

MIKOŁAJ KOSTYNIUK

Z AKTUALNYCH ZAGADNIENÍ PALEOBOTANIKI

1. WSTĘP

Paleobotanika jak każda nauka ma swoją problematykę, tj. różnego rodzaju i różnej wagi zagadnienia, które zajmują uwagę badaczy pracujących w tej dziedzinie botaniki. Zagadnień tych jest bardzo wiele, a liczba ich z rozwojem paleobotaniki nie tylko nie maleje, ale nawet wzrasta. Być może dlatego, że — jak to zauważył odkrywca paproci nasiennych, paleobotanik angielski D. H. Scott — «rośliny kopalne często więcej problemów stwarzają, niż rozwiązują».

Przedstawienie w ramach jednego artykułu wszystkich aktualnych zagadnień współczesnej paleobotaniki nie jest, oczywiście, możliwe; samo wyliczenie ich zajęłoby sporo miejsca. Toteż zatrzymamy się tylko na kilku wybranych zagadnieniach.

2. GEOLOGICZNY WIEK ŚWIATA ROŚLINNEGO

Jednym z żywo obecnie dyskutowanych zagadnień dotyczących przeszłości świata roślinnego jest zagadnienie jego początku, a więc zagadnienie geologicznego wieku najdawniejszych znanych nam roślin kopalnych, warunków ich życia, pierwszych faz ewolucyjnego rozwoju świata roślinnego itp.

Za najstarsze ślady organizmów roślinnych uchodziły stosunkowo do niedawna szczątki sinic i bakterii znalezione w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej w utworach należących do młodszej części ery eozoicznej, czyli do górnego huronu (wiek ok. 1 miliard lat). Cała starsza seria warstw tej ery wydawała się jałowa, pusta, tak samo jak warstwy jeszcze starsze, należące do ery archaicznej. Wprawdzie znane były z tych warstw pewne wapienie oraz utwory węglowe (szungit), które mogły zawdzięczać swe powstanie organizmom roślinnym, ale uważano to za problematyczne.

Dopiero przed kilku laty (1954) znaleziono w Stanach Zjednoczonych A. P. w stanie Ontario doskonale zachowane szczątki roślinne w utworach grubo starszych niż górny huron, bo liczących — jak ostatnio obliczono — ok. 1,7 miliarda lat. Są to szczątki sinic, grzybów i przypuszczalnych wiciowców z grupy *Coccolithophoridae*. Szczątki te nie zostały jeszcze dokładnie opracowane, a przynajmniej wyniki tego opracowania ogłoszone. Ukazał się tylko wstępny

komunikat Tylera i Barghoorna. Zdaniem Andrews, są to najstarsze autentyczne szczątki roślinne na ziemi z zachowaną strukturą.

Nie są one, rzecz jasna, najpierwotniejszymi roślinami na naszym globie, a jak się zdaje, nie są też najstarszymi w ogóle. Z południowej Rodezji opisał w 1940 r. Mac Gregor pewne wapienie, w których roślinne pochodzenie trudno jest, zdaniem Ruttana, wątpić. Wiek tych wapieni oceniany jest na co najmniej 2,7 miliarda lat, a więc o cały miliard więcej niż wiek skały zawierającej szczątki opisane przez Tylera i Barghoorna. Warto nadmienić, że wiek najstarszych znanych dotychczas skał w skorupie ziemskiej oceniany jest na blisko 4 miliardy lat (Roques, 1956).

Z prekambru Indii podano w ostatnich latach obecność *Dasycladaceae*. Jest to grupa zielenic o dość złożonej budowie. Jeśli obecność jej w prekambrze się potwierdzi, będzie to nowy dowód, że świat roślinny wziął swój początek o wiele wcześniej, niż do niedawna sądzono.

Z prekambru Syberii opisano ostatnio zarodniki nie znanych nam roślin, które podejrzewane są nawet o przynależność do roślin wyższych. Zdaniem Erharda jest podstawa do przypuszczenia, że rośliny typu mszaków istniały już w górnym prekambrze. Twierdzenie to wydaje się jednak zbyt śmiałe, jeśli zważyć, że niewątpliwych przedstawicieli tej grupy roślin znamy dotychczas dopiero z karbonu.

Tak czy inaczej, ów zagadkowy prekambr, którego osady przekraczają na niektórych obszarach (Stany Zjedn. A. P.) grubość 20 km, do niedawna prawie zupełnie pusty i jałowy, zaczyna się coraz bardziej ożywiać, chciałoby się rzec, zaludniać. Niektórzy paleobotanicy, jak Andrews, są nawet skłonni przyjąć, że «świat glonów był już wysoce zróżnicowany w prekambrze».

W związku z zagadnieniem dawności świata roślinnego na Ziemi pozostaje kwestia rodzaju samożywności pierwotnych organizmów roślinnych: czy były to organizmy foto- czy chemo-syntetyzujące. Jedni, jak P. Baranow, opowiadają się za fotosyntezą jako najstarszą formą samożywności, drudzy, jak W. Komarow, za chemosyntezą. Kluwyer przyjmuje, że najpierwotniejsze mikroorganizmy samożywne, powstałe drogą mutacji z mikroorganizmów cudzożywnych, wykorzystywały przy fotosyntezie H_2S i CO_2 , podobnie jak czynią to dziś niektóre bakterie siarczane. Dopiero w następnym etapie ewolucji siarkowodor miał zostać zastąpiony jako donator wodoru przez wodę.

Zagadnienie rodzaju samożywności pierwotnych organizmów roślinnych nie jest o tyle zagadnieniem paleobotanicznym, że dość trudno sobie wyobrazić, jak paleobotanika mogłaby je rozstrzygnąć. Raczej fizjologowie roślin byłiby bardziej powołani do wypowiedzenia się, które z tych dwóch «technicznych rozwiązań» problemu samożywności można z większym prawdopodobieństwem uznać za pierwotniejsze: foto- czy chemosyntezę. Rozważając to zagadnienie nie wolno zapominać, że w dzisiejszej swojej postaci chemosynteza związana jest u roślin z pobieraniem tlenu, z procesem utle-

niania. Natomiast obecność tego pierwiastka w pierwotnej atmosferze ziemskiej jest mocno problematyczna. Wielu badaczy dochodzi bowiem do wniosku, że atmosfera Ziemi początkowo nie zawierała wcale tlenu lub tylko w minimalnych ilościach. Według Rubeya tworzył się on (i tworzy nadal) w górnych warstwach atmosfery na skutek fotodysocjacji pary wodnej, lecz ulegał szybkiemu związaniu przy utlenianiu się różnych związków chemicznych.

Wedle Kluwera, najpierwotniejsze twory żywe na Ziemi, które utrzymywały się kosztem powstających wówczas samorzutnie związków organicznych (co, jak wiadomo, jest jedną z tez teorii Oparina) bytowały w atmosferze beztlenowej, składającej się głównie z NH_4 , H_2S i wody. Z czasem z tych praorganizmów powstały pierwsze organizmy samożywne, zdolne do fotosyntezy przy udziale CO_2 i H_2S w tej samej atmosferze beztlenowej. Gdy w następnej z kolei ewolucyjnej fazie siarkowodor zastąpiony został w procesie fotosyntezy przez wodę, fotosyntetyzujące organizmy roślinne zaczęły wydzielać tlen. Z tą chwilą zaczął się w atmo- i hydrosferze gromadzić wolny tlen, zaczęła tworzyć się atmosfera tlenowa. Organizmy, które przedtem żyły w atmosferze beztlenowej, mogły utrzymać swe istnienie nadal jako beztlenowce (anaeroby).

Przejście od atmosfery beztlenowej do tlenowej odbyć się zatem głównie miało dzięki procesom biologicznym, powstaniu nowego mechanizmu fotosyntezy u roślin. Przejście to było według Kluwera wydarzeniem o największym znaczeniu w historii Ziemi. Zwiększająca się zawartość tlenu zmieniła bowiem bardzo silnie warunki życia na Ziemi, wpłynęła bardzo silnie na procesy wietrzenia itd.

Od kiedy istnieje tlenowa atmosfera na naszej planecie, trudno jest, oczywiście, powiedzieć. Geochemik fiński Rankama przypuszcza na podstawie obecności pewnych produktów wietrzenia w skałach liczących ok. 2 miliardy lat, że w tym czasie nie było jeszcze wolnego tlenu. Jeśli by to było prawdą, to owe najstarsze dziś glony wapienne z południowej Rodezji sprzed 2,7 miliarda lat musiałyby żyć jeszcze w okresie atmosfery beztlenowej, podczas gdy o miliard lat młodsze rośliny opisane przez Tylera i Barghoorna pochodziłyby już z okresu tlenowego.

