

ANALIZA NABŁONKOWA JAKO NOWA SAMODZIELNA METODA BADAWCZA W PALEOBOTANICE

UKD 561.074.1:[581.821,1:581.45]

Analiza nabłonkowa jest metodą mało popularną wśród paleobotaników. Aktualnie stosuje ją 14 naukowców na świecie, w tym tylko dwu posłużyło się nią po raz pierwszy jako samodzielną metodą badawczą. W Polsce analiza nabłonkowa jest prawie nieznaną. Dlatego wydaje się celowe przedstawienie problemów, z jakimi stykamy się przy stosowaniu tej metody, a także efektów naukowych, które możemy uzyskać za jej pomocą już teraz, a także w przyszłości — w miarę jej rozwoju.

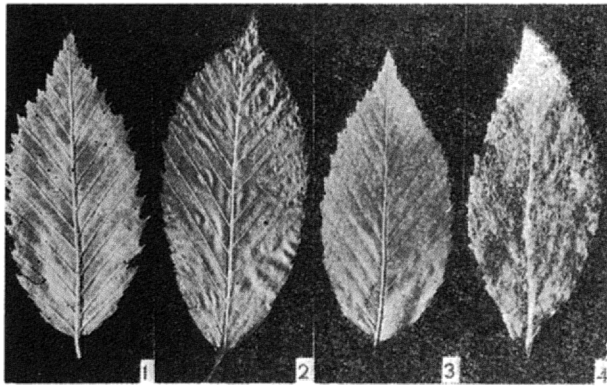
Metoda analizy nabłonkowej polega na badaniu mikroskopowym szczątków liści kopalnych, których substancja organiczna przetrwała w postaci skutykizowanych zewnętrznych warstw skórki, określanych mianem nabłonka*. Nabłonki kopalne, szczególnie w skałach ilastych oraz węglach kamiennych i brunatnych, przechowują się dość często w stopniu umożliwiającym poznanie struktury anatomicznej skórki liścia, przy czym do badań wystarcza zazwyczaj fragment o zaledwie milimetrowej powierzchni. Możli-

wość przeprowadzania obserwacji na tak małych szczątkach tkanki liścia jest jedną z ważniejszych zalet omawianej metody.

Pierwsze wzmianki o obserwacjach nabłonków kopalnych podawano sporadycznie od połowy 19 stulecia, jednak mają one dziś wartość tylko historyczną. Od lat trzydziestych naszego wieku w pracach niektórych paleobotaników można spotkać krótkie opisy anatomiczne nabłonków, traktowane jako uzupełnienie opisów makroskopowych liści. Stopniowo badaniom tym zaczęto przypisywać coraz większe znaczenie, okazało się bowiem, że poznanie budowy nabłonka ogromnie ułatwia oznaczanie liści kopalnych (2). Dużą wartość diagnostyczną cech budowy epidermy dla badań paleobotanicznych uwypuklił Jurasky (3).

Obecnie nikt już nie neguje znaczenia analizy nabłonkowej, przy opracowaniu szczątków roślin kopalnych, jako metody pomocniczej stosowanej w połączeniu z metodą morfologiczną. Właśnie dzięki zespoleniu obu tych metod badawczych udało się paleobotanikom wyjaśnić wiele trudnych problemów, jak np. stwierdzić przynależność do tego samego gatunku

* Pojęcie nabłonka w paleobotanice nie odpowiada ściśle pojęciu nabłonka używanemu w anatomii roślin współczesnych, lecz brak jest odrębnego terminu (14, 7).



Ryc. 1. Podobieństwo morfologiczne liści u różnych rodzajów:

1 — Liść chmielograbu (*Ostrya carpinifolia* L.) z zielnika Uniwersytetu Warszawskiego. Wielkość naturalna. 2 — Liść kłonu (*Acer carpinifolium* Sieb. & Zucc.) z zielnika Instytutu Botaniki Uniwersytetu Wrocławskiego, nieco pomniejszony. 3 — Liść grabu (*Carpinus betulus* L.) z zielnika Uniwersytetu Warszawskiego. Wielkość naturalna. 4 — Liść śliwy (*Prunus apramana* Schübl. & Mart.) z zielnika Uniwersytetu Warszawskiego; nieznacznie powiększony.

