

KRYSTYNA JUCHNIEWICZ

ZASTOSOWANIE ANALIZY NABLONKOWEJ W BADANIACH PALEOBOTANICZNYCH

Analiza nabłonkowa może być stosowana do szczątków roślin wszystkich okresów geologicznych, ale szczególne zastosowanie znalazła w badaniu flor trzeciorzędowych i głównie w odniesieniu do nich postaram się omówić walory tej metody.

Analiza nabłonkowa może być użyta w dwojakiej formie:

- 1) jako metoda pomocnicza przy jednoczesnym badaniu morfologii liści,
- 2) jako niezależna metoda badawcza w odniesieniu do tzw. *cuticulae dispersae*, czyli izolowanych fragmentów nabłonka.

Zarówno w jednej, jak drugiej formie analiza nabłonkowa jest mało popularna. Aktualnie zaledwie 14 paleobotaników na świecie stosuje ją do badań nad florami trzeciorzędowymi. Prawie wszyscy oni stosują analizę nabłonkową w formie pomocniczej, badając jednocześnie morfologię liści. Natomiast *cuticulae dispersae* ozna-
czał poprzednio Litke, a obecnie jedynie Schneider.

W Polsce były nieliczne próby zastosowania analizy nabłonkowej jako metody uzupełniającej badania makroskopowe. Korzystali z tej metody pomocniczo: prof. Bobrowska, prof. Czeczottowa, prof. Kownas, prof. Szafer, doc. Środoniowa, dr Wąs i doc. Zalewska. Natomiast bez powiązania z morfologią liścia analiza nabłonkowa została zastosowana przeze mnie po raz pierwszy w Polsce do zbadania nabłonków izolowanych z iłów miocenkich Turowa. Wstępny komunikat o tej pracy ukazał się w 1970 r. sama zaś praca została ukończona w 1971 roku¹.

Główną przyczyną małej popularności analizy nabłonkowej jest słaba znajomość anatomii skórki u roślin współczesnych. Wynika stąd konieczność oparcia się nie tylko na literaturze paleobotanicznej i botanicznej dotyczącej stomatografii (termin zaproponowany przez Tachtadzana w odniesieniu do nauki o budowie aparatu szparkowego), lecz niezbędne jest przygotowanie kolekcji porównawczej preparatów skórki roślin współczesnych. W sytuacji gdy brak jest kluczy i atlasów porównawczych, wykonana kolekcja preparatów jest główną podstawą do oznaczeń. Dalszą przyczyną małej popularności analizy nabłonkowej jest jej pracochłonność, m. in. przy

¹ Prace Muzeum Ziemi Nr 24 (w druku).

wykonaniu preparatów z delikatnych szczątków kopalnych liści, a także mikrografii porównawczych (Juchniewicz 1966).

Prace przygotowawcze mogły by być znacznie skrócone, gdyby można było zrealizować projekt publikacji atlasu nabłonków kopalnych i epiderm współczesnych. Są chętni do opracowania takiej publikacji, lecz trudno znaleźć wydawnictwo, które podjęłoby się druku.

Nie mniej ważny i trudny problem, to brak szczegółowej i jednolitej terminologii anatomicznej, koniecznej dla dokonania opisów nabłonków. Za granicą dopiero ostatnie lata przyniosły propozycje w tym zakresie. W języku polskim formalnie obowiązuje słowniczek terminologii anatomicznej Wóycickiego z roku 1934. Obejmuje on jednak tylko najbardziej podstawowe terminy.

Obecnie przejdę do sprawy najbardziej interesującej tj. do osiągnięć naukowych, jakie można uzyskać za pomocą analizy nabłonkowej.

Analiza nabłonkowa stosowana jako metoda pomocnicza, łącznie z badaniami morfologii liści, może być użyteczna między innymi przy następujących problemach:

1. Pomoc przy oznaczaniu makroszczątków liści. Badanie anatomiczne nabłonka dostarcza nowych cech diagnostycznych, zwiększając prawdopodobieństwo oznaczeń liści. Jest to oczywiste i przykładów podawać nie będę.