3. GEOLOGICZNY WIEK ROŚLIN LĄDOWYCH

Drugim z kolei zagadnieniem interesującym obecnie wielu paleobotaników jest zagadnienie geologicznego wieku roślin lądowych. Do niedawna panowało przekonanie, że rośliny te, zwłaszcza naczyniowe, pojawiły się w sylurze, i to pod jego koniec, a rozpowszechniły się w następnym z kolei geologicznym okresie, tj. w dewonie. Były to — jak wiadomo — psylofity i rośliny widłakowe. Jednakże w ciągu ostatnich kilku lat coraz więcej pojawia się poszlak, które zdają się wskazywać, że rośliny lądowe istniały już

wcześniej, w kambrze. Tak więc w 1953 r. odkryto na Syberii w osadach morskich środkowego kambru odcisk rośliny wyglądającej zupełnie na roślinę widłakową. Miała ona łodygę o średnicy 8—13 mm, pokrytą gęsto szczególnie wyrostkami do 9 mm długimi, osadzonymi na osobnych wypukłościach łodygi, jakby poduszczykach. Do nasady tych wyrostków dochodziła miejscami jakby wiązka przewodząca. Krisztofowicz nazwał tę roślinę *Aldanophyton antiquissimum*. Anatomii jej, ani też organów rozmnażania, niestety, nie znamy. Zdaniem belgijskiej paleobotaniczki Zuzanny Leclercq pokrewieństwo *Aldanophyton* z roślinami widłakowymi (*Lycopodiales*) trudno jest kwestionować.

Z kambru Syberii opisano również zarodniki, które według opinii Krisztofowicza wskazują, że wyższe rośliny zarodnikowe istniały już w tym czasie. Z kambru Kaszmiru opisali Ghosh i Bose w r. 1952 cewki i zarodniki. Poddali oni maceracji zielony łupek fyllitowy, pochodzący z środkowego lub górnego kambru i zawierający trylobity (*Tonkinella* i inne), i znaleźli w nim cewki z dwurzędowymi, naprzemianległymi jamkami lejkowatymi, cewki z jamkami lejkowatymi rozmieszczonymi nieregularnie oraz zarodniki owalne, oskrzydłone. Podobnego rodzaju mikrofossilia roślinne, a mianowicie cewki typu drabinkowatego oraz z jamkami prostymi i lejkowatymi, strzępy nabłonka ze szparkami oddechowymi, zarodniki, ziarna pyłku itp., a ponadto szczątki pewnych owadów, jak np. części włosów larw *Dermestidae*, znaleźli ci sami autorzy nieco wcześniej (1950—51) w niektórych próbkach niewątpliwie — jak piszą — kambryjskich, pochodzących z Pendżabu. Różnego rodzaju cewki oraz rozmaitego typu zarodniki roślin wyższych znaleziono też w skałach starszej części serii Vindhyan w Indiach. Były wśród nich zarodniki jednobliźnowe (*Monoletes*), trójbliźnowe (*Triletes*), zarodniki, względnie ziarna pyłku, bezbliźnowe (*Aletes*) oraz z 1 lub 2 workami powietrznymi. Wiek tych szczątków uznano na podstawie porównania ich z mikroflorą kambryjską Kaszmiru i Pendżabu za górnokambryjski. Według Rao odnośne badania czynione były dwukrotnie, za drugim razem przy zastosowaniu wszelkich środków zabezpieczających badany materiał przed zanieczyszczeniem z zewnątrz. Niemniej występowanie w nim pewnych typów sporomorf (tj. zarodników lub ziarn pyłku) nie znanych dotychczas w ogóle z ery paleofitycznej, tudzież obecność wielu form znanych do tej pory dopiero od górnego karbonu jest bardzo zagadkowa i mimo zapewnienia, że zastosowano wszelkie środki ostrożności, budzi nieufność w kambryjski wiek tych skamielin.

Czołowy nasz paleontolog R. Kozłowski znalazł ostatnio w wapiennych głazach narzutowych pochodzących z ordowiku¹⁾, po ich rozpuszczeniu

¹⁾ Ordowik — okres geologiczny oddzielający kambr od syluru, zaliczany też często do syluru jako dolna jego część.

oprócz szczątków roślin niższych fragmenty tkanek wyglądających na należące do roślin wyższych, a nawet ułamki pędów.

Wszystkie niemal te, niewątpliwie bardzo interesujące, nowe znaleziska trzeba jednak traktować z rezerwą, gdyż w niektórych przynajmniej przypadkach liczyć się trzeba z możliwością, że znalezione szczątki roślinne mogą być w istocie znacznie młodsze, a znajdują się w danym materiale skalnym na wtórnym złożu, bądź też dostały się do preparatów w wyniku zanieczyszczenia. Że z tego rodzaju niebezpieczeństwem trzeba się liczyć, dowodzi opisany niedawno fakt, że w węglowo-serycytowych łupkach z górnej warstwy serii Krzywego Rogu na Ukrainie, uważanej za prekambryjską, znalazł Iszczenko zarodniki typowo karbońskie, w warstwie zaś środkowej, starszej zarodniki dewońskiego typu. Z faktu tego wyciągnął on wniosek, że warstwa górna należy do dolnego karbonu, i był zdania, że odkrycie tych spor powinno spowodować gruntowną rewizję dotychczasowych poglądów na geologiczną historię Zagłębia Krzyworońskiego.

Otóż zdaniem Szatskiego, żadnej rewizji nie będzie, bo jest ona zbędna. Prekambryjski wiek serii krzyworońskiej nie ulega bowiem żadnej wątpliwości. Obecność zaś karbońskich zarodników w górnej jej warstwie można wyjaśnić dobrze przeniknięciem ich w szczeliny skał prekambryjskich, inaczej mówiąc, wmyciem ich tam z leżących wyżej utworów karbońskich. Za prawdziwością tego tłumaczenia przemawia fakt, że próbka łupku węglowego z tej samej górnej warstwy serii krzyworońskiej, zbadana dla kontroli przez Naumową, wykazała również obecność świetnie zachowanych sporomorf paleofitycznego i mezofitycznego typu, ale tylko w szczelinach i pęknięciach skały, tam natomiast gdzie była ona lita, sporomorf takich nie było ani śladu.

Próbki z kambru Pendżabu, o którym była mowa wyżej, były badane także przez paleobotaników niemieckich, którzy żadnych szczątków roślin naczyniowych w nim nie znaleźli. Co prawda, w materiale badanym przez Ghosha i Bosego występowały one rzadko. Mägdefrau jest zdania w związku z tym, że szczątki tego rodzaju, opisane przez wymienionych badaczy indyjskich, dostały się tam z warstw młodszych. Twierdzenie to wydaje się tym bardziej uzasadnione, że zwęglonym szczątkom roślinnym towarzyszyły fragmenty ciała owadów z grupy *Dermestidae*, która znana jest w paleontologii dopiero z trzeciorzędu, najstarsze zaś owady z dewonu.

Wśród szczątków roślinnych otrzymanych po rozpuszczeniu ordowickich wapieni narzutowych znajdowały się i strzępy tkanek roślin niewątpliwie współczesnych, jak np. okruchy drewna, które dostały się tam jako zanieczyszczenia kwasu technicznego, którego użyto do rozpuszczenia skały. R. Kozłowski sądzi wprawdzie, że te szczątki, które mają na sobie kryształki pirytu, są na pewno «in situ», jednakże i to «pirytowe» kryterium będzie musiało być jeszcze sprawdzone.

Jak więc widzimy, sprawa istnienia roślin lądowych, zwłaszcza naczyniowych, przed górnym sylurem pozostaje na razie sprawą otwartą. Wiele nowych danych przemawiających za ich istnieniem wymaga jeszcze potwierdzenia. Zwłaszcza mikrofossilia roślinne wymagają wielkiej ostrożności w interpretowaniu ich obecności, z uwagi na łatwość zanieczyszczenia materiałem innego pochodzenia. Niemniej poszlaki wskazujące na istnienie roślin naczyniowych w okresie wcześniejszym od górnego syluru, a więc w kambrze i w starszym sylurze, stają się coraz liczniejsze. Można więc spodziewać się, że bezsporne stwierdzenie występowania tych roślin przed górnym sylurem okaże się tylko kwestią czasu i że dotychczas panujący pogląd na ich wiek geologiczny będzie musiał ulec zmianie. Niektórzy botanicy, jak S. Leclercq i E. Boureau, skłonni są już dziś przyjąć istnienie flory lądowej w kambrze.

4. POCHODZENIE ROŚLIN OKRYTONASIENNYCH

Głównym problemem paleobotaniki pozostaje w dalszym ciągu pochodzenie roślin okrytonasiennych. Nie będziemy omawiać tego zagadnienia w całości, gdyż można o tym przeczytać w podręczniku paleobotaniki oraz w wydrukowanym w zeszlórocznym tomie «Acta Societ. Botan. Poloniae» (Vol. XXVI, Nr 1) artykule Tachtadźiana; zatrzymamy się tylko na niektórych aspektach tego złożonego problemu.

