Flora kopalna Wieliczki na tle ogólnych zagadnień paleobotaniki trzeciorzędu.

(Die fossile Flora von Wieliczka und die allgemeinen Probleme der Palaeobotanik des Tertiärs).

Napisał

JAN ZABŁOCKI.

I. Problemy i trudności w badaniu flor trzeciorzędowych.

Naturalną koleją rzeczy paleobotanika, zanim przejdzie do wyciągania wniosków ogólniejszej natury, musi zająć się nagromadzeniem materjału faktycznego, obserwacyj, dających się później interpretować. Oczywiście, że tam, gdzie formy badane nie są w świecie dzisiejszym reprezentowane, materjał ten daje najwięcej nowości, jest bardziej zajmujący, „ważny". Jeśli do tego dojdzie i wartość materjalna eksploatowanych pokładów, jak to ma miejsce przy pokładach karbońskich, to i znaczenie danych paleobotanicznych, jako takich, które przyczyniają się do orjentacji w tych pokładach, mimo wszelkie braki, takie same lub większe niż w innych formacjach — będzie większem.

Na florach trzeciorzędu — wszystkie te fakty zaciążyły w sposób dotkliwy. Nagromadzono w ciągu niewielu lat olbrzymi materjał obserwacyjny [1]), z natury rzeczy niezupełny i obciążony dużym błędem

[1]) Patrz np. Goepperta: Flora von Schossnitz, str. 42 i dalsze.

W r. 1845 znano 454 gat. roślin trzeciorzędowych.
„ 1850 „ 1194 „ „ „
paźdz. 1853 „ 2015 „ „ „
wrześ. 1854 „ 2216 gat. roślin trzeciorzędowych — uwzględniwszy, że niektóre gatunki powtarzają się w eocenie, miocenie i pliocenie — dwie ostatnie cyfry Goeppert poprawia na 1904 i 2095 gat. W latach następnych przybywało jeszcze więcej nowo opisanych gatunków. Dziś — problem zgromadzenia kompletnej literatury do flor trzeciorzędu jest prawie niewykonalny.

obserwacji indywidualnej, starano się, również indywidualnie, wyciągać z tego bardzo niezupełnego materjału, przeważnie lokalnego, wnioski natury ogólnej — upadające przy badaniach dokładniejszych, co przyczyniło się do poderwania zaufania w możność osiągnięcia wyników naukowo prawdziwych w tej dziedzinie, a wobec braku większego znaczenia materjalnego pokładów badanych i do zasadniczego zmniejszenia się zainteresowania florami trzeciorzędowemi wogóle. I to właśnie jest wielką niekonsekwencją, albowiem flory trzeciorzędowe są właśnie temi, które przy odpowiedniem zachowaniu szczątków kopalnych możemy bez reszty prawie porównywać z florami dzisiejszemi, na podstawie badań tych flor wyjaśniać ewolucję gatunków dzisiejszych i ich pokrewieństwa przez formy wymarłe, badać skład i warunki ekologiczne dawnych zbiorowisk roślinnych i wreszcie przy ich pomocy możemy zrozumieć zagadki dzisiejszego rozmieszczenia geograficznego interesujących gatunków i różnice lub podobieństwo zbiorowisk roślinnych, żyjących w jednakowych warunkach.

Możemy przyznać, że nigdy nie dojdziemy do zupełnej znajomości flor kopalnych, w miarę jednak powstania zagadnień natury ogólnej, zasadniczych, przechodzimy do zagadnień więcej szczegółowych, wymagających obserwacyj dokładniejszych, oraz gromadzenia materjału obfitszego, lepiej zachowanego, pozwalającego nawet badać zmienność osobniczą danej formy roślinnej lub jej części. Obok znajomości jednostek systematycznych flor kopalnych i ich rozwoju, najwięcej interesującem zagadnieniem, zadzierzgniętem o szereg innych ważnych problemów, jest zagadnienie następstwa flor kopalnych.

