częściową zmianą wody w czasie rośnięcia w celu zmniejszenia kwasowości płynu oraz nad dodatkami różnych związków alkalicznych, neutralizujących kwasowość środowiska. Opracowuje się metodę tzw. podwójnego rośnięcia w celu uzyskania lepszej jakości włókna. Przeprowadza się próby nad dodatkiem pewnej ilości płynu poroszeniowego lub uprzednio już wyroszonego surowca do nowoładowanych basenów, w celu szybszego wzrostu flory bakteryjnej. Pracuje się nad hodowlami wyizolowanych szczepów bakterii, badając ich właściwości rozwoju i zdolności pektynolityczne. Przeprowadza się obserwacje nad symbiozą bakterii rośnieniowych z innymi mikroorganizmami. Bada się wpływ fermentów wydzielonych z bakterii pektynolitycznych na proces rośnięcia i szereg innych zagadnień.

Rola więc krajowych i zagranicznych placówek naukowo-badawczych w opracowywaniu nowych, lepszych i ekonomiczniejszych metod przerobu jest olbrzymia. Wymiana pomysłów, doświadczeń i osiągnięć z pokrewnymi placówkami naukowymi przyspiesza i ułatwia rozwiązanie szeregu zagadnień. Młody przemysł roszarniczy, nie posiadający tradycji i rutyny, napotyka na drodze swego rozwoju szereg niedostatecznie jeszcze zbadanych i zanalizowanych problemów, toteż czeka na właściwe i ekonomiczniejsze rozwiązania techniczne w poszczególnych etapach produkcji.

Miejmy nadzieję, że praca naszych placówek naukowych da pewien wkład o istotnej wartości dla tej gałęzi przemysłu rolnego.

JADWIGA ZŁOTORZYCKA (Wrocław)

WSZOŁY I ICH BIOLOGIA

Wszóły (*Mallophaga*) stanowią ciekawą grupę owadów, zbliżoną do wszy (*Anoplura*), ale filogenetycznie od niej starszą. Posiadają one w przeciwieństwie do wszy tułów podzielony na 2—3 segmentów. Ich narządy pyszczkowe należą do typu gryzącego, a wszy do typu kłująco-ssącego. Systematycznie wszóły dzieli się na dwa podrzędy: *Amblycera* (o czułkach buławkowatych) i *Ischnocera* (o czułkach nitkowatych); natomiast biologicznie można je podzielić na dwie grupy, z których jedna pasożytuje na ptakach, a druga na ssakach. W tym artykule będzie mowa tylko o wszółach żyjących na ptakach (ryc. 1).

Wszóły są owadami grzbieto-brzusznymi spłaszczonymi o ciele okrągłym, owalnym lub wrzecionowatym. Często występuje wyraźny dymorfizm płciowy, przejawiający się w wielkości i kształcie czułków. Długość ciała wszółów waha się w granicach od 1 do 10 mm, przeważają jednak formy małe o długości 2—3 mm.

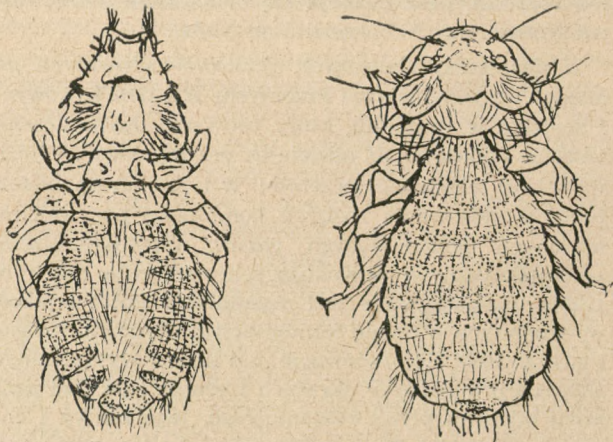
Wszóły za pomocą pazurków i włosków umieszczonych po całym ciele doskonale trzymają się piór żywiciela, żerując w partiach nasadowych upierzenia. Pasożytnictwo ich może być „niewinne“ polegające tylko na zjadaniu złuszczonego naskórka ptaka. Może być