Fig. 1. Morphological similarity of leaves of different genera:

1 — leaf of hop-hornbeam (*Ostrya carpinifolia* L.); herbarium of the Warsaw University; natural size. 2 — leaf of maple (*Acer carpinifolium* Sieb. and Zucc.); herbarium of the Warsaw University; natural size. 3 — leaf of hornbeam (*Carpinus betulus* L.); herbarium of the Warsaw University; natural size. 4 — leaf of plum tree (*Prunus apramana* Schübl. and Mart.); herbarium of the Warsaw University; somewhat enlarged.

pojedynczo znalezionych fragmentów organów roślin oraz skorygować wiele oznaczeń (9). Aktualnie podejmowane są nowe opracowania flor kopalnych przy zastosowaniu obu metod, tj. morfologicznej i nabłonkowej.

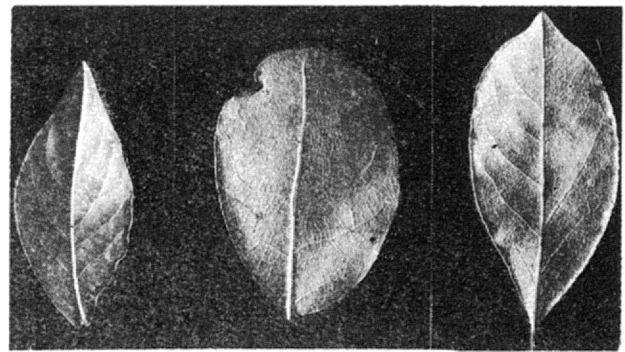
Badania anatomiczne nabłonka przeprowadzano u roślin dewońskich, karbońskich i kredowych. Szczególnie jednak zastosowanie znalazła metoda nabłonkowa w odniesieniu do flor trzeciorzędowych. Przyczyniła się do tego zarówno obfitość szczątków kopalnych tego okresu, jak też większe pokrewieństwo z florami współczesnymi.

Analiza nabłonkowa flor trzeciorzędowych może się już poszczycić poważnymi osiągnięciami. Zastosowanie tej metody pozwoliło dokonać rewizji wielu dawnych błędnych oznaczeń opracowanych na podstawie morfologii liści np. rewizja niektórych oznaczeń Heera, Saporty i Ettingshausena dokonana przez Jähnichena (3). Udowodnił on przynależność do rodziny *Lauraceae* gatunków o różnej morfologii liści, oznaczonych na tej podstawie przez wspomnianych wyżej paleobotaników jako *Styrax*, *Bumelia*, *Diospyros* i *Andromeda*, a więc jako rodzaje należące do 4 różnych rodzin.

Można także podać przykład odwrotnej sytuacji, mianowicie stwierdzenie na podstawie badań nabłonkowych przynależności do różnych rodzin — liści o zbliżonej morfologii np. *Hedera*, *Acer*, *Liquidambar* (19). Podobieństwo morfologiczne liści jest zjawiskiem częstym (ryc. 1) i łatwo może być przyczyną błędów w oznaczeniach.

Jeden z gatunków pospolitych we florach trzeciorzędowych, głównie miocenów, opisany poprzednio przez Kirchheimera na podstawie morfologii jako *Symplocos* — okazał się być typowym przedstawicielem rodziny *Lauraceae* (ryc. 4). Stwierdzenie i udowodnienie prawdziwej przynależności systematycznej tego gatunku zawdzięczamy analizie nabłonkowej (7).

Ostatnio ukazujące się prace oparte na badaniach morfologicznych i nabłonkowych wskazują na fakt dotychczas prawie nieznaną, a ściślej nie uwzględnianą z konieczności we florach kopalnych, mianowicie na zróżnicowanie morfologiczne liści. Badania dawniej-



Ryc. 2. Zmienność morfologii liścia u jednego gatunku na przykładzie liści wawrzynu (*Laurus nobilis* L.). Liście pochodzą z jednej torebki tzw. „liści bobkowych”.

Fig. 2. Morphological differentiation of leaf of one species on the example of laurel leaves (*Laurus nobilis* L.). Leaves from single commercial pack of laurel leaves.

sze, oparte jedynie na analizie morfologii poszczególnych liści kopalnych, nie pozwalały najczęściej na stwierdzenie dywergencji morfologicznej liści w obrębie gatunku. Liście o odmiennej morfologii zaliczono poprostu do różnych jednostek systematycznych.