2. Rewizja dawnych oznaczeń dokonanych na podstawie morfologii liści. Podam dwa przykłady.

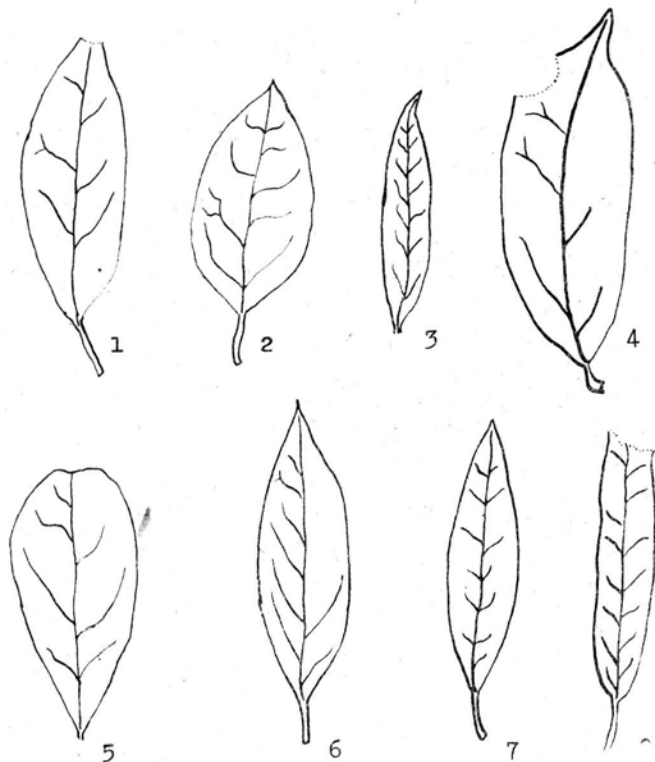
a) Jählichen (1958) przeprowadził badania anatomiczne szeregu liści o odmiennej morfologii. Zaliczane były one dawniej na podstawie morfologicznej do czterech różnych rodzin: *Ebenaceae*, *Sapotaceae*, *Styracaceae* i *Ericaceae* (ryc. 1). Badanie nabłonka wykazało, że wymienione liście należą do *Lauraceae* do kręgu *Laurophyllum princeps* (Heer) Kr. & Wld.

b) Następny przykład dotyczy rewizji oznaczeń liści o podobnej morfologii, a mianowicie *Hedera*, *Acer* i *Liquidambar*, w stanie kopalnym niekiedy trudnych do odróżnienia (ryc. 2). Praca Walthera (1970) wykazała, że niekiedy liście zaliczane na podstawie morfologii do rodzajów *Hedera*, *Acer* i *Liquidambar* oznaczone były błędnie. Wymienione rodzaje charakteryzują się wyraźnie odmienną budową skórki, toteż odróżnienie ich na podstawie fragmentów nabłonka kopalnego nie pozostawia wątpliwości (ryc. 3).

3. Dzięki zastosowaniu analizy nabłonkowej łącznie z morfologią liścia, ujawnił się nowy problem — zmienność morfologiczna liści kopalnych. Problem ten znany i oczywisty u roślin współczesnych (ryc. 4), nie był dotychczas dostępny badaniom paleobotaników. Zastosowanie analizy nabłonkowej wraz z badaniem morfologii liści umożliwiło stwierdzenie zmienności gatunkowej liści *Symplocos hallensis* Barthel & Kvaček & Rufflé w eoceńskiej florzce z Geiseltal (Barthel, Kvaček, Rufflé 1966). Znalezione tam liczne, o bardzo różnej morfologii liście wykazują identyczną budowę anatomiczną i reprezentują niewątpliwie jeden gatunek.

Zmienność morfologiczna występuje również u *Quercus lusatica* Jählichen (Jählichen 1966). Zarówno lancetowate, jak i szerokie liście tego gatunku charakteryzują się taką samą budową nabłonka.

Znaczną zmienność morfologiczną wykazują także liście z grupy *Laurophyllum*



Ryc. 1. Liście kopalne o różnej budowie morfologicznej zaliczone na podstawie budowy nabłonka do typu *Laurophyllum princeps* (Heer) Kr. & Wld. przez Jähnichena (1958). Poprzednio oznaczone były jako: 1 — *Diospyros paradisiaca* Ettgh. (*Ebenaceae*), 2 — *D. discreta* Sap. (*Ebenaceae*), 3 — *Euclea miocenica* Ung. (*Ebenaceae*), 4 — *Sapotacites tenuinervis* Heer (*Sapotaceae*), *Bumelia expansa* Sap. (*Sapotaceae*), 6 — *Styrax stylosa* Heer (*Styracaceae*), 7 i 8 — *Andromeda protogaea* Ung. (*Ericaceae*)

