

STOSUNKI PALEOHYDROLOGICZNE I GENEZA WĘGLI BRUNATNYCH FACJI MARKODURIOWEJ*

UKD 556.3+553.96:551.782.1:561:551.312.2(438)

Fragmenty tkanki *Marcoduria* o nieustalonej przynależności botanicznej zostały po raz pierwszy zbadane i opisane przez H. Weylanda (15). Są to spłaszczone wstęgi szerokości 2—3 cm lub węższe; zbudowane z kilku warstw wydłużonych komórek o niejednakowej grubości ścian. Wstępną wiadomość o tej roślinie podał H. Weyland na VIII Kongresie Botanicznym w Paryżu w 1954 r. Już pierwsze doniesienia podkreślały masowość występowania szczątków *Marcoduria* w węglach brunatnych Nadrenii. Dalsze badania dostarczyły nie tylko nowych szczegółów dotyczących budowy anatomicznej (16), ale znacznie rozszerzyły informacje o występowaniu tej rośliny w innych zagłębieniach węgla brunatnego.

Szczałki *Marcoduria*, równie obficie jak w Nadrenii, występują także w licznych kopalniach Dolnych i Górnych Łużyc (2); także bułgarscy paleobotanicy donieśli o masowym występowaniu szczątków *Marcoduria* w dwu zagłębieniach węgla brunatnego południowej Bułgarii, w kopalniach Razlog oraz Meričleri (7). Na terenie Polski obfite występowanie *Marcoduria* stwierdzono w kopalni Turów koło Bogatyni (3). Szczególnie masowo występują szczątki tej rośliny w węglach brunatnych Konina (J. Raniecka-Bobrowska inf. ustna).

Badania niektórych geologów, prowadzących prace paleobotaniczne, dostarczyły cennych obserwacji dotyczących rozmieszczenia szczątków *Marcoduria* w profilach wielu kopalń węgla brunatnego. Szczególnie ważne jest stwierdzenie, że roślina ta występowała w zwartych zespołach, tworząc w węglu brunatnym wyraźne poziomy o znacznej miąższości, nazwane przez Litkego (6), który stwierdził je jako pierwszy w dolnołużyckich węglach brunatnych — „*Marcoduria-Fazies*”. Autor ten przeprowadził badania izolowanych nabłonków pochodzących z 10 wierceń rozmieszczonych w promieniu ok. 1 km w kopalni Scado. Na tej podstawie wykreślił on schemat nie tylko pionowego, lecz i poziomego występowania szczątków tej rośliny. Najniżej leżące warstwy, obfitujące w szczątki *Marcoduria*, mają na tym schemacie postać ogromnej soczewki. Następnie ku stropowi, po przerwie w pionowym występowaniu, stwierdzono drugi, rozległy horyzont warstw obfitujących w szczątki *Marcoduria* (6 — schemat 5).

Taki właśnie sposób rozmieszczenia *Marcoduria* w dolnołużyckich węglach brunatnych potwierdziły badania przeprowadzone przez Schneidera (8—10). Wyniki uzyskane przez niego, na podstawie analizy *cuticulae dispersae*, w profilach licznych kopalń węgla brunatnego pozwoliły stwierdzić, że w drugim pokładzie dolnołużyckim występują dwie, zazwyczaj wyraźnie zaznaczające się ławice węgla bogatych w szczątki *Marcoduria*, przy czym miąższość ich jest bardzo znaczna i obejmuje blisko połowę miąższości całego pokładu (10). Tak masowe i powszechne występowanie szczątków *Marcoduria* we wszystkich zbadanych pod tym względem złożach węgla brunatnego uzasadnia szczególne zainteresowanie ustaleniem ich przynależności botanicznej.