I tutaj możemy dotknąć kwestji do tego czasu mało poruszanej, mjanowicie ważności t. zw. flor liściowych i flor dających nam organa propagacji w zachowaniu dostępnem dla oznaczania.

Jeśli chodzi o stwierdzenie występowania pewnego rodzaju lub gatunku (szeroko ujętego) w danej florze trzeciorzędowej, to rzadko możemy to zrobić przy użyciu organów wegetatywnych (wyjąwszy drewna) — natomiast częściej i z większą pewnością przy pomocy nasion, owoców i kwiatów. Naprzykład w rodzinie *Juglandaceae* bardzo trudno jest rozpoznać przynależność rodzajową liści niewątpliwie do tej rodziny należących, natomiast na podstawie owoców, stwierdzono występowanie gatunków z pokrewieństwa *Juglans regia* L., *J. cinerea* L., *J. nigra* L., *J. cordiformis* Max. i *J. Sieboldiana* Max., dalej *Carya amara* Nutt., *C. alba* Nutt., *C. olivaeformis* Nutt. Na podstawie owoców stwierdzono występowanie rodzaju *Engelhardtia* i *Pterocarya* z tejże rodziny w trzeciorzędzie. Organa bowiem propagacji

są w zasadniczych kształtach dostatecznie zróżnicowane i konserwatywne.

Natomiast jeśli chodzi o ujęcie ewolucji danego gatunku lub rodzaju, która w krótkim stosunkowo czasie się odbyła, to najlepszym wyrazem tej ewolucji będą liście, dające nam nieraz piękne rezultaty (np. w rodzaju *Fagus* lub *Acer*).

Dużą przeszkodą w badaniach flor kopalnych jest fakt, że te właśnie dopiero w sumie swojej charakterystyczne dla gatunku organa: liście, kwiaty, owoce i nasiona, spotykamy przeważnie osobno, nie mając możności stwierdzenia przynależności ich do siebie.

Co więcej — nawet zmienności indywidualnej liści danego gatunku nie możemy z pewnością uchwycić w wielu wypadkach.

Stąd opisywanie „poszczególnych liści" jako gatunków — świadome zresztą u dawniejszych badaczy, a zmierzające do stworzenia przeglądu form spotkanych. Tak np. cztery gatunki *Platanus* z flory Sośnic (1855), opisane przez Goepperta, należą do jednego gatunku, jak to z notatek autora na okazach oryginalnych wynika, a co z dzisiejszymi poglądami zupełnie się pokrywa (Kräusel, 1917). „Uzupełnianie" okazów prowadzi często do takich „wyników", jak np. opisanie odcisków górnej i dolnej strony jednego i tego samego liścia jako dwu gatunków.

Zrozumiałem jest, że w miarę poznania zmienności indywidualnej organów danej rośliny może mieć miejsce przegląd dotychczas znanych części roślinnych z pokrewieństwa danego rodzaju i redukcja „gatunków", stworzonych dla poszczególnych osobników liści, owoców i innych części danego gatunku zbiorowego.

Wykonane dotychczas w tym kierunku prace stwierdzają możność takiego postępowania (Pax: *Aceraceae*, Staub: *Cinnamomum*, Engler: *Rhus*, Noe v. Archenegg: *Liriodendron)*.

Pojęcie paleobotanicznego gatunku zbiorowego, które mieści w sobie cały szereg zastrzeżeń, ale równocześnie da się zupełnie dobrze oprzeć na zmienności indywidualnej organów gatunków żywych, zmusza do szczegółowego opracowania form żywych i daje równocześnie widoki rozwikłania trudności, nasuwających się przy przeglądzie form kopalnych.

Jedenaście „gatunków" wiązów flory sośnickiej, liczne topole, brzozy, graby, platany, dęby i wierzby tamże opisane dadzą się bezwątpienia zredukować do niewielkiej ilości gatunków.