Zagadnieniem pierwszym jest tu kwestia geologicznego wieku okrytonasiennych, czyli inaczej mówiąc, pytanie, od jak dawna istnieją one na Ziemi. Najstarsze bezsporne ich szczątki pochodzą — jak wiadomo — z dolnej kredy. Nie brak jednakże problematycznych szczątków wieku wcześniejszego, tj. z jury, a nawet z triasu. Są to kawałki drewna, odciski liści i ziarna pyłku, z których część może rzeczywiście należeć do okrytonasiennych.

Tak np. z górnej jury Indii (seria Radźmahal) opisał Wisznu-Mittre w r. 1955 ziarna pyłku o budowie znanej dotychczas tylko u okrytonasiennych, zbliżone najbardziej do budowy pyłku orzechowatych (*Juglandaceae*). Podobnego typu ziarna pyłku, ale znacznie większe opisał Erdtman z górnej jury wyspy Wight w r. 1954. Ten sam autor opisał w r. 1948 z liasu Szwecji trójbrzdowe ziarna pyłku typu roślin dwuliściennych, które nazwał *Tricolpites (Eucommiidites) Troedssonii*. Takie same ziarna pyłku znalazła później J. Oszast w znanych jurajskich glinkach ogniotrwałych z Grojca pod Krakowem. Przynależność *Tricolpites Troedssonii* do okrytonasiennych jest zdaniem Thomsona, jak się zdaje, ponad wszelką wątpliwością («dürfte über allem Zweifel erhaben sein»). Niemniej przynależność ta została w niedługi czas po tej wypowiedzi Thomsona podana przez kilku badaczy w wątpliwość. Couper, który zbadał okazy Erdtmiana, stwierdził, że chociaż niektóre z nich rzeczywiście wykazują znaczne podobieństwo do ziarn pyłku roślin dwuliściennych, zwłaszcza do *Eucommia ulmoides*, to jednak różnią się

od typowych trójbruzdowych ziarn pyłku *Dicotyledones* trzema cechami: 1) nie są zupełnie symetryczne wzdłuż długiej osi, 2) ich główna bruzda podobna jest do bruzdy jednobruzdowych ziarn pyłku roślin nagonasiennych, a nie do bruzd u ziarn pyłku roślin dwuliściennych, 3) są spłaszczone wzdłuż swej długiej osi. W rezultacie dochodzi Couper do wniosku, że można poważnie wątpić w bliski związek *Tricolpites Troedsonii* z roślinami dwuliściennymi. Równie dobrze, co najmniej, ziarna te mogą przedstawiać zasadniczo jednobruzdowe ziarna pyłku zapewne jakiejś rośliny nagonasiennej, posiadające dwie pomocnicze bruzdy po swojej proksymalnej stronie.

Przegląd problematycznych szczątków okrytonasiennych dał w r. 1956 Kräusel w artykule «Zur Geschichte der Angiospermen», ogłoszonym w jednym z japońskich czasopism botanicznych. Zajmuje on stanowisko bardzo krytyczne, można by rzec sceptyczne, uważa bowiem, że żadnego z tych szczątków nie można na pewno uznać za należące do okrytonasiennych. Podobne stanowisko zajął w r. 1955 Edwards. Niemniej można przyjąć, że niewątpliwe stwierdzenie obecności okrytonasiennych w jurze, a może i wcześniej, jest tylko kwestią czasu. Za ich wcześniejszym istnieniem na Ziemi przemawiają bowiem mocno względy teoretyczne, a mianowicie czas potrzebny na ewolucję ich do tego poziomu, który stwierdzamy w kredzie, współmierny z czasem, jakiego potrzebowały inne grupy roślin nasiennych, np. sagowce czy paprocie nasienne. Gdybyśmy przyjęli, że okrytozalążkowe rośliny powstały dopiero w kredzie, musielibyśmy w konsekwencji przyjąć, że ewolucja ich odbyła się niesłychanie szybko, w zupełnie odmiennych ramach czasu niż u innych klas roślin nasiennych. Kräusel też jest zdania, że bogactwo form *Angiospermae* w kredzie prowadzi do wniosku, że musiały one mieć poza sobą dłuższy okres rozwoju i istnieć w jurze, a może nawet wcześniej.

Drugie z kolei zagadnienie związane z pochodzeniem okrytonasiennych to zagadnienie ośrodka ich powstania, ich ojczyzny niejako. Gdy dawniej wskazywano najczęściej na obszar arktyczny, zwłaszcza Grenlandię, jako na tę domniemaną ojczyznę, to dziś szuka się kolebki okrytonasiennych raczej gdzie indziej, niemal wszędzie zresztą. Według Wachramiejewa nie ma żadnych podstaw do tego, aby w szczątkach okrytonasiennych z Grenlandii i znad Kołomy upatrywać najstarsze ich formy. Zdaniem Tachtadźiana, ubóstwo systematycznego składu kredowych i trzeciorzędowych flor Arktyki i ich wtórny, pochodny charakter stanowią główną trudność przyjęcia północnego pochodzenia okrytonasiennych. Edwards zwrócił uwagę, że flora Kome z Grenlandii, której rzekomo bardzo stary wiek (spąg kredy) był jednym z ważnych argumentów przemawiających za hipotezą polarnego pochodzenia *Angiospermae*, w rzeczywistości może być znacznie młodsza, może nawet młodsza od cenomanu. Według opinii Tachtadźiana, koncepcja polarnego pochodzenia okrytonasiennych może już być przekazana do archiwum nauki.

Jeśli tak jest, to gdzie kierują swój wzrok współcześni botanicy w poszukiwaniu domniemanej ojczyzny okrytonasiennych? Podobnie jak dawniej, liczna ich grupa (według Tachtadziana nawet większość) opowiada się za tropikalnym pochodzeniem *Angiospermae*. Bailey sądzi, że ośrodkiem ich powstania były resztki dawnej Gondwany, oblewane dziś przez Ocean Spokojny, a więc Indonezja i sąsiednie obszary. Podstawą do takiego przypuszczenia jest dłań fakt, że na tych obszarach znajduje się stosunkowo duża liczba pierwotnych form roślin okrytonasiennych. Tak np. na 10 beznaczyńniowych (tj. nie mających trachej) pierwotnych rodzajów *Angiospermae* 5 występuje w Nowej Kaledonii. Wiele pierwotnych rodzin okrytonasiennych ma zasięgi skupione na tym właśnie obszarze. Indo-malajskie pochodzenie okrytonasiennych przyjmuje Edwards. Thomas opowiada się też za Gondwaną, nie lokalizując jednak bliżej kolebki *Angiospermae*.

Z botaników czeskich Miłosz Deyl przyjmuje, że ojczyzna okrytonasiennych leżała gdzieś na lądach okalających południowy Pacyfik.

Jednakże najnowsze badania nad morfologią, systematyką i geografią najbardziej pierwotnych z dziś żyjących okrytonasiennych pozwalają wątpić, zdaniem Tachtadziana, w to, aby *Angiospermae* były «dziećmi tropikalnego słońca». Tropiki, pisze on, mają mniej pierwotnych form i brakujących ogniów niż subtropikalny obszar Azji wschodniej. Tropiki to raczej wtórny obszar rozwoju okrytozalążkowych. Rośliny te tworzyły się zapewne w warunkach gorącego klimatu subtropikalnego, podobnego do współczesnego klimatu południowej, subtropikalnej części Junnanu. Współczesne junnańskie wzgórza i sąsiadujące z Junnanem krainy, zwłaszcza Górna Burma, charakteryzujące się występowaniem licznych, bardzo pierwotnych okrytonasiennych, to zapewne część tej przypuszczalnej kolebki *Angiospermae*, lub w każdym razie obszar blisko niej leżący.

Ekologiczne cechy najprymitywniejszych współczesnych okrytonasiennych, zwłaszcza magnoliowych, pozwalają — zdaniem Tachtadziana — wnosić, że pierwotne *Angiospermae* były roślinami górskimi. Koncepcja górskiego pochodzenia okrytozalążkowych jest obecnie chętnie przyjmowana. Wsunął ją Axelrod w r. 1952, opowiedzieli się za nią Thomson, Wachramiejew, Deyl, Nemejc i inni. Różnice poglądów zaznaczają się dopiero w odniesieniu do geograficznego położenia tej górskiej kolebki okrytonasiennych. Axelrod i Deyl umieszczają ją w dzisiejszej strefie tropikalnej, Tachtadzian — w subtropikalnej. Według Nemejca okrytonasienne powstały najprawdopodobniej w permokarbonie, w górzystych obszarach półkuli północnej sfałdowanych przez hercyńskie ruchy górotwórcze.