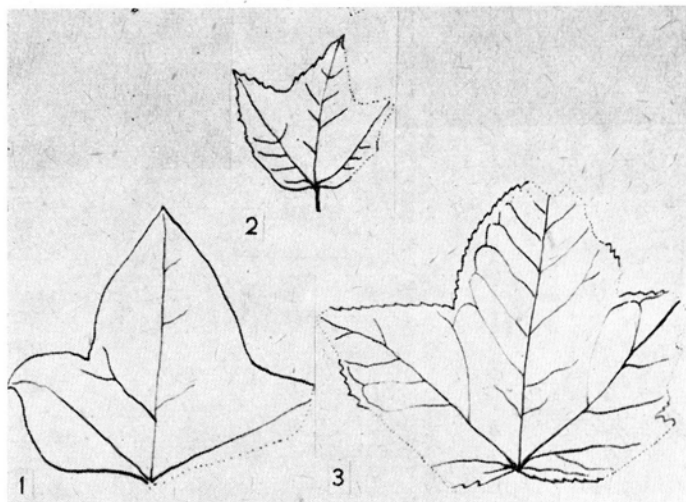
princeps (Heer) Kr. & Wld. Mówi o tym wspomniana poprzednio praca Jähnichena (1966) oraz praca Kvačka (1971), Sturma (1971) i innych.

Obecnie przejdę do omówienia walorów analizy nabłonkowej jako samodzielnej metody badawczej. Pierwszym, który zwrócił uwagę na szczególne jej możliwości i znaczenie w badaniach paleobotanicznych był Jurasky (1934—1935). Następnie dopiero w latach 60, ukazało się parę prac o *cuticulae dispersae* z węgla brunatnych (Benda 1960, Kilpper 1960, Peters 1963, Litke 1966, Schneider 1969).

Aktualnie jedynie Schneider opracowuje *cuticulae dispersae*. Reprezentuje on w badaniach nabłonkowych kierunek, który określiłabym jako geologiczny. Opracował on mianowicie wspólnie z prof. Roseltem sztuczną klasyfikację *cuticulae dispersae* (Roselt & Schneider, 1969). Nie ma ona nic wspólnego z przynależnością botaniczną nabłonków, a opiera się jedynie na ich budowie, ze szczególnym uwzględnieniem aparatów szparkowych. Klasyfikacja ta, mimo pewnych braków, może być bardzo pomocna przy wstępnej segregacji nabłonków, a także w badaniach stratygraficznych.

W innych swoich pracach zarówno Schneider, jak i wymienieni poprzednio autorzy starają się podawać przynależność botaniczną opisywanych nabłonków. Uzyskane dotychczas wyniki badań nad nabłonkami kopalnymi wskazują, że oznaczenie *cuticulae dispersae* nie tylko jest możliwe, ale że osiągnięto już niemałe rezultaty.

Opracowane przeze mnie zestawienie (ryc. 5) przedstawia wyniki oznaczeń, uzyskanych dotychczas za pomocą analizy nabłonkowej we florach trzeciorzędowych Europy. Uwzględnione zostały wyłącznie gatunki zilustrowane. Wykres obejmuje