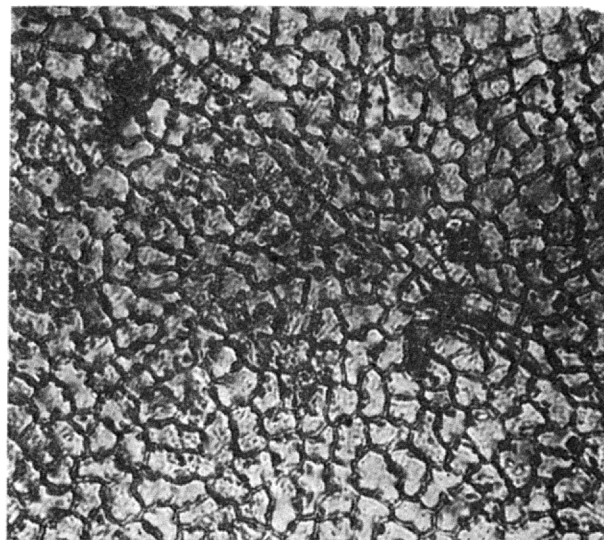
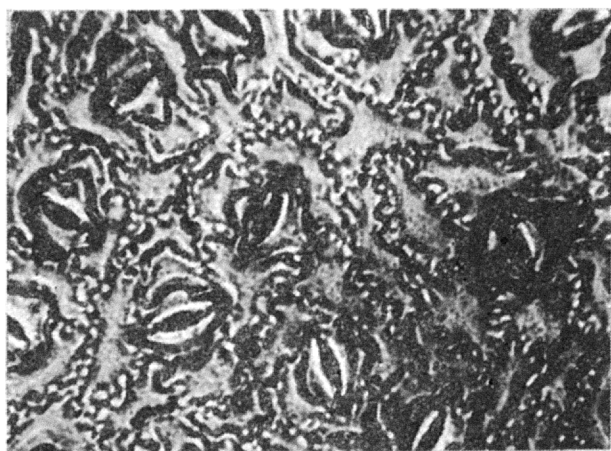
Zróżnicowanie morfologiczne liści u gatunków roślin współczesnych jest zjawiskiem znanym i występuje w szczególnie wyraźnej formie u niektórych rodzajów lub gatunków w obrębie tego samego osobnika (ryc. 2). Mimo znacznych różnic morfologicznych liście jednego gatunku wykazują taką samą budowę anatomiczną (ryc. 3). Zjawiska tego nie doceniano przy oznaczaniu liści gatunków kopalnych. Dopiero zastosowanie analizy nabłonkowej umożliwiło udowodnienie istnienia zróżnicowania morfologicznego liści u gatunków kopalnych. Świadczą o tym prace o liściach *Symplocos* (1), liściach *Quercus* (4) oraz *Lauraceae* (10).

Jak widać z powyższych przykładów znaczenie badań nabłonkowych w paleobotanice zostało ugruntowane wielu poważnymi osiągnięciami. Badania te były jednak stosowane niemal wyłącznie w powiązaniu z jednoczesnymi badaniami morfologicznymi liści.

Analiza nabłonkowa jako samodzielna metoda badawcza prawie nie była dotychczas stosowana. Istnieje zaledwie kilka prac z zastosowaniem tej metody do oznaczania szczątków liści kopalnych (11, 12, 15, 16, 6, 7). Na tak małą popularność analizy nabłonkowej jako niezależnej metody w paleobotanice złożyło się szereg przyczyn, które pokrótce omówię.

Pierwszą i największą, moim zdaniem, przeszkodę w stosowaniu na szeroką skalę badań nabłonkowych stanowi niedostateczna znajomość budowy anatomicznej skórki liści u roślin współczesnych. Na podstawie porównań z roślinnością dzisiejszą dokonujemy wszelkich opracowań i oznaczeń roślin kopalnych, dlatego też paleobotanikowi niezbędna jest znajomość tych roślin współczesnych lub tych ich organów, które bada on w postaci fosylnej. Tymczasem anatomia systematyczna roślin współczesnych dostarcza tylko ogólne charakterystyki budowy anatomicznej skórki w rodzajów lub gatunków należących do wyjątków. Brak jest nie tylko atlasów i kluczy do oznaczania na podstawie cech budowy anatomicznej skórki, lecz nawet opracowania szczegółowe pozbawione są często fotografii, a niekiedy również rysunków. Na domiar złego, tych opracowań i wzmianek o budowie skórki u pojedynczych gatunków lub rodzajów szukać należy wśród czasopism niemal całego świata, co bardzo utrudnia dotarcie do potrzebnej literatury.

Konsekwencją tej sytuacji jest konieczność zdobycia przez badacza odpowiednich materiałów po-



Ryc. 3. Budowa skórki dolnej strony liścia występująca u przedstawionego wyżej gatunku wawrzynu, niezależnie od formy liścia. Kolekcja porównawcza współczesnych epiderm. Muzeum Ziemi PAN. Pow. $\times 400$ i $\times 800$.

Fig. 3. Epidermis of lower side of laurel leaf (*Laurus nobilis* L.), independent of the form of the leaf; comparative collection of recent epidermis. Museum of the Earth, Polish Academy of Sciences, Warsaw; $\times 400$ and $\times 800$, respectively.