Interesujący fakt, przemawiający za pierwotnie górskim charakterem okrytozalążkowych, przytoczył w r. 1953 Thomson. Oto w zbadanym przez siebie węglu z najniższej kredy Niemiec nie znalazł wcale ziarn pyłku *Angiospermae*, znalazły się one natomiast w osadach ilastych tego samego wieku. Z faktu

tego wysnuwa Thomson wniosek, że w najdolniejszej kredzie rośliny okrytonasienne nie opanowały jeszcze siedlisk niżowych, bagiennych, nie wchodziły zatem w skład węglotwórczych zespołów roślinnych. Żyły one na terenach wyżej położonych, skąd pyłek ich dostał się najpierw z wiatrem do wody, a potem przeniesiony został wodą w dół. Dlatego to ich ziarna pyłku nie znalazły się w węglu będącym autochtonicznym utworem roślinności bagiennej, znalazły się natomiast w materiale ilastym pochodzenia napływowego, naniesionym przez wodę z miejsc wyżej położonych.

Rośliny okrytonasienne miały zatem powstać w obszarach górskich i wyżynnych strefy tropikalnej względnie subtropikalnej i stamtąd zejść z czasem na niż i w wyższe szerokości geograficzne. Tachtadżian uważa, że wyjściowa flora okrytonasiennych już zapewne z początkiem kredy rozdzieliła się na dwie gałęzie: północną i południową. Pierwsza z nich dała początek umiarkowanej florze półkuli północnej i podstawowemu jądru flory tropikalnej, druga, o charakterze dziś reliktowym, ma swe składniki rozsiane w południowych obszarach basenu Oceanu Spokojnego.

Zagadnienie trzecie związane z pochodzeniem okrytonasiennych, to zagadnienie ich przodków. Trzeba tu zaznaczyć wzrost szans paproci nasiennej jako «kandydatów» na nich w poglądach paleobotaników (Thomas, Axelrod, Thomson, Walton), a spadek szans *Gnetinae*, za którymi opowiedział się w swoim czasie Wettstein w znanej teorii pseudanthium. Według Nemejca, rośliny okrytonasienne wyszły od przodków, którzy stali na pograniczu paproci zarodnikowych i paproci nasiennych, według Tachtadżiana — od jakichś nieznanymi nam nagonasiennych przejściowych pomiędzy paprociami nasinnymi a bennetytami. Zwolennicy pochodzenia *Angiospermae* od paproci nasiennych sądzą, że słupek — ten tak charakterystyczny organ *Angiospermae* — powstał z okrywy, jaką miały zalążki paproci nasiennych (patrz *Calathospermum* i inne).

Jeśli chodzi o przyczyny bezprzykładnej w dziejach świata roślinnego ekspansji okrytonasiennych i ich «kariery», jeśli tak można powiedzieć, to według niektórych botaników rosyjskich (Popow, Pierwuchina, Tachtadżian) główną z nich była większa u tych roślin intensywność i sprawność podstawowych procesów życiowych, np. wzrostu i fotosyntezy, szybsza synteza białka, regeneracja, większa szybkość przewodzenia wody itd. O intensywniejszej przemianie materii u *Angiospermae* mówi z badaczy niemieckich W. Zimmermann. «Można przyjąć — pisze Pierwuchina — że decydujące znaczenie w uzyskaniu przez okrytonasienne zwycięstwa w walce o byt miały organy wegetatywne ze swą bardziej intensywną przemianą materii i właściwe okrytonasiennym cechy ich wzrostu i rozwoju. Wszystkie charakterystyczne cechy okrytonasiennych, korelatywnie ze sobą związane, dały im sukces w walce o byt».

Do cech tych zaliczane jest też wtórne bielmo, za którego ewentualną

rolą w tym względzie wypowiedział się u nas Szafer. Podkreślana jest też rola słupka (załączni). Według Pierwuchiny tworzył on «wilgotną komorę» bardzo korzystną dla rozwoju załączków, według Dielsa i Tachtadżiana zapewniał ochronę załączków przed zjadaniem ich i uszkodzaniem przez owady. Tę ostatnią rolę podaje Pierwuchina w wątpliwość. Zdaniem M. Deyla, «jedynym istotnym czynnikiem zwycięstwa okrytonasiennych była ich wielka plastyczność», żywotność. Oczywiście, ekspansję okrytonasiennych ułatwić mogły znacznie sprzyjające warunki zewnętrzne, klimat. Tak np. susza pod koniec jury i na początku kredy odegrała według Edwardsa swoją rolę w rozszerzaniu się *Angiospermae*.

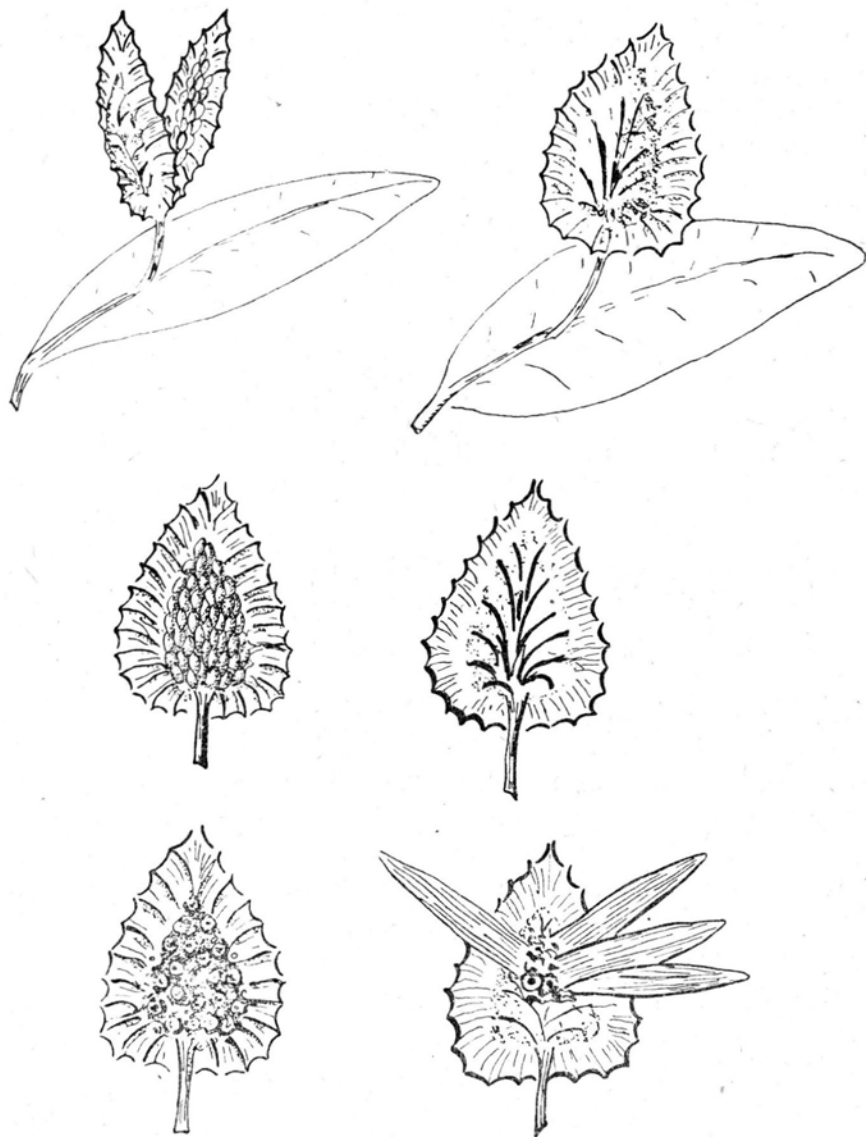
Wiele uwagi poświęcono w ostatnich latach także zagadnieniu pochodzenia słupka i w ogóle kwiatu okrytonasiennych. Przegląd zapatrywań dotyczących filogenezy słupka dał w r. 1957 Sawczenko, który wyróżnił 6 rozmaitych hipotez. Ostatnia z nich, opierająca się na teorii telomu, widzi w słupku nie zmieniony liść, jak to sądzili niegdyś Goebel, Braun i De Candolle, ale organ liściopodobny, który rozwinął się ewolucyjnie równoległe do liścia wegetatywnego, w podobny do niego sposób, na drodze tych samych elementarnych procesów morfogenetycznych jak spłaszczanie się, zrastanie, przerastanie itd.