jednak dla żywiciela groźniejsze, gdy owady obgryzają pióra u nasady. Niektóre gatunki mogą żerować wewnątrz stosiny pióra. Znane są również wypadki nagryzania skóry ptaka i żywienia się jego krwią, chociaż narządy pyszczkowe wszółów nie wykazują żadnych specjalnych przystosowań do tej czynności. Niektóre gatunki przeszły wyłącznie na ten tryb życia, np. rodzaj *Tetraphthalmus* żyjący na pelikanach. Wszóły te w młodości wędrują z upierzenia głowy do wnętrza worka podżuchwowego u ptaka i tam przebywają stale żywiąc się wyłącznie krwią. Jedynie samice okresowo wydostają się na powierzchnię głowy, ażeby złożyć jaja na piórach. Taki tryb życia jest filogenetycznie młodym nabytkiem.

Samice wszółów składają jaja między promieniami piór. Rozwój od jaja do imago trwa około 3—4 tygodni. Wszóły po wylęgnięciu się z jaj są prawie pozbawione pigmentu, który dopiero później stopniowo się wytwarza. Ubarwienie starszych larw jak form dojrzalszych zależy nie tylko od ich przynależności gatunkowej, ale również od ogólnej barwy żywiciela. Na ciemnych ptakach występują formy ciemniejsze a na jasnych — jaśniejsze. Larwy przechodzą przeobrażenie niezupełne. Po kilku wylinkach (3—5) osiągają dojrzałość płciową.

Ptaki zarażają się wszółami jeszcze w gniazdach od rodziców lub w czasie gromadnych przelotów i noclegów. Również często zarażają się przez bliższy kontakt ze sobą. Np. kukułki zarażają się wszółami tylko w czasie kopulacji. Dzięki temu posiadają faunę wszółów bardzo charakterystyczną, różną od fauny ptaków w gniazdach, w których przebywały jako pisklęta. Przekonano się, że na młodych kukułkach przebywających w gnieździe nie ma wszółów. Jeżeli na młodą kukułkę przewędruje wszół pasożytujący na ptaku-opiekunie, to w krótkim czasie ją opuszcza.

Wszóły mogą być przenoszone przez muchy w rodzaju *Ornithomyia*, pasożytujące na ptakach. Przyczepiają się one pazurkami do włosków na odwłoku muchy przebywającej w gnieździe lub na samym ptaku i są biernie przenoszone do innego gniazda lub na innego



Ryc. 1.

ptaka. Sposób ten nie jest rzadki i spotykano muchy, do których odwłoków była przyczepiona znaczna ilość wszołów (ryc. 2).

Ilość gatunków i osobników wszołów żyjąca na danym ptaku zależy od rozmaitych czynników. Niektóre z nich można określić prostymi formułami. Ilość pasożytujących osobników jest wprost proporcjonalna do wielkości żywiciela. Również w parze z tym idzie przy-

bliżona proporcjonalność wymiarów pasożyta i żywiciela. Oczywiście, występują wyjątki od tych zasad np. wszystkie ptaki krukowate słyną z obfitości wszołów z wyjątkiem sójki. Możliwe, iż jej delikatne jedwabiste upierzenie nie sprzyja tak rozwojowi wszołów jak twarde upierzenie wrony czy gawrona. Drobne ptaki mają na



Ryc. 2.

ogół ubogą faunę wszołów, a na niektórych gatunkach, np. czyżkach jeszcze ich nie znaleziono.

Dubinin przeprowadził bardzo ciekawe badania nad *Ibis falcinellus*. Wyniki tych badań obrazujące stopniowe zarażanie się piskląt w związku z postępującym ich wzrostem i wielkością pasożytów ujął w podaną tabelkę (tabl. 1).