Ryc. 4. Nabłonek kopalny pospolitego w miocenie gatunku z rodziny Lauraceae. Górna i dolna strona liścia. Pow. $\times 400$. Flora miocenska Turowa (Juchniewicz, diss. 1971).

Fig. 4. Fossil cuticle of common Miocene species of the family Lauraceae; upper and lower sides of leaf; $\times 400$; from „Miocene flora of Turów” (Juchniewicz 1971 MS).

Fot. L. Dwornik

równawczych, w danym razie — przygotowania kolekcji preparatów anatomicznych skórki roślin współczesnych. Kolekcja ta musi być dostosowana do opracowywanej flory kopalnej pod względem pokrewieństwa systematycznego. W przypadku flor trzeciorzędowych środkowoeuropejskich należy dysponować materiałami porównawczymi gatunków pochodzących z Azji Wschodniej, części pacyficznej Ameryki Północnej, Transkaukazji i Półwyspu Bałkańskiego. Zdobywanie próbek liści gatunków z tak egzotycznych dla nas flor współczesnych łączy się zwykle z koniecznością wyjazdów do zielników zagranicznych. Polskie zielniki bowiem, poza zielnikiem uniwersyteckim we Wrocławiu oraz w Krakowie (obecnie podzielony na zielnik PAN oraz uniwersytecki) — nie dysponują roślinami z wymienionych regionów świata, a i tam są dość ubogo reprezentowane (polskie zielniki należą niestety do najuboższych w Europie (13).

Po pokonaniu trudności zdobycia potrzebnych próbek zielnikowych następuje etap pracochłonny: wy-

konanie preparatów anatomicznych skórki. Ta pracochłonność w przygotowaniu odpowiednio dużej kolekcji porównawczej stanowi jeden z ważnych czynników odstrasżających od podjęcia badań nabłonkowych (jeden preparat wymaga średnio około 4 godz. czasu).

Na dalszym miejscu pod względem trudności stawiam problem podstawowy, mianowicie techniczne przygotowanie substancji organicznej liści kopalnych do badań tak, aby umożliwić dokładne zbadanie budowy anatomicznej nabłonka. Metody stosowane w tym celu są bardzo proste i nie wymagające skomplikowanej i drogiej aparatury (5), jednak uzyskanie pozytywnych rezultatów maceracji przedstawia wiele trudności i nie zawsze udaje się uzyskać wynik zadowalający. Przyczyną tego stanu rzeczy jest delikatność i kruchość szczątków kopalnej substancji organicznej, a co za tym idzie konieczność stopnio-

wania odczynników oraz najdelikatniejsze traktowanie, w obawie przed mechanicznym uszkodzeniem w czasie przygotowywania preparatu.

W momencie przygotowania serii preparatów nabłonków kopalnych oraz kolekcji porównawczej preparatów skórki roślin współczesnych zaczynają się inne trudności. Pierwszą napotykać już przy opisywaniu szczątków: brak szczegółowej i jednolitej terminologii w anatomii skórki. Mankament ten występuje nie tylko w języku polskim, również w krajach o dalej posuniętych badaniach nad anatomią skórki roślin współczesnych i nabłonkami kopalnymi terminologia nie jest jednolita (7), chociaż jest już szereg propozycji w tym zakresie (17, 18).

Ostatnią przeszkodą do pokonania jest prawidłowe oznaczenie badanego nabłonka. Ten wynik końcowy, do jakiego dążymy, uzależniony jest w znacznej mierze od etapów poprzednich, mianowicie od jakości uzyskanych preparatów kopalnych oraz od ilości i jakości preparatów porównawczych. Im więcej gatunków współczesnych zdołamy przeanalizować, tym dokładniejsze i pewniejsze będą nasze oznaczenia. Dla przykładu: Bandulska dysponowała 25 gatunkami z rodziny *Lauraceae*, Kräusel, Weyland i Kilpper opierali swe oznaczenia na preparatach około 350 gatunków tej rodziny (10), u dr Szakrył w ogrodzie botanicznym w Suchumi widziałam kolekcję ponad 600 gatunków *Lauraceae*. We florze miocenkiej Turrowa oznaczenia nabłonków należących do rodziny *Lauraceae* (6, 7) oparte były na porównaniu z preparatami ponad 900 gatunków współczesnych z kolekcji w Suchumi, Leningradzie, Berlinie oraz Muzeum Ziemi PAN.