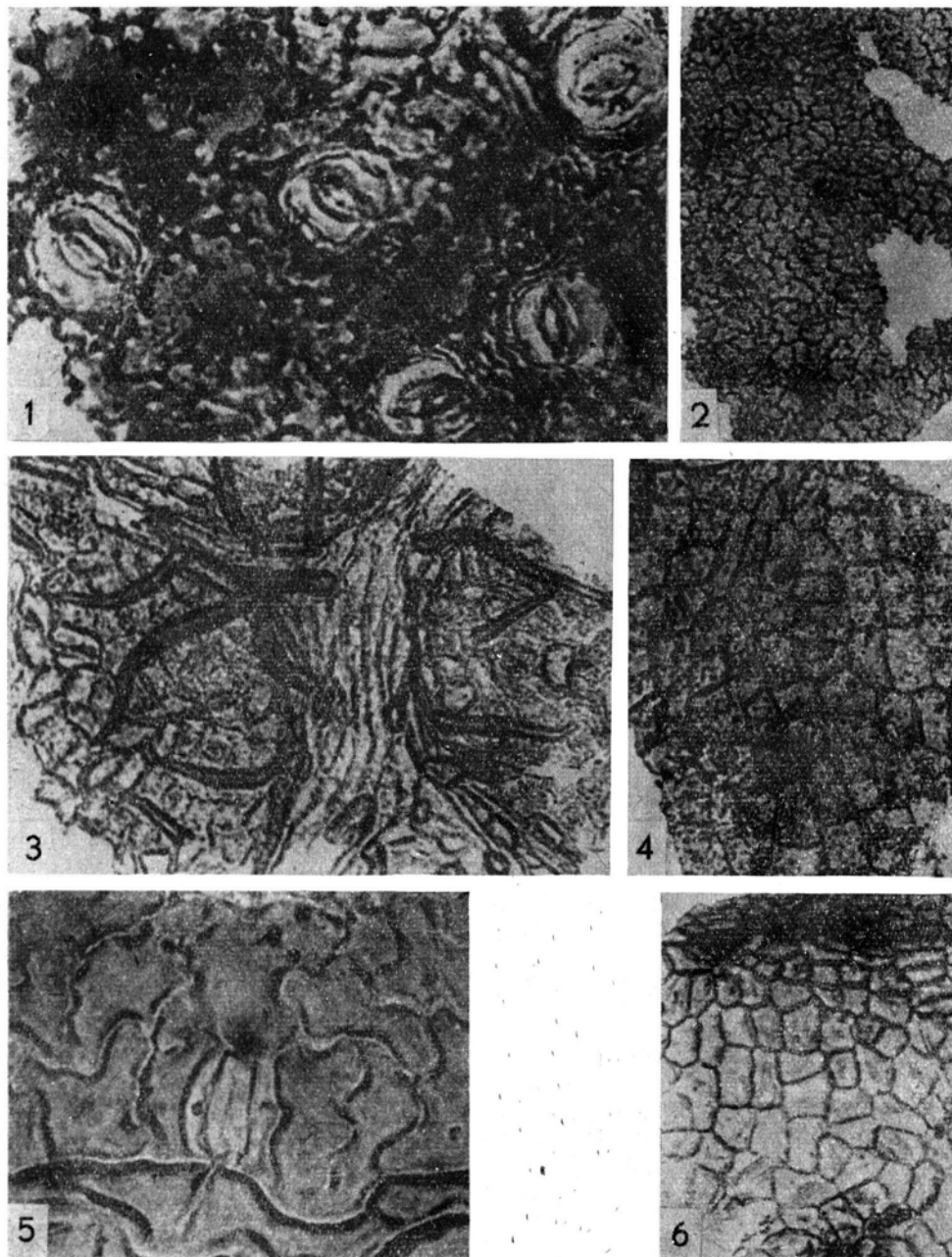


Ryc. 2. Liście kopalne o zbliżonej budowie morfologicznej, których rewizję oznaczeń dokonano na podstawie analizy nabłonkowej (Walther 1970). 1 — *Hedera salzhausensis* Walther, uważana dawniej za *Acer decipiens* Al. Braun lub *Acer monspessulanum* L., 2 : 1; 2 — *Acer tricuspdatum* Bronn, oznaczony poprzednio jako *Hedera cari* Ludwig, 1 : 1; 3 — *Liquidambar europaea* Al. Braun, uważany poprzednio za *Hedera serrata* Ludwig, 1 : 1.

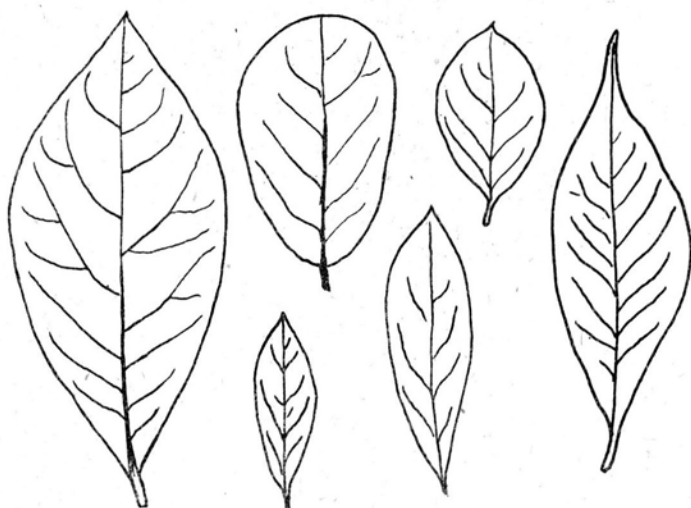
te rodziny, które były przedmiotem moich badań nad nabłonkami miocenijskimi Turowa, a jednocześnie stwierdzono w ich obrębie największą liczbę gatunków w innych florach trzeciorzędowych.