	<i>Colpocephalum Ferrisia</i>	<i>Menopon plegadis</i>	<i>Ibidoecus bissignatus</i>	<i>Esiotpterum rhapidium</i>
Rozm. wszołów w mm	1—1,68 × 0,7	2 × 0,9	2,96 × 1	3,28 × 0,4
Czas zarażania	1 dzień	3 dzień	8 dzień	14 dzień
Długość lotek w mm	—	11	41	92
Długość piór grzbietu	—	—	43	75

Wynika z niej jasno, że im mniejsze wszoły tym szybciej przechodzą na żywiciela. Podaje ona również, że na małym ptaku występuje mała ilość drobnych wszołów, a większa ilość większych wszołów na większym ptaku. Przykład ten chociaż dotyczy piskląt, odzwierciedla analogiczne stosunki u ptaków dorosłych należących do różnych grup systematycznych.

Przy określaniu intensywności zarażenia, trzeba brać pod uwagę porę roku, związaną z nią gęstość upierzenia oraz stan zdrowotny żywiciela. Największa ilość wszołów przypada na miesiące chłodne, gdy ptak ma gęste upierzenie, zaś najmniejsza lub kompletny brak pasożytów na porę letnią a szczególnie na okres pierzenia. Dowodzi to wielkiej wrażliwości ekologicznej wszołów.

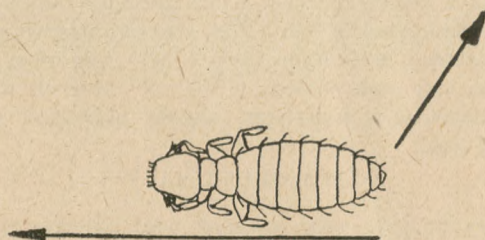
Stan zdrowia ptaka wpływa także na ilość wszołów, która wzrasta u ptaków chorych.

Zależność między ilością gatunków pasożytujących

na danym gatunku ptaka można ująć w regułę parazytogenetycznej korelacji, która mówi, że grupy bardziej zróżnicowane systematycznie wykazują również większą różnorodność pasożytów. Reguła ta odnosi się do większych jednostek systematycznych. Np. ptaki krukowate i wróblowate posiadają 4—5 rodzin wszołów z dużą obfitością gatunków, a strusie i kazuary mają wszoły z jednej rodziny każdy, przy czym każda rodzina ma tylko jeden rodzaj.

Poszczególne gatunki wszołów osiedlają się w określonych miejscach ciała ptaka. Najwięcej wszołów znaleźć można na głowie szczególnie w okolicy dzioba, nieco mniej na tułowiu. Są to wszoły przeważnie owalnego kształtu, związane z drobnym upierzeniem. Natomiast na piórach pokrywowych skrzydeł i na piórach grzbietowych spotykamy formy mocno wydłużone. Są one na ogół ruchliwsze od wszołów występujących na innych częściach ciała i poruszają się w charakterystyczny sposób (ryc. 3).

Znajomość fauny pasożytniczej może prowadzić do wyświetlenia niektórych związków filogenetycznych pomiędzy ptakami. Prace takie prowadził między innymi Kellog, który ustalił stopień pokrewieństwa między *Struthionies* Afryki, *Rheiformes* Południowej Ameryki i *Casuariiformes* Australii właśnie na podstawie ich wszołów.



Ryc. 3.

Ptak, opadnięty dużą ilością wszołów, które ciągle poruszają się na jego ciele, zjadają złuszczone naskórek i co gorsza podgryzają młode pióra — odczuwa swędzenie, które wywołuje u niego odruch drapania się. Powstają w ten sposób uszkodzenia naskórka otwierające drogę rozmaitym bakteriom. Poza tym zaniepokojone ptaki tracą apetyt, a co za tym idzie — chudną. Moment ten jest szczególnie ważny w hodowli ptactwa domowego. U młodych ptaków silnie zaata-



Ryc. 4.

kowanych przez wszoły występują zaburzenia we wzroście, a przy dużej ilości pasożytów dochodzi zawsze do cherlactwa i wzmożonej śmiertelności ptaków.