5. CZY *GLOSSOPTERIDES* BYŁY ROŚLINAMI OKRYTONASIENNYMI?

W związku z zagadnieniem pochodzenia roślin okrytonasiennych warto może zwrócić uwagę, że w wyniku pewnego odkrycia paleobotanicznego, dokonanego w ostatnich latach, wysunięte zostało przypuszczenie, że rośliną okrytonasienną jest pewna, dawno już znana roślina z karbonu i permu półkuli południowej, roślina, której do niedawna nikt nie posądziłby o to, że może mieć wiele wspólnego z okrytonasiennymi. Jest nią *Glossopteris*, charakterystyczny składnik tzw. flory glossopterisowej, tj. swoistej roślinności, która w surowym i zimnym klimacie permokarbonu pokrywała rozległe obszary półkuli południowej wraz z Indiami, czyli tzw. ląd Gondwany. Sprawa ta przedstawia się następująco:

Do ostatnich kilku lat znano z *Glossopteris* tylko liście. Są one charakterystycznego językowatego kształtu, o siatkowatym unerwieniu. Dopiero w bieżącym dziesięcioleciu znaleziono w dolnym permie południowej Afryki, a wkrótce potem i w Indiach bardzo szczególnego typu organy rozmnażania *Glossopteris*. Z Afryki opisała je E. Plumstead. Praca jej wzbudziła wielką sensację, a wobec wielu nie wyjaśnionych jeszcze szczegółów budowy tych organów, żywą dyskusję. Czołowy paleobotanik niemiecki R. Kräusel wybrał się nawet do południowej Afryki, aby odnośne okazy *Glossopteris* obejrzeć na miejscu. Budowa tych organów rozmnażania przedstawia się według E. Plumstead następująco:

Na szypułce przyrośniętej częściowo do głównego nerwu liścia osadzona jest dwudzielna okrywa, tj. składająca się z dwóch połówek. Po wewnętrznej stronie połówki bliższej blaszki liścia osadzone były na poduszkowato

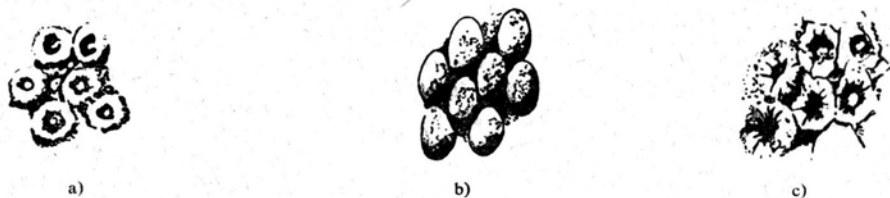


Ryc. 1. Organy rozmnażania niektórych gatunków *Glossopteris* według rekonstrukcji E. Plumstead. U góry: stadium wczesne (obie połówki okrywy rozchylone) i stadium późniejsze (obie połówki okrywy zamknięte). W środku: połówka z dojrzałymi owocami, względnie nasionami, widziana od strony wewnętrznej oraz połówka płonna widziana od strony zewnętrznej. U dołu: obie połówki w stadium zapyłania. Połówka lewa z zalążkami (zalążnikami?), prawa z długimi wyrostkami przedstawiającymi, być może, pręciki

zgrubiałej środkowej jej części liczne — jak je autorka nazywa — woreczki, 1—1,5 mm dług. Były one wklęsłe, z blizną na samym środku. Blizna ta mogłaby być znamieniem, okienkiem, lub nasadą szyjki ewentualnego słupka. Woreczki te później nabrzmiewały i po dojrzeniu otwierały się (pękały), odsłaniając znajdujące się w nich pojedyncze nasiona. Byłyby to zatem jedno-nasienne pękające owocki.

Drugą połówkę okrywy pokrywały za młodu od strony wewnętrznej długie wyrostki, będące zapewne pręcikami. Na powierzchni ich znajdowała autorka pyłek (bez woreczków powietrznych). Obie połówki okrywy były szeroko oskrzydłone. W stadium późniejszym, zapewne po zapyleeniu, zamykały się.

Cały ten organ można, zdaniem autorki, uważać za swoisty rodzaj kwiatu, zapewne obupłciowego, o dwudzielnym dnie kwiatowym, tj. składającym się



Ryc. 2. «Woreczki» *Gloosopteris* w różnych stadiach rozwojowych: a) w stadium zapylania, b) dojrzewające, c) po dojrzeniu i pęknięciu. Z E. Plumstead (1956)

z dwóch połówek. Na jednej z nich osadzone były liczne jednozalążkowe zalążnie¹⁾, na drugiej — pręciki. Oskrzydlenie mogłoby odpowiadać okwiatowi.

W tej interpretacji *Gloosopteris* byłaby pierwotną rośliną okrytonasienną, za którą zresztą skłonna jest Plumstead ją uznać. Podkreśla ona i inne cechy zbliżające *Gloosopteris* do okrytonasiennych, a mianowicie: kształt liści w połączeniu z siatkowatym unerwieniem, budowę aparatu szparkowego i budowę ziarn pyłku, przynajmniej zewnętrzną.

Nie u wszystkich gatunków *Gloosopteris*, u których autorka znalazła organy rozmnażania (6 gat.) organy te zbudowane były zupełnie jednakowo. U *G. retifera* brak było oddzielnej szypułki i oskrzydlenia; woreczki wyrastały wprost z powierzchni liścia, nasiona były płaskie, widoczna była osobno tylko jedna połówka okrywy; przyrastała ona później zupełnie do liścia zamykając szczelnie dojrzewające nasiona.

Owocowania podobne jak u *Gloosopteris retifera* znalazł Sen u dwóch gatunków tego rodzaju z górnego permu Indii (*G. communis* i *G. sp.*). Owocowania znajduwane luźnie, a także niektóre z pozostających w łączności z liśćmi, były bez chroniącej je okrywy, z czego wnosi Sen, że odpadała

¹⁾ Czy były to prawdziwe zalążnie, tj. organy zamykające w zupełności zalążki, ze znamieniem u szczytu, nie wiadomo. Może były to tylko pseudozalążnie, tak jak u kajtonii, które w momencie zapyleenia były otwarte, umożliwiając ziarnom pyłku dostanie się wprost do okienka.

ona w pewnym stadium rozwojowym, zapewne po dojściu całego organu do dojrzałości, tj. do stanu gotowości do zapylenia. Autor ten skłonny jest przyjąć, że owocowanie *Glossopteris* jest w istocie szyszką lub czymś do niej zbliżonym, z zalążkami osadzonymi wprost na jej osi.

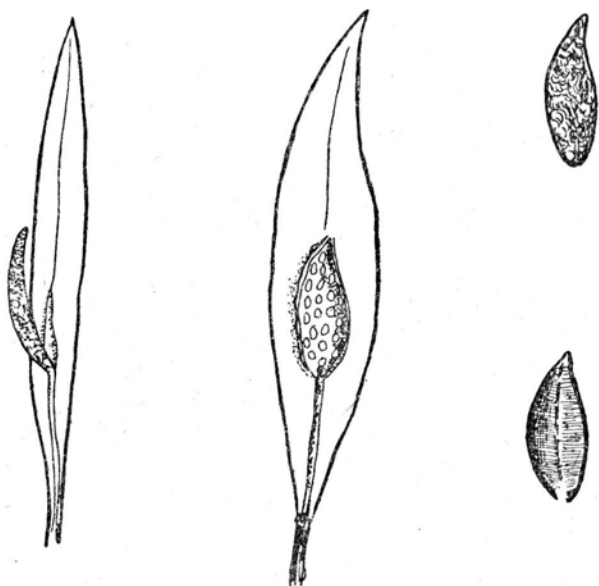
Opisane wyżej owocowania *Glossopteris* są tak szczególne, że rodzaj ten nie będzie chyba mógł być zaliczany nadal do paproci nasiennych. Plumstead skłonna jest uważać go za zwiastuna okrytonasiennych. Sądzi ona, że szybkie rozprzestrzenienie się *Glossopteris* na półkuli południowej w okresie permu i zajęcie tam roli panującej można uważać za przypadek analogiczny jak szybkie rozprzestrzenienie się *Angiospermae* w kredzie i że przyczyny obu tych zjawisk są podobne. Duża żywotność i zdolność przystosowania się do surowych w permokarbonie warunków życia wyrażająca się u *Glossopteris* m. in. w zabezpieczeniu zalążków przed zimnem, względnie przed suszą z jednej strony, a duża plastyczność i zdolność przystosowawcza, przy jednoczesnej wysokiej sprawności procesów życiowych u *Angiospermae* z drugiej strony, byłyby tymi czynnikami.

Przedstawiona wyżej interpretacja budowy narządów rozmnażania *Glossopteris*, którą dała E. Plumstead, wywołała żywą dyskusję wśród botaników i paleobotaników, nie przez wszystkich też została przyjęta. Najwięcej sprzeciwów wywołało przypuszczenie, że mogą tu występować znamiona, a zatem słupek, zalążnie. Tak Harris, jak Lam i Thomson skłonni są raczej przyjąć, że rzekome znamiona to tylko okienka zalążków, ewentualnie z wystającym z nich dzióbkowatym wyrostkiem ośrodka. Zdaniem Lama, nic tu nie wskazuje na istnienie zalążni. Rzekome zalążnie to zapewne zalążki ze swą osłonką. Ten sam botanik bardzo krytycznie ustosunkowuje się do twierdzenia o bliższym pokrewieństwie *Glossopteris* z okrytonasiennymi. Siatkowate unerwienie liści jest u *Glossopteris* według niego raczej tego typu, co u *Ophioglossum*, *Marsilia* lub *Sagenopteris* niż tego, co u dwuliściennych. *Glossopteris* przedstawia już typ wysoce wyspecjalizowany, nie może zatem być pierwotną formą roślin okrytozalążkowych; najpierwotniejsze *Angiospermae* musiały bowiem być bardzo mało wyspecjalizowane. Również obupłciowość organów rozrodczych *Glossopteris* nie dla wszystkich jest dostatecznie uzasadniona, przekonywająca. (np. dla Harrisa i Hughesa).