Dla dokonania oznaczeń nabłonków kopalnych konieczne jest ustalenie cech ważnych diagnostycznie. Zagadnieniem tym zajmowało się kilku autorów, lecz poza uwzględnieniem cech podawanych w literaturze jako ważne dla systematyki bardzo istotne jest zdobycie własnego doświadczenia przez szczegółową analizę wielu przedstawicieli rodzin współczesnych. Uzyskanie tego doświadczenia jest niezbędne, gdyż tylko ono pozwoli uniknąć błędów, jakimi grozi zjawisko konwergencji budowy skórki u rodzin uważanych za systematycznie odległe. Z drugiej strony istnieją rodzaje wykazujące ogromne różnice gatunkowe w budowie skórki, a nawet są gatunki charakteryzujące się innym kształtem komórek w różnych częściach tego samego liścia (np. *Acer*, większość *Gramineae*). Jak z tego widać wartość taksonomiczna cech anatomicznych budowy skórki liścia nie jest jednakowa. Jedną z łatwo uchwytanych cech, kształt komórek epidermalnych może być niekiedy stała i charakterystyczna dla całej rodziny (np. *Winteraceae*) może być wspólna dla kilku rodzin, w innych zaś przypadkach może być zmienna w obrębie jednego liścia. Podobne zjawisko występuje w odniesieniu do innych cech budowy skórki. Dlatego należy starać się wyodrębnić zespół cech ważnych diagnostycznie lub też znaleźć cechę charakterystyczną dla danej jednostki systematycznej.

Jeżeli przy porównaniu nabłonków kopalnych z preparatami uzyskanymi z roślin współczesnych uwzględnimy ponadto zmienność gatunków w czasie oraz fakt wyginięcia niektórych gatunków kopalnych możemy powiedzieć, że trudności analizy nabłonkowej mamy poza sobą.

Obecnie należy zastanowić się, jakie korzyści niesie paleobotanicznie możliwość zastosowania analizy nabłonkowej jako niezależnej metody badawczej. Uświadomienie sobie zalet tej metody jest tym istotniejsze, że jak już wspomniano wyżej, dotychczas tylko dwu paleobotaników zastosowało analizę nabłonkową do opracowania szczątków kopalnych bez uciekania się do pomocy badań morfologicznych, a autorka niniejszego była trzecią (7).

Pierwszą niezaprzeczalną zaletą analizy nabłonkowej jest możliwość jej zastosowania do małych fragmentów liści, których nie jesteśmy w stanie badać innymi metodami, w danym razie metodą morfologiczną. Jest to bardzo istotna zaleta tej metody, bowiem jest oczywiste, że w stanie kopalnym znacznie

częściej zachowują się niewielkie fragmenty liści, niż całe liście. Analiza nabłonkowa jest więc jedyną metodą, za pomocą której można badać drobne szczątki liści kopalnych o powierzchni paru milimetrów.

Następny problem, jaki nasuwa się przy rozważaniu znaczenia analizy nabłonkowej, to dokładność oraz stopień pewności oznaczenia przy użyciu tej metody. Najstuszej będzie rozpatrzyć tę sprawę w porównaniu z innymi metodami.

Ponieważ analiza nabłonkowa znajduje zastosowanie w głównej mierze przy badaniu szczątków liści należy zastanowić się nad jej wartością w zestawieniu z badaniami morfologicznymi liści. Wyżej była już mowa o tym, że badania nabłonkowe mogą potwierdzić lub obalić oznaczenia liści dokonane na podstawie morfologicznej, a więc mają one duże znaczenie systematyczne. Jeżeli zaś chodzi o pewność oznaczeń przeprowadzanych bez nawiązania do morfologii liścia zależy ona w znacznej mierze od liczby cech diagnostycznych budowy nabłonka, jakie możemy wziąć pod uwagę przy oznaczaniu. Ważna jest także częstotliwość występowania uwzględnianych przez nas cech — u różnych jednostek systematycznych. Podobny miernik pewności oznaczenia odnosi się także do innych metod badawczych. A więc np. w morfologii: liście złożone lub klapowane, ząbkowane i z wyraźną nerwacją — łatwiej jest oznaczyć niż liście proste, całobrzegie i bez wyraźnej nerwacji.