Tak np. wspomniane wyżej wiązy opisane w 11 gatunkach (Goeppert, Schossnitz, str. 28 i dalsze) należą według Kräusela (1917) do dwu gatunków zbiorowych i nie wykraczają zmiennością

liści poza zmienność tychże u gatunków żywych, z któremi formy kopalne porównano *(U. campestris L.* i *U. americana* Willd.), a nawet istnieją między temi dwoma gatunkami zbiorowemi kopalnemi *(U. longifolia* Ung., *U. carpinoides* Goepp.) formy przejściowe.

Duża dowolność i omyłki w interpretacji szczątków liściowych są głównym powodem poderwania zaufania do badań flor liściowych.

Przypomnę sprawę elementu australijskiego w eocenie Europy, części Azji i Afryki. Otóż Ettingshausen (1851, 1852) w pracy swej „Die Proteaceen der Vorwelt" opracował szczątki kopalne, należące jego zdaniem do tej rodziny, i na podstawie tego twierdził, że ilość gatunków *Proteaceae* w stosunku do reszty gatunków kopalnych w eocenie znanych przedstawia się jak 2 : 19, podczas gdy w miocenie ten stosunek zmienia się na 2 : 100. Widać z tego, sądzi on, że *Proteaceae*, które w dzisiejszej florze są elementem półkuli południowej i specjalnie charakterystycznym dla Australji, gdzie nieraz tworzą całe skupienia roślinne, stanowią element charakterystyczny dla eocenu Europy. Stwierdza też, że *Proteaceae*, znane mu w 15 rodzajach i 52 gatunkach kopalnych z Europy, są poza motylkowemi najliczniejszą rodziną kopalną roślin.

Najpospolitszą formą kopalną z tej rodziny jest według pracy Ettingshausena *Banksia longifolia* Ett., a razem z nią występuje 35 innych gatunków kopalnych z tej samej rodziny. *B. longifolia* jest zupełnie podobna do dziś żyjącej *B. spinulosa* R. Br. z okolicy Port Jackson (Sydney) i w jej towarzystwie występuje dziś w tejże okolicy 43 gatunków z rodziny *Proteaceae*, tworząc charakterystyczne zbiorowisko roślinne. Większość gatunków kopalnych, towarzyszących kopalnej *B. longifolia*, została przez Ettingshausena sparalelizowana z gatunkami dziś żyjącemi w Australji, powodując go do przyjęcia tezy, że to ogromne podobieństwo roślinności eoceńskiej Europy i przyległych części Azji i Afryki jest spowodowane takiemi warunkami klimatycznemi i edaficznemi, jakie dziś w Australji panują (o. c. p. 713 i 714).

Oczywiście tego rodzaju przypuszczenie byłoby możliwe, gdyby gatunki kopalne były rzeczywiście podobne do żyjących, z jakiemi je Ettingshausen w swej tablicy zestawia i gdyby pokrewieństwo kopalnych gatunków z żywemi rzeczywiście istniało.

Rzucone przez Ettingshausena hasło *„Neuholland in Europa"* zwróciło na siebie uwagę badaczy, materjał poddano gruntownej rewizji, przyczem osiągnięto wyniki zgoła inne.

Najwięcej z dawniejszych *Proteaceae* Ettingshausena zostało dziś zaliczonych do rodziny *Myricaceae*, inne rozpoznano jako

szczątki paproci, owoce zaś zaliczono do najrozmaitszych dziedzin systemu, jak do szpilkowych, rodzin *Meliaceae* i *Sapindaceae*, rodzaju *Fraxinus* i t. d. (Schenk, Saporta i inni). Jedynie pewnych przedstawicieli kopalnych tej rodziny mamy w trzeciorzędzie Australji i Wysp Seymourskich.

Inny niemniej jaskrawy przykład daje nam praca Florina (1926) p. t. „Waren Eupodocarpen in der alttertiären Flora Europas vertreten oder nicht?". Florin zajmuje się od wielu lat badaniem kopalnych i żywych szpilkowych i doszedł do wniosku, że bardzo wiele okazów kopalnych, na których opiera się nieraz daleko idące wnioski florystyczne, nosi swe nazwy zupełnie niesłusznie i wymaga gruntownej rewizji.