Przyczyną tych niejasności i licznych wątpliwości jest stan zachowania okazów, u których organy rozmnażania *Glossopteris* zostały opisane. Organy te występują w postaci mineralnych odlewów pierwotnej ich formy, bez zachowanej struktury anatomicznej. Z tej ostatniej uzyskano tylko preparaty nabłonka oraz ziarn pyłku, przy czym w odniesieniu do tych drugich nie ma pewności, czy nie pochodzą z innych roślin. Nie można więc zrobić odpowiednich przekrojów, aby wyjaśnić wszystkie istotne cechy budowy. Usunąć te wątpliwości mogłoby dopiero szczęśliwe znalezienie korzystniej zachowanych skamielin *Glossopteris*. Czy znajdują się one i kiedy, okaże przyszłość.

Niemniej to, czym już dysponujemy, jest bardzo interesujące. Thomson uważa nawet, że już to — jak widzieliśmy — niedokładne opisanie organów rozmnażania *Glossopteris*, które dała E. Plumstead, stanowi sukces paleobotaniki porównywalny z opisaniem bennetytów, kajtonii i *Corystospermaceae*.

Jest jeszcze drugi składnik flory glossopterisowej, który towarzyszy niejako *Glossopteris* we florach półkuli południowej, roślina nie mniej charaktery-

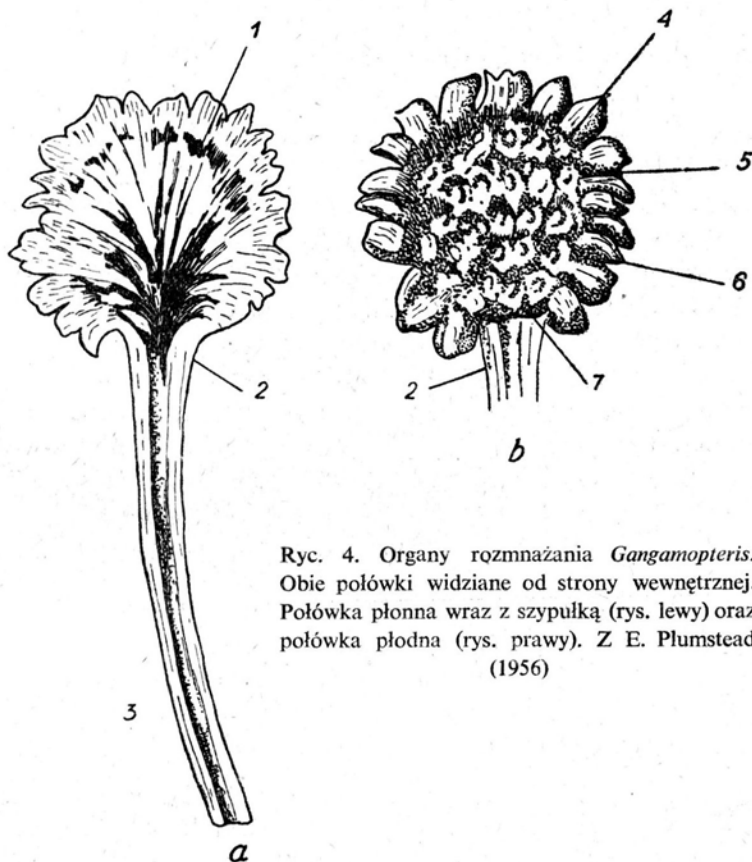


Ryc. 3. Organy rozmnażania *Glossopteris retifera* w różnych stadiach rozwoju (rekonstrukcja): a) niedojrzałe z widoczną okrywą (rys. 1 od lewej), b) dojrzałe z usuniętą okrywą (rys. środkowy), c) okrywa od zewnątrz (rys. górny prawy), d) okrywa od wewnątrz (rys. prawy dolny). Z E. Plumstead (1956)

styczna dla tejże flory jak *Glossopteris*. Rośliną tą jest *Gangamopteris*, o liściach podobnych do liści *Glossopteris*. Również i jej organy rozmnażania nie były do niedawna znane. Opisanie ich zawdzięcza paleobotanika także pani E. Plumstead, której odnośna praca ukazała się w 4 lata po pierwszej z dwóch rozpraw poświęconych narządom rozmnażania *Glossopteris*.

Owocowania *Gangamopteris* zostały znalezione przez autorkę — podobnie jak owocowania *Glossopteris* — w dolnopermskich łupkach południowego Transvaalu i w podobnym też stanie zachowania. Budowa ich okazała się tego samego typu co u *Glossopteris*. Także i tu składają się one z szypułki (w tym przypadku kilkucentymetrowej długości), zakończonej główką składającą się z dwóch krążkowatych połówek, 2—3 cm szerokich. Jedna z nich, bliższa blaszki liściowej, miała na wewnętrznej powierzchni liczne owalne ciała, które mogły być zalążkami lub nawet słupkami. Brzeg każdej z obu

połówek obramowany był wieńcem krótkich i grubych wyrostków około 5 mm długich, przypominających listki okwiatu lub okrywy (ryc. 4). Na półowce nie mającej na sobie owych zalążków czy słupków wyrostki te tworzyły rodzaj kryzy o nierównym brzegu (ryc. 4, rys. lewy). Czy półowka ta pełniła tylko rolę ochronną — obie półowki zamykały się bowiem po zapłodnieniu,



Ryc. 4. Organy rozmnażania *Gangamopteris*.
 Obie półowki widziane od strony wewnętrznej.
 Półowka płonna wraz z szypułką (rys. lewy) oraz
 półowka płodna (rys. prawy). Z E. Plumstead
 (1956)

podobnie jak u *Glossopteris* — czy też miała na sobie we wcześniejszym stadium męskie organy rozmnażania, nie wiadomo.

Pierwszy okaz z narządami rozmnażania *Gangamopteris* został opisany jeszcze w 1902 r. przez Zeillera z Indii pod nazwą *Ottokaria bengalensis*, ale właściwa jego natura nie została rozpoznana, jak również związek z *Gangamopteris*. Seward sądził, że przedstawia on okrywę nasienną jakiejś paproci nasiennej.

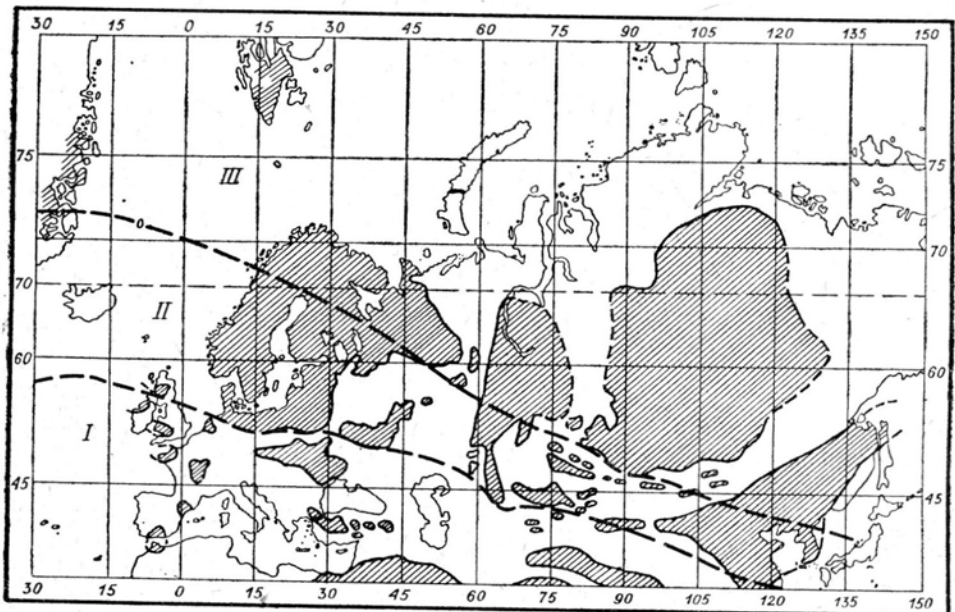
Wyjaśniła to dopiero E. Plumstead w oparciu o opisane już przez nią organy rozrodcze *Glossopteris*, dowodząc zarazem słuszności od dawna żywnionego przez paleobotaników przekonania o bliskim pokrewieństwie

Glossopteris i *Gangamopteris*. W znajomości narządów rozmnażania tego ostatniego rodzaju istnieją na razie te same luki i wątpliwości, co w odniesieniu do *Glossopteris*. Niemniej to, co o obu tych wymarłych przedstawicielach flory kontynentów południowych wiemy obecnie, wystarcza do zapewnienia im osobnego miejsca w systemie kopalnych roślin nasiennych.