Analiza nabłonkowa w zestawieniu z palinologią, pod względem wyników systematycznych, przedstawia się jeszcze lepiej, niż wykazało porównanie z badaniami morfologicznymi liści. Badania palinologiczne umożliwiając oznaczenie badanych szczątków najczęściej do rodziny, czasem nawet niezbyt pewne, a w niektórych przypadkach można stwierdzić przynależność do rodzaju. Z tej to przyczyny palinologia do dziś dnia posługuje się sztucznym nazewnictwem w odniesieniu do opisywanych gatunków, mimo iż ma ona za sobą lata doświadczeń i setki, jeśli nie tysiące prac opartych na tej metodzie. Analiza nabłonkowa, choć jest metodą będącą niejako „w powijakach”, pokusza się nie tylko o oznaczenie rodzin, lecz także rodzajów. Warto także podkreślić, że można na podstawie budowy anatomicznej skórki wyróżnić gatunki należące do tego samego rodzaju (niestety nie zawsze). Prawdopodobnie więc w miarę rozwoju badań nabłonkowych możliwe będzie w niektórych przypadkach wyróżnianie gatunków kopalnych bardzo bliskich pod względem systematycznym (np. problem *Laurophyllum*, por. Juchniewicz, 7).

W porównaniu z innymi metodami efekty oznaczeń dokonanych przy zastosowaniu analizy nabłonkowej są bardzo zachęcające. Metoda ta pozwala wyróżnić i oznaczyć przedstawicieli rodzin nieoznaczalnych lub trudno oznaczalnych przy zastosowaniu innych metod. Jest to niezmiernie ważne, bowiem dzięki zastosowaniu tej metody będzie można znacznie rozszerzyć naszą znajomość flor kopalnych o nowe jednostki systematyczne. Szczególnie odnosi się to do rodzin *Lauraceae* i *Gramineae*, których poznanie we florach trzeciorzędowych jest dotychczas dość ograniczone. Oznaczenia makroszczątków *Lauraceae* są wciąż kwestionowane i niepewne, a pyłek nie zachowuje się. Szczątki *Gramineae* można zazwyczaj z trudem oznaczyć tylko do rodziny. Dowodem tego, że analiza nabłonkowa będzie miała dużo do powiedzenia w odniesieniu do tych właśnie dwu rodzin jest fakt, że ogromna większość gatunków wyróżnionych przez paleobotaników na podstawie nabłonka — została przez nich zaliczona do *Lauraceae* i *Gramineae*.

Badania anatomiczne skórki liści gatunków współczesnych mogłyby znaleźć zastosowanie również w botanice. Anatomia systematyczna tylko w małym stopniu uwzględnia ten rodzaj badań. Słaba znajomość budowy anatomicznej skórki u roślin współczesnych nasuwa myśl, że z chwilą lepszego jej poznania mogłaby ona stanowić dodatkową metodę pomocniczą dla systematyki roślin współczesnych — dotychczas napewno mało docenianą.

Z poprzednim problemem łączy się możliwość zastosowania analizy nabłonkowej roślin kopalnych z

jednej strony, a z drugiej anatomii systematycznej skórki u roślin współczesnych — do badań filogenetycznych. Już dawni anatomowie zwrócili uwagę na podobieństwo budowy skórki niektórych jednostek systematycznych, nie jest więc wykluczone, że dalsze rozwinięcie tych badań będzie mogło być dużą pomocą przy ustalaniu pokrewieństwa między roślinami dziś żyjącymi i kopalnymi.

W badaniach paleobotanicznych jednym z ważniejszych zadań jest ustalenie warunków ekologicznych, w jakich żyły rośliny kopalne. Dotychczas najczęściej wnioski ekologiczne i klimatyczne wysnuwano na podstawie botanicznej przynależności roślin, a niekiedy na podstawie budowy anatomicznej (np. brak skojów rocznych w pniach roślin karbońskich świadczący o wyrównanych temperaturach w ciągu całego roku). Zastosowanie analizy nabłonkowej pozwala natomiast na wysnuwanie wniosków o warunkach ekologicznych, w jakich żyły badane rośliny, niezależnie od ustalenia ich przynależności botanicznej. Niektóre bowiem cechy budowy skórki są typowe dla roślin kserofitycznych, inne dla roślin wodnych lub bagiennych. Można również z dużym prawdopodobieństwem odróżnić na podstawie budowy skórki rośliny o liściach mezofitycznych od roślin o liściach skórzastych. Wzmianki na ten temat można znaleźć w podręcznikach ekologii roślin.

Ostatnim bardzo ważnym problemem, na który pragnę zwrócić uwagę jest możliwość zastosowania analizy nabłonkowej w badaniach stratygraficznych. Wśród metod paleobotanicznych dotychczas jedynie analiza pyłkowa znalazła szersze zastosowanie dla celów stratygrafii. Stało się tak dzięki temu, że pyłek występuje prawie we wszystkich osadach geologicznych. Interpretacja wyników badań otrzymanych tą metodą jest jednak trudna z racji przenoszenia lekkich ziaren pyłku na dość znaczne odległości. Niełatwo więc stwierdzić występowanie zespołów roślinnych w określonym miejscu i czasie.