Ptaki mogą poniekąd same zwalczać wszoły, energicznie strzepując się i drapiąc. Wiele wszołów spada wtedy na ziemię. Niektóre ptaki, głównie kurowate, „kąpią się” w piasku lub w pyłe oczyszczając swe ciała z pasożytów. Dubinin badał piasek, w którym kąpały się ptaki i znalazł w nim dużą ilość wszołów i kleszczy. Jeżeli różne ptaki kąpią się w tym samym piasku, to

zarażają się wszołami swoich poprzedników. Ostatnie badania wykazały, iż wiele ptaków posługuje się mrówkami celem dezynsekcji piór. Ptak chwytając dziobem mrówkę i pociera nią swe pióra szczególnie pod skrzydłami (ryc. 4). Dezynsekcji dokonuje tu kwas mrówkowy.

W hodowlach ptactwa zwalcza się wszoły przez niszczenie ich na żywicielach środkami owadobójczymi, dezynsekcję pomieszczeń i postępowanie profilaktyczne (czyste utrzymywanie pomieszczeń ptasich).

Z. SKRZATÓWNA (Toruń)

WYKORZYSTANIE ZMIANY STOSUNKU $0^{18}/0^{16}$ JAKO TERMOMETRU GEOLOGICZNEGO

Izotopy promieniotwórcze zarówno jak i niepromieniotwórcze pozwoliły rozwiązać już cały szereg interesujących problemów z różnych dziedzin nauki, a między innymi szereg problemów geologicznych. Wymienić tu można określanie wieku bezwzględnego skorupy ziemskiej, czy też wieku osadów czwartorzędowych, a także oznaczanie temperatur panujących w dawnych epokach geologicznych. To ostatnie zagadnienie zostało rozwiązane dzięki dwu izotopom pierwiastka najważniejszego z geochemicznego i biologicznego punktu widzenia, a mianowicie tlenu. Tlen stanowi wagowo około 46% litosfery, 86% hydrosfery i 23% atmosfery. Posiada on trzy stałe izotopy 0^{16} , 0^{17} , 0^{18} , których względna zawartość w powietrzu została określona przez Niera jako

$$2670 \pm 20 : 1 : 5,5 \pm 0,1$$

W przybliżeniu więc stosunek dwu najczęściej występujących izotopów tlenu $0^{18}/0^{16}$ wynosi 1/500. Jednak jak to stwierdził H. C. Urey i jego współpracownicy stosunek ten jest różny w różnych związkach chemicznych. Można z pewnych substancji wydzielić tlen, którego stosunek izotopowy różni się więcej niż o 4 albo 5% od przeciętnego, zamiast więc stosunku 1/500 otrzymuje się 1,04 albo 1,05/500. Pomimo, że jest to bardzo mała zmiana, ale wywołuje ona różnicę w ciężarze atomowym danej próbki tlenu większą niż o 2 jednostki na czwartym miejscu po przecinku. Oprócz tego ich badania wykazały, że dla danego związku chemicznego stosunek ten jest zależny od temperatury.