Budowa anatomiczna fragmentów tkanki *Marcoduria* jest mało charakterystyczna i zawiera mało elementów diagnostycznie ważnych, pozwalających na ustalenie przynależności botanicznej (3). Są to zazwyczaj wydłużone, cylindryczne komórki o zgrubiałych ścianach bocznych, ułożone w kilku warstwach. Budowa taka wskazuje, że jest to tkanka pozostająca pod wodą, gdyż pozbawiona jest cech epidermy typowych dla naziemnych części roślin, jak szparki i włoski. Nie stwierdzono też, występującego na po-

wierzchni skórki wielu roślin lądowych, urzeźbienia nabłonka. Wszyscy badacze tej rośliny zgodni są w opinii, że omawiane szczątki musiały być zanurzone w wodzie. Nie jest natomiast całkowicie przekonująca interpretacja przynależności botanicznej omawianej rośliny do rzędu *Helobiae* obejmującego rośliny wodne. Wątpliwości te po raz pierwszy wyrazili Palamarev i Usunova (7).

Fakt masowego występowania szczątków tej rośliny w określonych warstwach węgla o znacznej miąższości dowodzi, że musiała ona tworzyć zwarte zespoły. Miało to niewątpliwie znaczny wpływ na tworzenie pokładu węgla (14, s. 13). Zwraca również uwagę zadziwiająca regularność występowania facji markoduriowej w zbadanych profilach.

Ponieważ uznajemy, że rozpatrywany węgiel stanowi przetworzony torf, należało rozważyć jaki zespół roślin współcześnie torfotwórczych może odpowiadać kopalnemu zespołowi *Marcoduria*. Zazwyczaj stosowane w paleobotanice przy oznaczaniu szczątków kopalnych metody porównywania z odpowiednimi fragmentami roślin współczesnych były w danym przypadku niewystarczające. Tkanka *Marcoduria* pozwalała bowiem stwierdzić z pewnością jedynie fakt, iż pochodzi z podwodnej części rośliny, nie mówiąc nic o jej przynależności botanicznej. W związku z tym należało zebrać inne informacje dotyczące występowania *Marcoduria* i zestawić je z wiadomościami o współczesnych zespołach torfotwórczych i torfach.

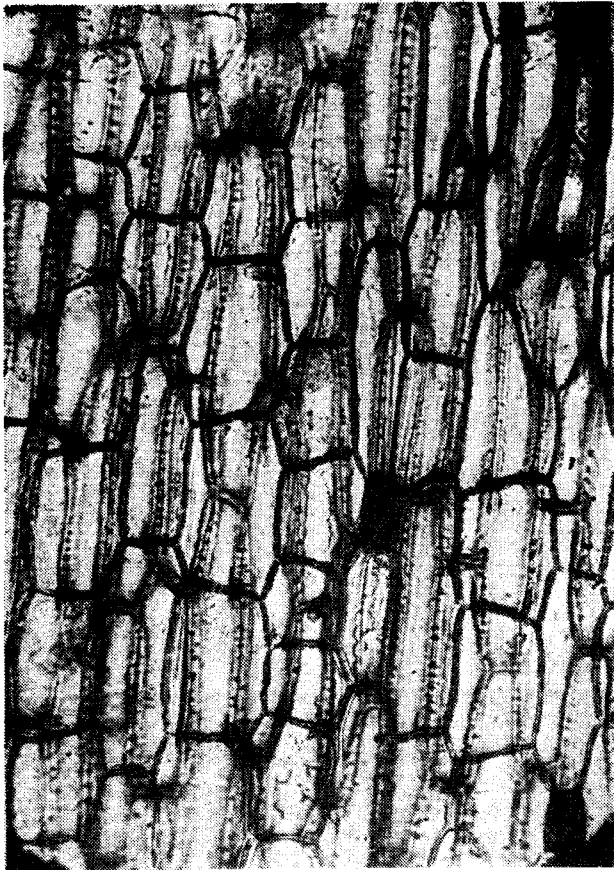
Fakt masowego występowania pozwala na potraktowanie *Marcoduria* jako zespołu roślin torfotwórczych z wyraźną przewagą jednego gatunku. Istnieje jeden taki zespół o wybitnej roli torfotwórczej i zarazem często jednogatunkowy. Jest to *Phragmitetum* czyli zespół trzcinowy (13). Przyjmując hipotezę, że *Marcoduria-Fazies* w węglach brunatnych odpowiada torfowi trzcinowemu, należało następnie sprawdzić czy wiadomości, jakie posiadamy obecnie o *Marcoduria*, odpowiadają warunkom ekologicznym występowania oraz budowie anatomicznej trzciny — *Phragmites*. Należało również porównać cechy węgla markoduriowego z cechami torfu trzcinowego:

1a. Trzcina pospolita — *Phragmites communis* Trin, jest obecnie jedynym reprezentantem monotypowego rodzaju *Phragmites*. Występuje ona pospolicie przy brzegach wód stojących lub wolno płynących oraz na terenach silnie podmokłych, okresowo zalewanych, o podglebiu nieprzepuszczalnym, szczególnie w deltach śródlądowych i tarasach zalewowych (5, s. 28).

1b. Cechy węgla brunatnego, zawierającego *Marcoduria*, wskazują, że w okresie jego powstawania był w tym miejscu zbiornik wodny. Dowodzą tego np. badania palinologiczne. Pyłki w tych warstwach są szczególnie dobrze zachowane, co dowodzi, że dzięki szybkiemu dostaniu się do wody i opadnięciu na dno zbiornika zostały natychmiast odizolowane od niszczących wpływów atmosfery (14). Według opinii Pfluga (14) spektrum pyłkowe tych warstw wykazuje obecność gatunków drzew typowo przybrzeżnych, jak: *Taxodiaceae*, *Nyssa*, *Liquidambar*, *Alnus*. Ponadto obecność pyłku roślin nisko rosnących, takich jak *Ericaceae*, mówi o tym, że nie mógł być on daleko rozszany. Siedliska wymienionych roślin musiały być więc niezbyt odległe.

Niska zawartość popiołu w warstwach węgla zawierających *Marcoduria* zdaniem Pfluga nie jest dowodem suchych warunków, lecz braku prądów wodnych. Skład popiołu węgla markoduriowych wykazuje znaczny procent związanej organicznie siarki oraz duży udział wapnia, co uważane jest za wskaźnik podwodnego tworzenia się węgla. Wszystko to

* Pragnę wyrazić gorące podziękowanie prof. J. Ranieckiej-Bobrowskiej za życzliwe udostępnienie mi do badań próbek węgla facji markoduriowej z Konina, jak również za krytyczne uwagi w trakcie opracowania niniejszego artykułu.



Szczątki kłączy roślin zespołu szuwarowego, które tworzą fację markoduriową węgla brunatnych. Fot. J. Raniecka-Bobrowska. Pow. $\times 400$.
Rhizome-remains of fossil reed-community building brown coal Marcoduria-facies.

wskazuje, że *Marcoduria* musiała rosnąć w warunkach zakrycia podłoża wodą, a także że siedlisko to musiało być blisko brzegu.

2a. Torfy oczeretowe, do których należy torf trzcinowy, charakteryzują się znacznym rozprężeniem poziomym, wyrównaną lecz nieznaną grubością (np. do 2 m na Polesiu), łupliwością w płaszczyznach poziomych, widocznymi na przełomie spłaszczonymi łądęgami trzciny, sitowia i skrzypów, znaczną zawartością siarki (5, s. 30—31).

2b. Węgiel markoduriowy wykazuje znaczne rozprężenie, miąższość do paru metrów, ciemną barwę, jest twardy, łupliwy o bardzo drobnym warstwowaniu. Na przełomie widoczne są wstęgowe szczątki *Marcoduria*; węgiel zawiera znaczną ilość siarki. Zgodność tych cech z charakterystyką torfu oczeretowego jest uderzająca.