Metoda analizy nabłonkowej charakteryzuje się innymi walorami. Szczątki liści nie przenoszą się na tak wielkie odległości. Nabłonki występują więc w osadach tworzących się w pobliżu roślin, od których te szczątki pochodzą. W węglu, a więc w osadach typu torfowiskowego, nabłonki występują „in situ”, zaś w osadach ilastych związanych z wodą stojącą lub wolno płynącą — prawdopodobnie z bliskiego tylko transportu. W tej sytuacji badania nabłonkowe będą mogły ze znacznie większym prawdopodobieństwem niż analiza pyłkowa odtworzyć zespoły roślinne, których szczątki zachowały się w ilach. W odniesieniu natomiast do węgla, a szczególnie węgla brunatnych, jako bliższych w czasie i łatwiejszych do opracowania pod względem paleobotanicznym — analiza nabłonkowa pozwoli na ustalenie roślin węglotwórczych. Rozszerzając to zagadnienie metoda nabłonkowa może być przydatna nie tylko w stratygrafii i przy ustalaniu ogólnej genezy węgla, lecz także w badaniach litotypów węgla brunatnych. Przykładem próby zastosowania analizy nabłonkowej do opracowania profilu dolnośląskich węgla brunatnych jest praca Litkego (11).

Podsumowując należy stwierdzić, że liczne i poważne trudności w stosowaniu metody nabłonkowej nie powinny jednak od niej odstraszać paleobotaników. Jest sprawą oczywistą, że każda nowa metoda badawcza w pierwszym etapie jej rozwoju jest trudna i możliwe jest także popełnianie błędów przy jej stosowaniu. Z drugiej strony jednak użycie nowej metody kryje w sobie zawsze nowe możliwości poznawcze, niekiedy zupełnie nieoczekiwane. Bardzo często nowa metoda umożliwia dostrzeżenie nieznanymi cech, a co za tym idzie, możliwość postawienia nowych koncepcji naukowych i nowych wniosków. Możliwe również, że metoda ta, z chwilą lepszego poznania budowy skórki także i u roślin współczesnych, ujawni niejedną rewelację naukową. Tak było swego czasu z palinologią, a obecnie perspektywy nowych możliwości poznawczych otwiera przed paleobotaniką analiza nabłonkowa.

LITERATURA

1. Barthel M., Kvaček Z., Rufflé L. — *Symplocaceen-Blätter im Eozän des Geiseltales*. Monatsberichte Deutsch. Akad. Wiss. 1966, nr 5.
2. Edwards W. N. — The systematic value of cuticular characters in recent and fossil Angiosperms. *Biological Reviews*, Vol. 10, Cambridge, 1935.
3. Jähnichen H. — Beiträge zur Flora der tertiären plastischen Tone von Preschen bei Billin, CSR. *Lauraceae II*. Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol., Jg. 1958, Dresden.
4. Jähnichen H. (1966) — *Morphologisch-anatomische Studien über strukturbietende, ganzrandige Eichenblätter des Subgenus Quercus lusatica n.sp. im Tertiär Mitteleuropas*. Monatsberichte Deutsch. Akad. Wiss., 1966, nr 6—7.
5. Juchniewicz K. — O metodach badania anatomicznego liści w paleobotanice. *Wiad. botan.*, 1966, nr 2.
6. Juchniewicz K. — Nowe dane o florze kopalnej Turowa na podstawie analizy nabłonkowej. *Kwart. geol.*, 1970, nr 4.
7. Juchniewicz K. — *Flora kopalna Turowa koło Bogatyni w świetle analizy nabłonkowej*. Diss. Warszawa, 1971.
8. Jurasky K. A. — *Kutikular-Analyse*. *Biologia Generalis*, 10, nr 2; 11, nr 1, 11, nr 2. Wien—Leipzig, 1934—1935.
9. Kostyniuk M. (1950—1951) — Z postępów paleobotaniki trzeciorzędu. I, II. *Wiad. Muzeum Ziemi*, 1950, nr 1; 1951, nr 2.
10. Kvaček Z. (1971) — *Fossil-Lauraceae in the Stratigraphy of the North-Bohemian Tertiary*. *Sbornik Geol. Ved, Paleontologie*, 13, Praha, 1971.
11. Litke R. — *Kutikularanalytische Untersuchungen im Niederlausitzer Unterflöz*. *Paläontologische Abh.*, Abt. B, 1966, nr 2.
12. Litke R. — *Über den Nachweis tertiärer Gramineen*. *Monatsberichte Deutsch. Akad. Wiss.*, 1968, nr 6.
13. Pawłowski B. — Stan obecny systematyki roślin naczyniowych w Polsce na tle rozwoju w ubiegłym 25-leciu. *Wiad. botan.*, 1971, nr 3.
14. Roselt G., Schneider W. — *Cuticulae dispersae, ihre Merkmale, Nomenklatur und Klassifikation*. *Paläontologische Abh.*, Abt. B, 1969, nr 1.
15. Schneider W. *Blattrest aus der oberoligozänen Braunkohle von Bitterfeld*. *Geologie*, 1965, nr 10.
16. 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.*, 1966, nr 5.
17. Stace C. A. — *Cuticular studies as an aid to plant taxonomy*. *Bull. of the British Museum (Nat. Hist.) Botany*, 1965, nr 1.
18. Swieszniakowa J. N. — O terminologii epidermy lista sówriemiennych i iskopajemych chwojnych. *Bot. Zurn.*, 1970, nr 4.
19. Walther H. — *Die Gattung Hedera L. im Tertiär von Salzhausen*. *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol.*, 16, Dresden, 1970.