H. C. Urey i jego współpracownicy badali zależność składu izotopowego tlenu w wytrąconym węglanie wapnia i wykryli, że z obniżeniem temperatury wzrasta ilość 0^{18} w próbce wydzielonego zeń tlenu. Obliczyli na przykład, że jeżeli węgiel wapnia krystalizuje powoli w obecności wody w temperaturze 0°C to stosunek izotopów tlenu w węglanie wapnia może być równy 1,026/500 podczas gdy ten stosunek w wodzie jest 1/500, to znaczy 0^{18} jest nieco bardziej skoncentrowany w węglanie wapnia niż w wodzie. Natomiast jeżeli temperatura, przy której zachodzi krystalizacja, wynosi 25°C , to stosunek izotopowy równa się 1,022/500 — w wodzie 1/500. Wskazuje to na istnienie nieznacznego współczynnika temperaturowego na wzbogacenie w 0^{18} w porównaniu do wody. Na występowaniu tego współczyn-

nika temperaturowego opiera się zasada termometru geologicznego, notującego zmiany temperatury zmiennością zawartości izotopów tlenu. Muszle i szkielety, w których zwierzę odkładało węgiel wapnia, czerpiąc materiał z wody w jakiej żyło, zachowane w stanie niezmienionym w osadach minionych epok geologicznych, są termometrami, z których można odczytać ówczesną temperaturę. W tym celu wystarczy określić stosunek izotopowy tlenu wydzielonego z muszli, a stąd wyciągnąć wniosek o temperaturze otoczenia, w którym się ona tworzyła.

Wydaje się to pozornie bardzo proste. Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że obliczona różnica w stosunku $0^{18}/0^{16}$ na 1°C wynosi zaledwie 0,0176%. Należało więc skonstruować względnie udoskonalić istniejące przyrządy, któreby wykrywały tak minimalne zmiany stosunku izotopowego. Skorzystano tu z istniejącego i ulepszonego już spektrometru masowego, w którym pole magnetyczne ogniskuje jony mające tę samą wartość m/e, podobnie jak soczewka rozbieżną wiązkę światła. Jony o różnych masach, ale tym samym ładunku, ogniskowane są na różnych szczelinach kolektora, jony o tych samych masach — na tej samej szczelinie kolektora. Za szczeliną kolektora umieszczona jest puszka Faradaya z siatką lampy elektrometrycznej. Pomiar więc stosunkowej zawartości jonów o danych masach oparty jest na pomiarze naboju elektrycznego lub prądu elektrycznego wytworzonego przez te jony. Po odpowiednim wzmocnieniu tych bardzo słabych prądów są one porównywane metodą opartą na zasadzie mostka Wheatstone'a. Tlen do analizy spektrometrycznej wprowadza się chemicznie związany w postaci CO_2 . Elektrony przyspieszane przez pole elektryczne o napięciu około 50 V zderzając się z molekułami CO_2 wytwarzają dodatnio naładowane jony, o masach 44, 46 (CO_2^{16} , CO_2^{18}), które następnie pole magnetyczne odpowiednio rozdziela i ogniskuje.

Określenie temperatury, przy której zachodziło osadzanie się węglanu wapnia, wymaga jeszcze znajomości przedziału wahań zawartości 0^{18} w oceanie, ponieważ wskazania tego termometru zależą w sposób istotny od rozpiętości różnic między zawartością 0^{18} w węglanie wapnia i 0^{18} w wodzie, z której węgiel wytrącił się, jak również znajomości zmienności stosunku izotopowego

wód oceanów w ciągu czasu mierzonego w skali geologicznej. Jeżeli chodzi o to ostatnie zagadnienie, to na podstawie rozważań i obliczeń autorzy metody dochodzą do wniosku, że przynajmniej w przeciągu ostatnich 60 000 000 lat nie zaszły zasadnicze zmiany w stosunku izotopowym tlenu w porównaniu do obecnego. Natomiast jeżeli chodzi o poszczególne obszary oceanu to skład izotopowy tlenu nie jest jednakowy. Odchylenia od średniego składu izotopowego oceanu mają miejsce w wodach w pobliżu ujścia rzek, co może być powodem błędów, które należy uwzględnić przy określaniu temperatur tą metodą.