3a. Budowa mikroskopowa torfu trzcinowego wykazuje obecność licznych fragmentów tkanki o prostokątnych wydłużonych komórkach ułożonych szeregiem, pozbawionych szparek. Są one uważane za szczątki podwodnych części, czyli kłączy oraz dolnych fragmentów źdźbła *Phragmites communis* Trin.

3b. Budowa mikroskopowa szczątków *Marcoduria inopinata* Wld. (ryc.) charakteryzuje się długimi prostokątnymi komórkami, ułożonymi w podłużne szeregi; niektóre z tych komórek wykazują sklerenchymatyczne zgrubienia ścian bocznych. Ponadto obserwowana jest przylegająca tkanka innego typu, złożona z luźno ułożonych komórek poligonalnych, którym Weyland (14) przypisuje zdolność unoszenia się rośliny w wodzie. Oba te typy tkanek mogą występować w kłączych. Typ tkanki *Marcoduria*, o wydłużonych komórkach ze zgrubieniami, obejrzał znany torfoznawca prof. S. Tołpa i stwierdził, że przynależność ich do *Phragmites* nie jest wykluczona.

W materiale pochodzącym z Turowa znaleziono ostatnio nabłonek źdźbła trzciny, co potwierdzałoby takie oznaczenia kłączy. Zbadana natomiast próbka

facji markoduriowej węgla z Konina stanowi prawdopodobnie głównie kłączy pałki (*Typha*). Roślina ta również tworzy duże skupienia jednogatunkowe o znaczeniu torfotwórczym, szczególnie w klimacie ciepłym, np. Ameryki Północnej.

Szczątkami najczęściej spotykanymi wspólnie z *Marcoduria* są fragmenty tkanek oznaczane jako *Sciadopitys* i *Pinus*. W przypadku *Sciadopitys* są to głównie liście, w przypadku *Pinus* najczęściej spotykana jest kora, dość często znajdują się igły, pyłek, a niekiedy nasiona. Występowanie sosny wydaje się więc pewne, chociaż zachodzi pytanie, czy wszystkie szczątki zaliczane do tego rodzaju przez wszystkich autorów reprezentują *Pinus*. Z rodzaju *Sciadopitys* znane są niepewne łuski szyszek i drewno; oznaczenie tego rodzaju opiera się głównie na obecności pyłku, który może pochodzić z terenów dalej położonych oraz na szczątkach liści opracowanych przez Florina (1922).

Należy nadmienić, że rośliny towarzyszące szczątkom *Marcoduria* w węglach brunatnych zdają się przeczyć uznaniu jej za trzcinę lub pałkę, a więc zespół szuwarowy. Oba te rodzaje występują wspólnie na gruntach nie podlegających zalewom, a *Sciadopitys* — na stanowiskach suchych. Występowanie obu wymienionych rodzajów w bliskim sąsiedztwie *Marcoduria* nie jest jasne; nie ulega wątpliwości, że drzewa te musiały stanowić inny zespół. Niektórzy badacze interpretują wspólne ich występowanie w węglu okresowymi powodziami (1, 4). Wydaje się, że wytłumaczenie wspólnego występowania tych gatunków w złożu częściowo jest możliwe dostaniem się szczątków *Pinus* i *Sciadopitys* do zespołu trzcinowego wskutek powodzi; częściowo zaś, zapewne niektóre szczątki zostały błędnie oznaczone.