6. GEOGRAFICZNE ZRÓŻNICOWANIE SZATY ROŚLINNEJ W NIEKTÓRYCH EPOKACH GEOLOGICZNYCH

Wyniki badań paleobotanicznych ostatnich lat rzuciły dużo światła także na sprawę zróżnicowania szaty roślinnej w niektórych okresach geologicznych, podważając mocno panujące przez długi czas zapatrywania głoszące brak takiego zróżnicowania. Odnośne prace ogłoszone zostały głównie przez uczonych radzieckich. Dotyczą one roślinności karbonu, jury i kredy.

Według powszechnie przyjętego poglądu szata roślinna Ziemi nie wykazywała w okresach wcześniejszych niż schyłek karbonu wyraźnego zróżnicowania geograficznego, lecz była na całym zajętym przez nią obszarze mniej lub więcej jednakowa. Odrębne prowincje florystyczne zarysowały się dopiero pod koniec okresu karbońskiego. Były to prowincje: euramerykańska, chińska, syberyjska i prowincja Gondwany. Z odmiennym zapatrywaniem wystąpił w r. 1955 Radczenko. Według niego już w dolnym karbonie można wyróżnić na obszarze Eurazji trzy strefy florystyczne ułożone mniej więcej równo-



Ryc. 5. Strefy florystyczne w dolnym karbonie Eurazji, wydzielone przez Radczenkę

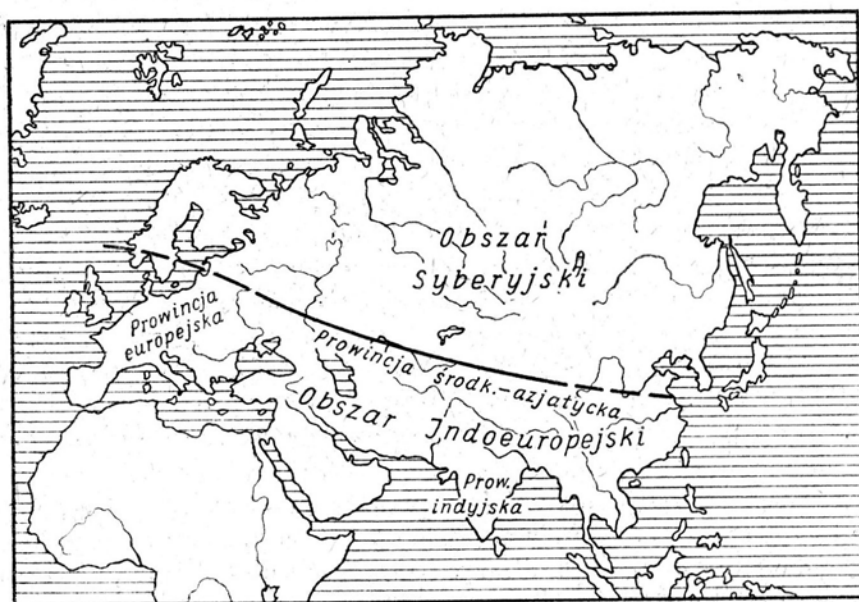
leżnikowo. Strefy te nazwał on: śródziemnomorską, szkocko-kazachstańską i północno-eurazjatycką. Występowanie ich tłumaczy Radczenko różnicami klimatu w tym czasie. Miał on być na całym prawie obszarze Eurazji wilgotny, przy czym w strefie śródziemnomorskiej podzwrotnikowy, w strefie półn. eurazjatyckiej — umiarkowany, w strefie szkocko-kazachstańskiej — ciepło-umiarkowany.

Florę strefy północno-eurazjatyckiej charakteryzował duży udział rodzajów i gatunków specyficznych dla tego obszaru. Należały do nich m. in.: *Arctodendron*, *Angarodendron*, *Angaropteridium*, *Stigmaria arctica*. Form wspólnych z bardziej południowymi strefami było mało. Można z nich wymienić *Asterocalamites*, *Lepidodendron volkmannianum* i *L. veltheimii* oraz niektóre gatunki *Sphenopteris* i *Adiantites*. Flora strefy śródziemnomorskiej to znana już dobrze flora europejskiego typu. Nie będziemy więc o niej mówić. Flora strefy kazachstańskiej obejmująca również część Europy środkowej była na ogół podobna do flory strefy poprzedniej; różniła się od niej m. in. mniejszym udziałem paproci, wśród nich zaś występowaniem takich rodzajów, jak *Diplotmema*, *Rhodea*, *Anisopteris*, *Spathulopteris*. Granice florystyczne między wymienionymi trzema strefami nie były oczywiście ostre.

Tak przedstawiałoby się geograficzne zróżnicowanie dolnokarbońskiej roślinności Eurazji w ujęciu Radczenki. Badania dalsze wykażą, czy podane przez niego różnice w składzie flory są wystarczające do wyróżnienia tych trzech stref, zwłaszcza oddzielenia drugiej z nich od trzeciej. Interesujące byłoby również stwierdzenie, czy analogiczną strefowość dałoby się znaleźć także na obszarze Ameryki Północnej.

Do okresów geologicznych, których flora nie ujawniała wyraźnego zróżnicowania geograficznego, należała według do niedawna panującego poglądu także jura. Według Gothana, w żadnym z geologicznych okresów nie mieliśmy na Ziemi bardziej wyrównanej flory, jak w tym właśnie czasie. Z poglądem tym, wypowiedzianym przez tego czołowego paleobotanika niemieckiego już dosyć dawno, spotykamy się ponownie w ostatnim wydaniu jego podręcznika paleobotaniki z r. 1954 (str. 474). Ta jednostajność składu była tym bardziej zagadkowa, że przecież w okresach poprzedzających jurę zróżnicowanie geograficzne flory istniało i że fauna morska takie zróżnicowanie, uwarunkowane różnicami klimatycznymi, wykazywała. Czyżby rośliny jurajskie miały być na te różnice obojętne? Trudno było to przyjąć, toteż niektórzy wybitni paleobotanicy, jak Seward, Kräusel i Edwards zaczęli podejrzewać, że ta jednostajność składu flor jurajskich jest pozorna, względna, wynika z niedostatecznego zbadania flor kopalnych. Seward pisał więc w 1931 r.: «jednolitość roślinności jurajskiej nie była tak wielka, jak się to wydaje». Kräusel wyraził w r. 1950 przypuszczenie, że ta jednolitość jest pozorna i że przyszłe badania pozwolą na wykrycie regionalnego zróżnicowania także w obrębie flor jurajskich. Przypuszczenie to po części już się

sprawdziło. Zaczęły bowiem pojawiać się i przybywać prace podważające coraz bardziej pogląd o kosmopolityzmie flor jurajskich. Florin wykazał, że flora roślin iglastych, jeśli pominąć nieliczne wspólne formy i grupy, jak *Araucariaceae*, inna była w jurze Gondwany niż na półkuli północnej. Na Gondwanie więcej było np. przedstawicieli *Podocarpaceae*, na półkuli północnej występowały *Taxaceae*. Badania Krisztofowicza i innych paleobotaników radzieckich wykazały, że na kontynencie azjatyckim istniały w jurze wyraźne różnice w składzie flory, wyrażające się większym udziałem iglastych i miłorzębowych na północy, a sagowcowych i paproci na południu.



Ryc. 6. Mapa geograficznego zróżnicowania roślinności dolnej i środkowej jury na obszarze Eurazji. Z Wachramiejewa

Toteż W. N. Edwards mógł już pisać w r. 1955: «Domniemana jednostajność flor jurajskich jest po części iluzoryczna, w rzeczywistości zaś istnieją jasne wskazówki strefowości w tym okresie».

Wachramiejew wyróżnił w 1957 r. dwa wielkie obszary florystyczne w jurze Eurazji, a mianowicie obszar syberyjski i indoeuropejski. W obrębie drugiego z nich wydzielił prowincję europejską, środkowo-azjatycką i indyjską. Charakterystyczną cechą roślinności obszaru syberyjskiego było panowanie miłorzębowych i iglastych, które według wyrażenia Krisztofowicza tworzyły wówczas na tym obszarze «iglasto-miłorzębową tajgę». Wśród iglastych przeważały tu wymarłe rodzaje *Podozamites* i *Pityophyllum*. Florę obszaru indoeuropejskiego charakteryzowała obfitość roślin sagowcowych oraz pa-

proci i szerokie rozprzestrzenienie pewnych iglastych rodzajów jak *Araucarites*, *Elatides*, *Brachyphyllum* itp. Prowincja indyjska różniła się od pozostałych dwóch przewagą sągowcowych nad paprociami, prowincja środkowoazjatycka — większym udziałem miłorzębowych. Flora prowincji europejskiej, zbliżona na ogół do flory prowincji indyjskiej różniła się od niej innymi gatunkami roślin sągowcowych oraz rozpowszechnieniem rodzaju *Baiera* z miłorzębowych. Klimat Eurazji był przez większą część jury wilgotny, przy czym na obszarze florystycznym syberyjskim umiarkowany, na indoeuropejskim w północnej części subtropikalny, w południowej tropikalny (Indie).