Oprócz tego należało sporządzić skalę temperatur, to znaczy ustalić empirycznie związek pomiędzy składem izotopowym muszli współcześnie żyjących zwierząt morskich i temperaturą otoczenia, w której się one tworzą. Ten problem nasuwający sporo trudności został również rozwiązany i ustalono istnienie liniowego związku pomiędzy koncentracją O^{18} a temperaturą.

Dotychczas przeprowadzono już szereg oznaczeń paleotemperatur na próbkach z okresu górnej kredy. Przy tym trzeba zaznaczyć, że nie wszystkie próbki węglanów wapnia pochodzenia biologicznego (bo takie wchodzi tu w grę) zachowują bez zmian notowania temperatury. W niektórych wskutek porowatości struktury szkieletu, pancerza względnie muszli, nastąpiła wymiana izotopowa, przez co uległ zmianie pierwotny stosunek izotopów tlenu. Do badań nadają się próbki posiadające strukturę zwartą, jak na przykład szkielety belemnitów, na których też zostały przeprowadzone badania potwierdzające trwałość pierwotnego składu

izotopowego. Do pobierania próbek wycięto ze szkieletu belemnita dysk grubości 3 mm. Próbkę brano wzdłuż dwu promieni z lewej i prawej strony dysku z tych samych pierścieni wzrostu. Analiza próbek na zawartość O^{18} i O^{16} dała ciekawy wynik, a mianowicie wykazała, że belemnit po okresie „młodości“, zanotowanej zbyt małą ilością osadzonego węglanu wapnia przeżył trzy lata i cztery zimy. Wykres zmienności temperatury w zależności od odległości od środka wzdłuż promienia przypomina sinusoidę o trzech maksimach i czterech minimach.

Po tych sprawdzających badaniach posługując się tą metodą określono już temperaturę w górnej kredzie w Anglii, Danii i w pld. wsch. USA oraz wahania klimatyczne w pleistocenie. W ostatnim przypadku pomiary przeprowadzono na skorupkach otwornic. Przed przystąpieniem do badań materiału kopalnego zrobiono szereg prób na współcześnie żyjących otwornicach, w celu wyjaśnienia, czy one, podobnie jak inne organizmy morskie osadzające węglan wapnia, mają zdolność „zapisywania“ temperatury. Próby dały wynik pozytywny.

Poniżej załączone jest zestawienie temperatur dla górnej kredy otrzymanych z pomiarów przeprowadzonych na szkieletach belemnitów:

Anglia	od 14 do 24° C
Dania	od 12 do 14°
Pld. wsch. USA	od 12 do 18°

Opisana metoda może się przyczynić do wyjaśnienia i sprawdzenia wielu zagadnień dotyczących temperatur w różnych okresach geologicznych.

DROBIAZGI PRZYRODNICZE

Czy jerzyki nocują w powietrzu?

Niektórzy z współczesnych ornitologów badając obyczaje jerzyków (*Apus apus* L.) doszli do przekonania, że ptaki te nocują w powietrzu, a więc odpoczywają w locie bez jakiegokolwiek oparcia o materialne podłoże.

Jerzyki są znakomitymi lotnikami o czym świadczy budowa ich ciała, zwłaszcza wąskie, długie, szpiczasto zakończone skrzydła i rozwidlony ogon. Latają bardzo szybko, zwinnie i wytrwale. Nie tylko pokarm zdobywają w locie, ale nawet kopulację odbywają w powietrzu. Nigdy nie siadają na płaskiej ziemi, gdyż nie potrafią się z niej poderwać, mając nogi krótkie i wszystkie palce skierowane do przodu. Startują jedynie z wyniosłości, z których mogą rzucić się w powietrze. Z tego powodu gniazda budują w szczelinach wysokich skał i budynków.