Podsumowując można stwierdzić, że interpretacja węgla brunatnego zawierającego szczątki *Marcoduria* jako węgla pochodzenia trzcinowego i przyjęcie, że *Marcoduria* reprezentuje szczątki *Phragmites* — wydaje się uzasadnione. Z uznania tych faktów wynikają następujące wnioski:

1. Węgiel brunatny słabo warstwowany, zawierający szczątki *Phragmites (Marcoduria) inopinata* (Wld) Juchn. reprezentuje fację torfowiska szuwarowego. Dotychczas sugerowana przez Weylanda interpretacja węgla, zawierającego szczątki *Marcoduria* jako facji zespołu limnetycznego, musi być odrzucona. Nie wydaje się również możliwe utrzymanie koncepcji Thomsona (12), którego zdaniem tzw. dunkle Schichten, w skład których wchodzi facja *Marcoduria* — reprezentują fację lasu bagiennego (Bruchwaldmoorfazies). W związku z powyższym trzeba będzie prawdopodobnie szukać innej interpretacji dla tzw. helle Schichten, którym Teichmüller (11) przypisuje właśnie pochodzenie szuwarowe (Riedmoor). Problem ten jednak musi być podany dalszym szczegółowym badaniom. Tak więc przyjęcie szczątków *Marcoduria* za kłączy *Phragmites* powoduje uznanie, że *Marcoduria*-fazies stanowi węgiel powstały w warunkach telmatycznych, a nie limnetycznych, jak dotychczas sądzono.

2. Ponieważ współczesne torfowiska szuwarowe występują tylko w ściśle określonych warunkach ekologicznych możemy przyjąć, że podobne warunki istniały w okresie tworzenia się węgla omawianego typu. Byłyby to m. in.: silne oscylacje lustra wody oraz okresowo reofilna i ombrogeniczna gospodarka wodna.

Na zakończenie warto podkreślić, że przedstawiona interpretacja genezy litotypu węgla brunatnych warstwowanych wykazuje całkowitą zgodność z hipotezą szuwarowego pochodzenia węgla, opracowaną przez Kulczyńskiego (5) i jest jej potwierdzeniem w odniesieniu do węgla brunatnych.

LITERATURA

1. Benda L. — Beiträge zur Stratigraphie und Fazies des rheinischen Hauptbraunkohlenflözes auf Grund einer kutikular-analytischen Untersuchung der Tagebaue Vereinigte Ville, Berrenrath, Liblar, Lucretia, Sibylla, Fischbach und Fortuna. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 109, nr 2, 1960.

2. Jähnichen H. — Beiträge zur Tertiärflora der Lausitz — inkohlte Blätter und Epidermisstrukturen. Monatsberichte Deutsch. Ak. Wiss. Bd 7, H. 9, 1965.
3. Juchniewicz K. — Flora kopalna Turowa koło Bogatyni w świetle analizy nablankowej. I. Cuticulae dispersae zawarte w ilach. Pr. Muz. Ziemi, nr 24 (w druku).
4. Kilpper K. — Pflanzenführung, Fazies und Bildungsverhältnisse im Hauptflöz der Ville, eine kutikularanalytische Untersuchung in den Tagebauen Neurath und Frimmersdorf-Süd des rheinischen Braunkohlenreviers. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Jg. 109, 2, 1960.
5. Kulczyński S. — Geneza karbońskich złóż węglowych. Pr. Wrocław. Tow. Naukowego. Ser. B, nr 64, 1952.
6. Litke R. — Kutikularanalytische Untersuchungen im Niederlausitzer Unterflöz. Paläont. Abh., Abt. B. Bd II, H. 2, 1966.
7. Palamarev Em., Usunova Kr. — Monokotylen aus den Pliozänen Braunkohlen Südbulgariens. Izwiestija na Botaniceskija Institut, XIX, 1969.
8. Schneider W. — Zur faziellen Entwicklung im „Oberbegleiter des Lausitzer Unterflözes“ im Tagebau Spreetal. Freib. Forschh., 189 C, Geologie, 1965.
9. Schneider W. — Beziehungen zwischen Pflanzeninhalt und petrographischer Beschaffenheit von Weichbraunkohlen am Beispiel der miozänen Braunkohlen der Oberlausitz. Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A. Geol.-Paläont. Jg. 11, H. 5, 1966.
10. Schneider W. — Cuticulae dispersae aus dem 2. Lausitzer Flöz (Miozän) und ihre fazielle Aussage. Freib. Forschh., C 222, Paläontologie, Leipzig, 1969.
11. Teichmüller M. — Rekonstruktionen verschiedener Moortypen des Hauptflözes der Niederrheinischen Braunkohle. Fortschr. Geol. Rheinld, u. Westr., vol. 1—2. Krefeld, 1958.
12. Thomson P. W. — Die Entstehung von Kohlenflözen auf Grund von mikropaläontologischen Untersuchungen des Hauptflözes der rheinischen Braunkohle. Braunkohle, 2, Düsseldorf, 1950.
13. Tołpa S. — Torfowiska i torfy. Wrocław — Warszawa, 1949.
14. Weyland H. — Die Bedeutung der Kutikular-Analyse für die Braunkohlenforschung. Freib. Forschh., C 30, Geologie. Berlin, 1956.
15. Weyland H. — Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. III. Monocotylen der rheinischen Braunkohle. Palaeontogr., Abt. B, Bd 103, Lief. 1—3, Stuttgart, 1957.
16. Weyland H. — Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. V. Weiteres über Monocotylen der rheinischen Braunkohle. Ibidem, Bd 106, Lief. 1—3, Stuttgart, 1959.