SUMMARY

Cuticle analysis has already been widely accepted as a method auxiliary and supplementary in morphological analysis of fossil leaves. This method makes it possible to confirm or discard determinations made on the basis of morphology of leaves.

Because of many difficulties the cuticle analysis has only occasionally been used as an independent method. These difficulties include: (1) insufficient knowledge of anatomy of peel of leaves of recent plants, (2) necessity of collecting recent comparative

materials and preparing a collection of anatomic samples of peels from them, (3) difficulties in preparation of anatomic samples of fine and fragile fossil organic matter, (4) lack of detailed and unified terminology required for the description, and (5) difficulties in identifications.

The advantages and possibilities of application of cuticle analysis are not sufficiently recognized. So far, only three paleobotanists (including the present author) have applied it as an independent method in studies on fossil leaf fragments. Among other advantages is its applicability to small fossil leaf fragments, undeterminable by other methods. Accuracy and reliability of determinations by the use of cuticle method are not lower than by other methods. In comparison with them the cuticle method makes possible identification of certain specially cumbersome systematic taxa, such as the families Lauraceae and Gramineae, and in this way it may supplement studies on fossil flora made by other methods. Further studies on the anatomy of leaf peel may contribute to their better knowledge of the systematics and phylogeny of plants. The knowledge of anatomy of cuticle of fossil plants allows us to draw some ecological conclusions regardless of the taxonomic position of a given plant. In stratigraphical studies cuticle analysis will make it possible to identify plants occurring „in situ” in deposits as well as those which underwent transportation and redeposition. Such identifications may be of great value in recognition of coal-forming plants, and thus in reconstruction of the genesis of a coal, as well as in studies on lithotypes of brown coals.

РЕЗЮМЕ

Кутикулярный анализ занял прочное место вспомогательного и дополнительного метода в морфологических исследованиях ископаемых листьев. Он дает подтверждение или опровержение определений, произведенных на основании морфологии листьев.

В качестве самостоятельного метода кутикулярный анализ до сих пор почти вовсе не применялся из-за многочисленных трудностей, таких как: слабая изученность анатомического строения эпидермиса листьев современных растений, необходимость составления коллекции анатомических препаратов эпидермиса современных листьев для сопоставлений, необходимость изготовления анатомических препаратов из нежного и весьма непрочного ископаемого органического вещества, недостаток детальной и единой терминологии для составления описаний и, наконец, необходимость производства определений.

Описание преимуществ этого анализа и возможностей его применения тем более важно, что до сих пор единственно тремя палеоботаниками в мире (в том числе автором статьи) он применялся в качестве самостоятельного метода исследований остатков ископаемых листьев.

К преимуществам рассматриваемого метода относятся, прежде всего, возможность его применения для определения мелких остатков листьев, не поддающихся определению другими методами. Детальность и достоверность определений с помощью кутикулярного анализа не уступает показаниям других методов. Этот анализ позволяет определять некоторые особенно трудные систематические разновидности, принадлежащие, например, к семействам Lauraceae и Gramineae и, таким образом, может дополнять исследования ископаемой флоры, осуществляемые другими методами. Более детальное изучение анатомического строения эпидермиса может быть полезно для систематики и филогении растений. Изучение кутикулы ископаемых растений позволяет делать экологические заключения независимо от определения их ботанической принадлежности. В стратиграфических исследованиях рассматриваемый анализ может применяться при определении видов, захороненных на месте произрастания или перенесенных на небольшое расстояние, при изучении углеобразующей растительности, генезиса углей, а также в исследовании литотипов бурых углей.