Doskonałe przystosowanie jerzyków do ciągłego latania jest powszechnie znane, lecz mimo to wiadomość o nocowaniu tych ptaków w powietrzu wydaje się wprost niewiarygodna. Tymczasem pewne fakty z życia jerzyków, wskazujące na takie obyczaje, były znane już dawnym badaczom. Np. Montbeillard (1720—1780) podał, że jerzyki wzbijają się wieczorami w powietrze, a rankiem powracają w rejony bliższe ziemi. Spallanzani (1729—1799) potwierdził te obserwacje

i dodał, że w pewnych okresach wiosny i lata wszystkie jerzyki dokonują wieczornych wzlotów, w innych zaś tylko samce. W 1931 r. Richard opublikował obserwacje poczynione w młodości, że jerzyki wieczorami krążą w powietrzu, po czym wznoszą się coraz wyżej, nocują wysoko w przestworzach i rankiem z rosą powracają.

W 1929 r. ukazała się notatka, podana przez Guerina, rzucająca nieco więcej światła na tę zagadkę biologii jerzyków. Autor ten podobnie jak inni ornitodzy, ustalił, że jerzyki latem przed zachodem słońca uganiają z piskiem w powietrzu, łowią owady nieraz bardzo nisko nad ziemią. Po jakimś czasie ich nawoływania cichną, a ptaki, krążąc wznoszą się coraz wyżej i wreszcie nikną z oczu obserwującego. Rankiem wracają tuż przed wschodem słońca i rozpoczynają hałaśliwe polowanie na owady. Interesujące było pytanie, jak wytłumaczyć ich znikanie wieczorem i ranny powrót z tego samego kierunku. Czy jerzyki nocują w powietrzu, czy też wracają podczas ciemności nocnych na ziemię? Przypadek przyniósł częściowe rozwiązanie.

Guerin w czasie pierwszej wojny światowej był lotnikiem i pewnego razu otrzymał zadanie bojowe: wzlecieć nocą do wysokości 4500 m ponad ziemię. Następnie manewr miał polegać na wyłączeniu motorów samolotu na tej wysokości i opuszczeniu się lotem ślizgowym poza linię frontu nad szosą znadującą się na terytorium

nieprzyjacielskim. Kiedy Guerin i towarzyszący mu pilot znaleźli się na wysokości 3000 m ponad ziemią wyłączyli motory, a wtedy spostrzegli w jasnym świetle księżycu, że samolot znajduje się w niesamowitym roju jakichś ptaków. Sprawiały one wrażenie nieruchliwych, nie wykazywały żadnej reakcji na pojawienie się samolotu. Wydawało się, że pozostają w uśpieniu, ponieważ obijały się o boki i skrzydła samolotu. Ptaki te znajdowały się jedynie w tym jednym miejscu i nie było ich nigdzie poniżej tej wysokości. Następnego ranka Guerin znalazł w kabinie jednego z tych ptaków, które zderzyły się z samolotem. Był to dorosły okaz samca jerzyka.

Przy opisie tego bardzo interesującego wydarzenia Guerin nie podał, niestety, dokładnej daty obserwacji i dlatego nie wiadomo, czy to była grupa jerzyków na przelotach, czy też istotnie ptaki nocujące w powietrzu.

Z wielu innych badaczy, którzy opublikowali swoje spostrzeżenia odnośnie do zachowania się jerzyków, należy wymienić: Austena (*British bird book-Kirkman'a*, vol. II, S. 359), Poncy (1928), de Graafa (1950), Koskimiesä (1950), Brandera (1950), przy czym warto podkreślić, że obserwacje ich są zgodne oraz, że wszyscy ci autorzy wyrażali przypuszczenie iż jerzyki spędzają nocę w powietrzu.