W zestawieniu tym zwraca uwagę, że uderzająca jest znaczna przewaga form należących do rodzin *Lauraceae* i *Gramineae*. Ta ogromna przewaga dowodzi, że nabłonki należące do tych właśnie rodzin są względnie łatwe do wyróżnienia. Potwierdzeniem tego może być fakt, że przy opracowaniu *cuticulae dispersae* Turowa zdołałam oznaczyć do rodzaju 6 typów nabłonków z rodziny *Lauraceae*. Różnią się one wyraźnie między sobą budową anatomiczną. Warto wspomnieć, że oznaczenia te potwierdziła dr Szakrył (ZSRR) od lat specjalizująca się w opracowaniu nabłonków rodziny *Lauraceae*. Możliwości oznaczenia rodziny Laurowatych przy zastosowaniu analizy nabłonkowej potwierdzają prace licznych autorów (Kräusel & Weyland 1950, Rufflé 1963, Szakrył 1965, Kvaček 1971, Sturm 1971 i inni).

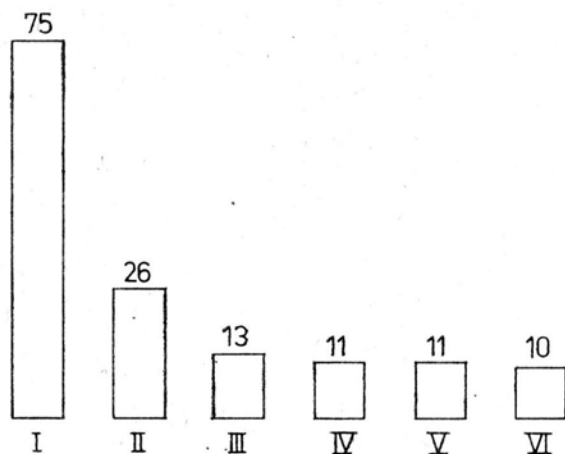
Ponieważ rodzina *Lauraceae* jest trudna do oznaczenia za pomocą innych metod paleobotanicznych, możliwość pewnego zaliczenia fragmentów nabłonka do tej ważnej stratygraficznie rodziny jest bardzo istotna.



Ryc. 3. Budowa anatomiczna nablönka kopalnego liścia podobnych pod względem morfologicznym przedstawionych na ryc. 2 (wg Walther 1970). 1, 2 — *Hedera salzhausensis* Walther: 1 — nablönek dolnej strony liścia, $\times 840$; 2 — nablönek górnej strony liścia, $\times 210$; 3, 4 — *Acer tricuspidatum* Bronn; 3 — nablönek dolnej strony liścia, $\times 300$; 4 — nablönek górnej strony liścia, $\times 300$; 5, 6 — *Liquidambar europaea* Al. Braun; 5 — nablönek dolnej strony liścia, $\times 840$; 6 — nablönek górnej strony liścia, $\times 210$.



Ryc. 4. Zmienność morfologiczna liści współczesnego gatunku *Laurus nobilis* L. pochodzących z jednej torebki „liści bobkowych“. Wykazują one jednakową budowę anatomiczną skórki, typową dla tego gatunku (oryg.).



Ryc. 5. Stan oznaczenia nabłonków *Angiospermae* we florach trzeciorzędowych Europy (eocen-pliocen) z rodzin o największej liczbie zbadanych gatunków (cyfry u góry): I — *Lauraceae*, II — *Gramineae*, III — *Myricaceae*, IV — *Fagaceae*, V — *Loranthaceae*, VI — *Aceraceae* (oryg.)

Przechodząc do rodziny *Gramineae* trzeba również stwierdzić, że za pomocą makroszczątków liści i ziarna pyłku, rodzina ta była dotychczas prawie nieoznaczalna. Analiza nabłonkowa natomiast pozwala wyróżnić liczne, wyraźnie różniące się między sobą formy nabłonka. Trzeba przyznać, że określenie ich przynależności rodzajowej nastęrcza jeszcze trudności. Jednak wyjątkowo silne zróżnicowanie budowy skórki tej rodziny pozwala mieć nadzieję, że nabłonki *Gramineae* można będzie oznaczać dokładniej.