Pragnąc swe badania oprzeć na materjale oryginalnym, starał się Florin o okazy kopalnych szpilkowych, któreby miały części skórki, nadające się do maceracji. Otóż co się tyczy rodzaju *Podocarpus*, to stale spotykał się on tylko z odciskami liści lancetowatych, o nerwie głównym wyraźnym, bez żadnych więcej szczegółów. Dopiero okazy opisane przez Engelhardta z flory trzeciorzędu z Flörsheim n. M. (1911) jako *P. eocaenica* Unger. dostarczyły mu materjału, dającego po maceracji w mieszaninie Schultzego wykazujący strukturę naskórek. Pokazało się jednak, że okazy, uznane przez Engelhardta za *P. eocaenica*, są liśćmi rośliny dwuliściennej, zaś dalsze badania w specjalnych warunkach oświetlenia wykazały obecność słabo zaznaczonych, jednak wyraźnych nerwów drugiego i trzeciego rzędu i jeszcze drobniejszych ich odgałęzień oraz obecność licznych włosków na górnej i dolnej powierzchni liścia.

Bliższe oznaczenie tego liścia, mimo że zbadano dużo właściwości charakterystycznych, jakich dla większości skamielin nigdy znać nie będziemy, mimo użycia kompletnej literatury trzeciorzędu, mimo porównania z macerowanemi skórkami roślin o podobnych cechach liści, pochodzących z przeszło 100 rodzin żyjących, nie udało się.

Przychodzi tedy Florin do wniosku, że albo materjał porównawczy był za szczupły, albo też liść ten należy do rodzaju wymarłego, właściwego starszemu trzeciorzędowi i nie mającego dziś podobnie wyglądającego przedstawiciela.

Na tę drugą możliwość zwracał już zresztą przy innej sposobności uwagę Nathorst (1886).

Pozatem rewizja literatury, odnoszącej się do rodzaju *Podocarpus*, wykazała konieczność dokładnego zbadania przez specjalistów całego znanego materjału kopalnego do tego rodzaju zaliczonego. Bo jak-

kolwiek pewne dane wskazują na obecnośc tego rodzaju w starszym trzeciorzędzie Europy, to jednak nie grał on tak dużej roli, jaką się to dotychczas jemu przypisywało.

Takich przykładów, zwłaszcza nowszych, możnaby przytoczyć bardzo wiele.

Nie można się więc dziwić, że zaufanie do badań paleobotanicznych, zwłaszcza trzeciorzędu, jest mniejsze, niżby to z ogromu włożonej w badania pracy wynikać mogło. A przecież i dziś jeszcze pojawiają się „prace" o florze trzeciorzędu, opierające oznaczenia form roślinnych na kształcie liści i podobieństwie do rysunków w atlasach tylko — mimo krytyki, którą już Schenk w 1889 r. wyraźnie sformułował (Porówn. referat Kräusela w Bot. Centrbl. T. 156, 1929, zesz. 7/8 str. 245).

Powodzenie badań paleobotanicznych zależne jest od dalszych sumiennych studjów. Specjalnie paleobotanika trzeciorzędu, jak już z góry można przypuszczać, daje pole raczej do rozważań geograficzno-florystycznych i klimatologicznych, aniżeli do odkryć przewrotowych dla filogenetyki roślin.

Należałoby więc pozatem przy wyciąganiu wniosków ogólnej natury zwrócić uwagę na niekompletność naszego materjału. Jeżeli dziś botanik opracowuje jakiś gatunek roślinny nowy lub dawniej znany, to ma on zwykle do dyspozycji szereg kompletnych okazów, ich liście, kwiaty, pędy, owoce, nasiona i części podziemne. Wszechstronne zbadanie tych części roślinnych, a często także i zbiorowiska roślinnego wraz z jego właściwościami klimatyczno-edaficznemi, daje nam obraz charakterystyczny danego gatunku.