Ostatnio dokładne badania nad wyjaśnieniem tej zagadki przeprowadzał szwajcarski ornitolog Weitnauer, a wyniki wieloletnich obserwacji podał w kilku publikacjach. Praca jego polegała na codziennym notowaniu jak zachowują się jerzyki, zwłaszcza późnym wieczorem i wcześniej o wschodzie słońca. Weitnauer nie ograniczył się do robienia obserwacji z ziemi przez lornetkę, ale odbył cały szereg lotów samolotowych, zaplanowanych specjalnie w tym celu, podczas których ilustrował przestrzeń dokoła i notował dostrzeżone jerzyki oraz inne dane, jak temperaturę, wysokość ponad ziemią, stan pogody itd. Loty takie przeprowadzał po zachodzie słońca aż do zapadnięcia zupełnych ciemności oraz rankiem skoro świt. Prócz tego w ciągu jednego sezonu w miejscowości Oltingen przeglądał codziennie gniazda małej kolonii jerzy-

ków, które zaobraczkował, policzył i znał tak dokładnie, że poznawał poszczególne osobniki w powietrzu.

W wyniku dokładnych badań Weitnauer ustalił, że w razie deszczu lub silnego oziębienia jerzyki spędzają nocę schowane w załamach skalnych. W maju przy ładnej pogodzie wieczornych wzlotów dokonują tylko jerzyki jednoroczne, które w tym okresie życia nie łączą się jeszcze w pary. Dorosłe osobniki spędzają nocę w gniazdach. Dopiero później, w drugiej połowie czerwca, pojedyncze samce opuszczają rodziny na noc i po przyłączeniu się do grupy jednorocznych ptaków znikają wraz z nimi w przestworzach. Pod koniec sezonu wszystkie dorosłe jerzyki, a więc tak samce jak i samice, spędzają nocę w powietrzu.

Opis tych badań zaciekał wielu czytelników i spowodował napływ listów, z których Weitnauer opublikował dwa. Jeden z nich pochodził od dr med. Amanna z Zurichu, który doniósł, że przyglądając się raz pełni księżycu przez teleskop zobaczył chmarę ptaków podobnych z wyglądu do jaskółek, krążących na tle jasnej tarczy księżycowej. Widok ten wywarł na nim duże wrażenie. Drugi list pochodził od astronoma Plattnera z Berna, który podzielił się wiadomością, iż nieraz w czasie obserwacji nocnych dostrzegał jerzyki latające na dużej wysokości — 1000 do 2000 m nad ziemią.

Jerzyki latające nocą nie są narażone na zimno. Wyżyskują one częste w lecie zjawisko inwersji temperatury i krążą w kominach powietrznych, w których temperatura waha się około 20°C, wobec czego jerzyki bez przeszkód mogą wznosić się w odległe od ziemi rejonu powietrzne i przebywać tam całą noc. Stwierdzenie tego faktu nie stanowi jeszcze rewelacji. Wiadomo, że na dalekiej północy w okresie tzw. białych nocy ptaki te są czynne prawie całą dobę. Mimo tylu nowych danych, nadal pozostaje okryta tajemnicą istotna przyczyna nocnych wzlotów jerzyków. Może przyszłe badania wyjaśnią, czy ptaki te rzeczywiście w takich okolicznościach zapadają w stan uśpienia i wypoczywają, czy też zachowują pełną ruchliwość jak w ciągu dnia.

ANTONINA LEŃKOWA (Kraków)

WSZECHŚWIAT

Redaktor naczelny: Stanisław Skowron, z-ca nacz. red.: Kazimierz Maślankiewicz, redaktorzy działów: Franciszek Górski i Józef Hurwic, sekretarz redakcji: Kazimierz Maroń

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE DZIAŁ CZASOPISM, Warszawa 1, Krakowskie Przedmieście 79. Nakład 10.034+115 egz. Format A4, 61×86, ark. wyd. 5,7, druk. 4,0 papier ilustrac. 70 g kl. V, 0,5 papier kredowy 90 g. Cena zł 4.— Otrzymano do składania 2. VI. 1956. Podpisano do druku 20. VII. 1956. Zamówienie 343 M-7-4754 Druk. ukończ. w sierpniu 1956. KRAKOWSKA DRUKARNIA NAUKOWA, KRAKÓW, ul. CZAPSKICH 4.