SUMMARY

Mass occurrence of remains of plant *Marcoduria inopinata* Wld. (Weyland, 1957, 1959) of uncertain affinity was found in stratified Miocene brown coals. Ribbon remains of this plant form distinct horizons of remarkable thickness, so-called *Marcoduria* facies (Litke, 1966, Schneider, 1969). This plant is known from Nadrenia, Lower and Upper Lausitz, southern Bulgaria, and from Konin and Turów in Poland.

Marcoduria was hitherto considered to be water plant of the order Helobiae. Recently, it was interpreted as rootstock of *Phragmites* (Juchniewicz, in press). The paper presents further evidence supporting the interpretation of that plant as a reed-community, *Phragmites inopinata* (Wld.) Juchn. The coal rich in the remains of that reed is assumed to represent an equivalent of reed-peat.

That interpretation implies that the stratified brown coal forming so-called *Marcoduria*-facies did not originate under limnetic conditions (open water basin), as it was widely assumed, but rather under telmatic conditions, i.e. in off-shore waters under conditions of high water-table oscillations and intermittent rheogenic and ombrogenic water regime. The interpretation matches well and confirms validity of the hypothesis of rushes origin of coals (Kulczyński, 1952) in the case of the stratified brown coals.

РЕЗЮМЕ

В миоценовых расслоенных бурых углях наблюдалось массовое распространение остатков растения неустановленной ботанической принадлежности, названного *Marcoduria inopinata* Wld. (Вейланд, 1957, 1959). Ленточные остатки этой растительной формы слагают отчетливые горизонты значительной мощности, получившие название "Marcoduria-Fazies" (Литке, 1966; Шнейдер, 1969). Остатки *Marcoduria* были встречены в Рейнском бассейне, в Верхних и Нижних Лужицах, в Южной Болгарии и на территории Польши в месторождениях Конин и Турув.

Marcoduria считалась до сих пор водным растением отряда Helobiae. Недавно (Юхневич, работа в печати) было предложено определение ее в качестве корневища *Phragmites*. В настоящей статье более детально обосновывается определение *Marcoduria* в виде *Phragmites inopinata* (Wld.) Juchn. Уголь, содержащий обильные остатки этого растения, предлагается считать эквивалентом тростникового угля.

Такое определение свидетельствует о том, что слоистый бурый уголь, слагающий т.н. *Marcoduria*-Fazies образовался не в условиях открытых вод, как предполагалось ранее, но в зоне прибрежных вод с сильными колебаниями зеркала, с периодически реогенной и омброгенной циркуляцией. Такое предположение относительно происхождения слоистого бурого угля соответствует гипотезе о камышовом происхождении углей, выдвинутой Кульчинский (1952), и подтверждает эту гипотезу в отношении бурых углей.