Chciałam obecnie poruszyć sprawę pewności oznaczeń nabłonków. Podobnie jak przy zastosowaniu innych metod paleobotanicznych zależy to od liczby cech, jakie bierzemy pod uwagę. Istotne jest także, by opierać się przy oznaczeniach na cechach diagnostycznie ważnych. Ponadto stopień pewności oznaczeń uzależniony jest od liczby gatunków użytych do porównań. Analiza nabłonkowa nie odbiega więc pod tym względem od innych metod paleobotanicznych.

Następny problem jaki się nasuwa, to możliwość wyciągania wniosków ekologicznych. Warunki siedliskowe i klimatyczne uwidaczniają się bowiem w budowie skórki roślin. Wiadomo, że budowa skórki u kserofitów różni się od budowy higrofitów. Inna jest budowa skórki roślin skórzastych, inna u roślin mezofitycznych. Bardzo istotne jest to, że przy wyciąganiu wniosków ekologicznych, nie jest konieczne ustalenie przynależności botanicznej nabłonka kopalnego.

Ostatnia wreszcie sprawa, którą pragnę poruszyć, to porównanie analizy nabłonkowej z analizą palinologiczną wg Weylanda (1960). Ziarna pyłku możemy znaleźć w większości skał osadowych, co uwarunkowane jest znaczną lotnością pyłku. Nabłonki natomiast występują tylko w pewnych warstwach. Fragmenty liści bowiem nie mogą przenosić się z wiatrem daleko, mogą jedynie podlegać transportowi wodnemu, jeśli dostaną się do wody. Nabłonki znajdują się więc tam, gdzie rosły ich rośliny macierzyste, czyli *in situ* — w przypadku osadów węglowych, zaś w przypadku osadów ilastych — w niewielkiej stosunkowo odległości od występowania rośliny macierzystej. W efekcie analiza nabłonkowa daje możliwość zbadania lokalnych warunków siedliskowych i lokalnego składu florystycznego.

Na ten fakt zwrócili szczególną uwagę paleobotanicy niemieccy, badając głównie nabłonki z węgla brunatnych. Już w 1958 r. Teichmüller pisał: „Mit der Untersuchung von Pflanzenresten aus der Kohle selbst ist bislang die Kutikularanalyse am weitesten gekommen” — czyli, że analiza nabłonkowa przyczyniła się najbardziej do zbadania roślin zawartych w węglu. Od tego czasu przybyło wiele nowych oznaczeń nabłonków. W jednej tylko florz Turowa, na 35 opisanych, wyróżniłam 16 nieznanych dotąd gatunków (Juchniewicz, 1970, 1971). Najistotniejsze jednak jest to, że analiza nabłonkowa daje nam nowe możliwości poznawcze, a w odniesieniu do węgla pozwoli w niedalekiej może przyszłości wydatnie dopomóc w zbadaniu roślin węglotwórczych i przyczyni się do wyjaśnienia genezy węgla (Juchniewicz, w druku).

Podsumowując można stwierdzić, że analiza nabłonkowa jako niezależna metoda badawcza:

1) umożliwia oznaczenie drobnych szczątków liści, nieoznaczalnych innymi metodami;

2) ułatwia określenie tych rodzin, które są trudne do opracowania przy użyciu

innych metod, przy czym pewność oznaczeń nie jest niższa, niż przy zastosowaniu innych metod paleobotanicznych;

3) pozwala na wyciąganie wniosków ekologicznych nawet w przypadku niedokładnego oznaczenia;

4) daje możliwość badania szczątków roślin pozostających w węglu in situ, a więc ustalenia roślin węglotwórczych.

Jak widać z powyższego, analiza nabłonkowa udostępniając inne możliwości poznawcze, stanowi wartościową metodę, której zastosowanie do badań paleobotanicznych może przynieść dalsze cenne efekty naukowe.