To, co powiedziano wyżej o jurze, odnosi się również do flory okresu kredowego. Także i tym florum przypisywano długo jednolitość składu, która później nie potwierdziła się. «Flora cenomańsko-senońska była ostatnią florą rozwiniętą jednakowo prawie na całym obszarze Ziemi» — pisał Krzysztofowicz dwadzieścia kilka lat temu. Dziś wiemy już dobrze, że flory kredowe wcale nie były jednakowe na różnych obszarach naszego globu, że na Północy istniała roślinność leśna typu klimatycznie umiarkowanego, w średnich zaś i niższych szerokościach geograficznych roślinność podzwrotnikowa i tropikalna. W obrębie strefy roślinności umiarkowanej też istniało zróżnicowanie, przynajmniej na półkuli północnej. Bajkowska np. wyróżnia w cenomanie i turonie umiarkowanej klimatycznie części Azji obszar lasów mieszanych z licznymi paprociami i sągowiecami, obszar zwyczajnych lasów mieszanych i obszar lasów platanowych z małym udziałem iglastych.

Tak więc z okresów geologicznych, które już miały florę lądową utworzoną z roślin naczyniowych, tylko dewon nie ujawnił jeszcze w świetle obecnych paleobotanicznych danych geograficznego zróżnicowania szaty roślinnej. Można jednak spodziewać się, że i ten okres nie pozostanie wyjątkiem. Większe lub mniejsze różnice klimatyczne istniały bowiem na Ziemi zawsze i roślinność nie mogła być na nie obojętna. Eurytermiczność całej flory, nawet tak jeszcze stosunkowo ubogiej jak dewońska, nie wydaje się prawdopodobna.

7. ZAKOŃCZENIE

Tak przedstawiałby się pokrótce aktualny stan kilku paleobotanicznych zagadnień, wybranych spośród wielu. Wśród pominiętych znajdują się zagadnienia filogenii wszystkich niemal większych grup systemu świata roślinnego, zagadnienia systematyki niektórych z nich np. miłorzębowych oraz problemy związane z pochodzeniem i ewolucją różnych organów ciała roślinnego. Omówienie ich wymagałoby całego cyklu artykułów.

W paleobotanice polskiej na czoło wysuwają się w dalszym ciągu problemy związane z roślinnością trzecio- i czwartorzędu, z których to okresów mamy

bardzo obfite materiały kopalne. Ile tu jest różnorodnych zagadnień, o tym mogliby wiele powiedzieć czołowi przedstawiciele naszej paleobotaniki zajmujący się kopalnymi florami z tych właśnie okresów. Miejmy nadzieję, że zechcą to w przyszłości na łamach «Wiadomości Botanicznych» uczynić.

Z Zakładu Paleobotaniki Uniwersytetu Warszawskiego

LITERATURA

- Bajkowskaja T. N., 1956. Wierchniemielowyje flory sjewiernoj Azji. Trudy Botan. Institut. im. W. Ł. Komarowa, ser. VIII, Paleobotanika wyp. II.
- Couper R. A., 1956. Evidence of a possible gymnospermous affinity for *Tricolpites Troedssonii* Erdt. *The New Phytologist*, 55, No. 2.
- Deyl M., 1955. The evolution of the plants and the taxonomy of the Monocotyledones. *Sbornik Narodn. Musea w Praze*, XI B, No. 6, Botanica No. 3.
- Edwards W. N., 1955. The geographical distribution of past floras. *The Advancement of Science*, 12, No. 46.
- Edwards W. N., 1955. Geographical distribution of past floras. *Nature*, 176, No. 4479.
- Erhart H., 1956. La vie végétale continentale aux époques pre-dévonniennes. *Bull. Soc. Geol. de France*, T. 6, ser. 6, fasc. 4—5.
- Ghosh A. K., Sen J., Bose A., 1951. Evidence bearing on the age of the saline series in the Salt Range of the Punjab. *Geol. Magazine*, 88, No. 2.
- Ghosh A. K., Bose A., 1952. Spores and tracheids from the Cambrian of Kashmir. *Nature*, 169, 1056—1057.
- Gothan W., Weyland H., 1954. *Lehrbuch der Paläobotanik*. Berlin.
- Kräusel R., 1950. *Versunkene Floren*. Frankfurt a. Main.
- Kräusel R., 1956. Zur Geschichte der Angiospermen. *The Botanical Magazine*, 69, No. 822.
- Krisztofowicz A. N., 1953. Nachodka płauoobraznego rastienija w kiembrii Wostocznoj Sibiri. *Dokł. Ak. Nauk SSSR*, XCI, No. 6.
- Krisztofowicz A. N., 1957. *Paleobotanika*. Leningrad.
- Leclercq S., 1956. Evidence of vascular plants in the Cambrian, *Evolution*, X, No. 2.
- Mägdefrau K., 1957. *Paläobotanik*. Fortschritte d. Botanik, XIX.
- Nemejc F., 1956. On the problem of the origin and phylogenetic development of the Angiosperms. *Sbornik Narodn. Musea w Praze*. XII B, No. 2—3.
- Oszast J., 1957. *Tricolpites (Eucommiidites) Troedssonii* Erdtman in refractory Jurassic clays from Grojec near Cracow. *Bull. Acad. Polon. Sc. Cl. II*, Vol. 5, No 3, Ser. sc. biol.
- Pierwuchina I. W., 1957. Strobilnaja teorija proischozdenija cwiетка i jejo kritika. *Trudy Botan. Inst. im. W. Ł. Komarowa, Morfol. i Anat. Rastienij*, wyp. IV.
- Plumstead E. P., 1956. Bisexual fructifications borne on *Glossopteris* leaves from South Africa. *Palaeontographica*, Abt. B, 100, Lfg. 1—3.
- Plumstead E. P., 1956. On *Ottokaria*, the fructification of *Gangamopteris*. *Trans. and Proceed. Geol. Soc. of South Africa*, LIX.
- Radzenko G. P., 1957. K woprosu o pierwom projawlenii botaniko-geograficeskoj i klimaticzeskoj zonalnosti w Sjewiernoj Jewrazji. *Woprosy paleobiogeografii i biostratigrafii*. Moskwa.
- Rao S. R. N., 1957. New reports: India. *Micropaleontology*. Vol. 3, No. 2.
- Roques M., 1956. La mesure du temps en géologie. *Revue d'Auvergne*.
- Rubey W. W., 1955. Development of the hydrosphere and atmosphere. *Geol. Soc. America*, Prof. Paper 62.

- Rutten M. G., 1957. Origin of life, its evolution and actualism. *Evolution*, XI, 1.
- Sawczenko M. I., 1957. O prirode płodolistika pokritosiemiennych. *Trudy Botan. Institut. im. W. Ł. Komarowa, Morfoł. i Anat. Rast., wyp. IV.*
- Sen J., 1955. On some fructifications borne on *Glossopteris* leaves. *Botan. Notiser*, 108, fasc. 2.
- Szatskij N. S., 1957. K woprosu o paleozojskich sporach w kriworożskoj sjerii Ukrainского do-kiembrija. *Izwestija Akad. Nauk SSSR, ser. geol.* 4.
- Tachtadžian A. Ł., 1957. Pochodzenie okrytonasiennych. *Acta Societ. Botan. Polon.*, XXVI, 1.
- Tachtadžian A. Ł., 1957. K woprosu o proischożdienii umieriennoj flory Jewrazji. *Botaniceskij Żurnał*, 42, No. 11.
- Tachtadžian A. Ł., 1958. O pochodzeniu flory Eurazji. *Kosmos, Ser. A, VII, zes. 5, str. 487—505.*
- Thomson P. W., 1953. Zur Entstehung und Ausbreitung der Angiospermen im Mesophyticum. *Paläont. Zeitschr.*, 27, H. 1—2.
- Tyler S. A., Barghoorn E. S., 1954. The occurrence of structurally preserved plants in the Pre-Cambrian rocks of the Canadian shield. *Science*, 119, 606—608.
- Vishnu-Mittre, 1955. *Sporojuglandoidites jurassicus gen. et sp. nov.*, a sporomorph from the Jurassic of the Rajmahal Hills, Bihar. *The Palaeobotanist*, 4.
- Wachramiejew W. A., 1957. Botaniko-geograficeskaja i klimaticeskaja zonalnost' na tierritorii Jewrazji w jurskoje i mielowoje wriemia. *Woprosy paleobiogeografii i biostratigrafii, Moskwa.*
- Wachramiejew W. A., 1957. Razwitije botaniko-geograficeskich oblastiej w tieczenije paleozoja i mezozoja na tierritorii Jewrazji i ich znaczenije dla stratigrafii. *Izwestija Akad. Nauk SSSR, ser. geol.*, 11.