LITERATURA

- Barthel M., Kvaček Z., Rüffle L., 1966. *Symplocaceen-Blätter im Eozän des Geiseltales*. Monatsberichte Deutsch. Akad. Wiss. zu Berlin, Bd. 8, H. 5, 354—359.
- Benda L., 1960. *Beiträge zur Stratigraphie und Fazies des rheinischen Hauptbraunkohlenflözes auf Grund einer Kutikular-analytischen Untersuchungen der Tagebaue Vereinigte Ville, Berrenrath, Liblar, Lukretia, Sibylla, Fischbach und Fortuna*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 109, nr 2, 225—260.
- Jähnichen H., 1958. *Beiträge zur Flora der tertiären plastischen Tone von Preschen bei Bilin, ČSR. Lauraceae II*. Jahrb. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, Jg. 1958, 60—95.
- Jähnichen H., 1966. *Morphologisch-anatomische Studien über strukturbietende, ganzrandige Eichenblätter des Subgenus Quercus lusatica n. sp. im Tertiär Mitteleuropas*. Monatsberichte Deutsch. Akad. Wiss., Bd. 8, H. 6/7, 477—512.
- Juchniewicz K., 1966. *O metodach badania anatomicznego liści w paleobotanice*. Wiad. Bot., 10, nr 2, 115—121.
- Juchniewicz K., 1970. *Nowe dane o florze kopalnej Turowa na podstawie analizy nabłonkowej*. Kwart. Geol., 14, nr 4, 810—818.
- Juchniewicz K., 1971. *Flora kopalna Turowa kolo Bogatyni w świetle analizy nabłonkowej*. Diss. Warszawa.
- Juchniewicz K., *Analiza nabłonkowa jako nowa samodzielna metoda badawcza w paleobotanice*. Przegl. Geol. (w druku).
- Juchniewicz K., *Przydatność analizy nabłonkowej w badaniach stratygraficznych*. Przegl. Geol. (w druku).
- Jurasky K., 1934—1935. *Kutikular-Analyse*. Biol. General., 10, nr 2, 383—402; 11, nr 1, 227—244; 11, nr 2, 1—25.
- Kilpper K., 1960. *Pflanzenführung, Fazies und Bildungsverhältnisse im Hauptflöz der Ville, eine kutikularanalytische Untersuchung in den Tagebauen Neurath und Frimmersdorf -Süd des rheinischen Braunkohlen Reviers*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 109, nr 2, 261—308.
- Kräusel R., Weyland H., 1950. *Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter. I*. Paläontogr., Abt. B, Bd. 91, 1—19.
- Kvaček Z., 1971. *Fossil Lauraceae in the stratigraphy of the North-Bohemian Tertiary*. Sbornik Geologických Věd, Paleontologie, 13, 47—86.
- Litke R., 1966. *Kutikularanalytische Untersuchungen im Niederlausitzer Unterflöz*. Paläont. Abh., Abt. B, Bd. 2, H. 2, 327—426.
- Litke R., 1968. *Über den Nachweis tertiärer Gramineen*. Monatsberichte Deutsch. Ak. Wiss., Bd. 10, H. 6, 462—471.
- Peters I., 1963. *Die Flora der oberpfälzer Braunkohlen und ihre ökologische und stratigraphische Bedeutung*. Paläontogr., Abt. B, Bd. 112, 1—50.
- Roselt G., Schneider W., 1969. *Cuticulae dispersae, ihre Merkmale, Nomenklatur und Klassifikation*. Paläont. Abh., B, Bd. III, H. 1, 1—128.

- Rüffle L., 1963. *Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar*. Paläont. Abh., B, Bd. I, H. 3, 139—298.
- Schneider W., 1969. *Cuticulae dispersae aus dem 2. Lausitzer Flöz (Miozän) und ihre fazielle Aussage*. Freib. Forschh., Paläontologie, C 222.
- Sturm M., 1971. *Die eozäne Flora von Messel bei Darmstadt. I. Lauraceae*. Palaeontogr., Abt. B, Bd. 134, 1—60.
- Szakrył A., 1965. *Epidermis lawrowych dla diagnostyki niektórych sowriemiennych i iskopajemych widow*. Tbilisi, Ak. Nauk Gruz. SSR.
- Teichmüller M., 1958. *Rekonstruktionen verschiedener Moortypen des Hauptflözes der niederrheinischen Braunkohle*. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 1/2, 559—612.
- Walther H., 1970. *Die Gattung Hedera L. im Tertiär von Salzhausen*. Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, Bd. 16, 211—234.
- Weyland H., 1960. *Zur Frage der Verwendbarkeit der Kutikularanalyse bei der Untersuchungen von Braunkohlen*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Bd. 109, H. 2, 213—224.
- Wóycicki Z., 1934. *Polskie mianownictwo botaniczne w zakresie cytologii i histologii roślin*. Warszawa.