Paleobotanik natomiast ma często do dyspozycji szczątki bardzo ułamkowe, często jeden liść jakiś niekompletny, rzadko zaś części charakterystycznego owocu lub szczątki, dające się badać mikroskopowo na szlifach lub preparatach macerowanych.

Przytem nietylko szczątki te mają same charakter ułamkowy, ten sam charakter mają całe flory różnych epok i okręgów geologicznych.

Przy wszelkich więc rozważaniach tego typu, musi być brany pod uwagę brak warunków do zachowania szczątków danych roślin w stanie kopalnym.

Tak np. zachowały się nam we florach trzeciorzędu głównie szczątki flor nizinnych, a w nich przeważnie szczątki roślin drzewiastych, rosnących nad rzekami lub zbiorowiskami wód. Z innych zbiorowisk roślinnych, np. stepu lub wysokogórskich nie mamy prawie nic. Dane dla tych zbiorowisk trzeba zdobywać w sposób inny. Że

mogą one dać wartości realne, dowodem tego u nas prace M. Raciborskiego (1917), W. Szafera (1923, 1930), St. Kulczyńskiego (1924) i B. Pawłowskiego (1929), częściowo już tę lukę pomyślnie wypełniające, z obcych prace Drudego, Paxa, Wangerina i innych.

Wartość wyżej wymienionych metod wzrasta jeszcze przez tę pewność, że możność zdobycia kompletnych materjałów trzeciorzędowych, nawet jakiejś flory lokalnej, należy do zakresu niemożliwości.

Bardzo ciekawie przedstawia się ta sprawa w ujęciu liczbowem. Użyjemy tu jako przykładu obliczeń, dokonanych dla rodziny *Dasycladaceae*, glonów z gromady zielenic *(Chlorophyceae)* [1]). Z powodu silnej inkrustacji błon wapieniem, stanowią one materjał doskonale nadający się do zachowania w stanie kopalnym. I rzeczywiście spotykamy się z kopalnemi przedstawicielami tej rodziny bardzo często, specjalnie często w triasie. Znamy z tej epoki ok. 40 gatunków kopalnych. Dziś żyjących *Dasycladaceae* znamy około 34 gatunków. Według nowszych badań, trwanie życia jednego gatunku kopalnego w triasie nie przeciągało się zwykle poza jedno piętro. Według zdania J. Pia, trzeba wyróżnić w triasie 9 flor tych glonów, mających swoje charakterystyczne gatunki. Wynikałoby z tego, że powinniśmy znać około 300 gatunków tych roślin kopalnych z triasu. Tymczasem znamy ich około 40, jakkolwiek rodzina ta z powodu silnej inkrustacji ma specjalnie dobre warunki do zachowania się w stanie kopalnym. Jakież tedy stosunki trzeba przyjąć za miarodajne w grupach roślin, nie mających takiej predyspozycji do zachowania się w stanie kopalnym, a prócz tego wymagających do względnie ścisłego oznaczenia przynależności systematycznej obecności całego szeregu cech charakterystycznych, dobrze widocznych! Dalsze teoretyczne rozważania tegoż autora dają niemniej ciekawe perspektywy, np. przy zestawianiu „szeregu rozwojowego“ form kopalnych.

Jeśli przyjmiemy, że znamy już $^1/_{10}$ część gatunków kopalnych z danej grupy, to prawdopodobieństwo znalezienia wśród nich przodka tego szeregu jest 0·1, znalezienia formy rodzicielskiej tegoż gatunku już 0·01, a prawdopodobieństwo zestawienia ciągłego szeregu rozwojowego, złożonego z 5 gatunków, zaledwie 0·0001.

Widzimy więc, że twierdzenie o skokowym rozwoju form kopalnych musiałoby być oparte na materjale blizkim do kompletnego, aby prawdopodobieństwo tego twierdzenia można było przyjąć za stwierdzone. Tymczasem nasza znajomość gatunków roślinnych trzecio-

---

[1]) Pia, J. w podręczniku paleobotaniki Hirmera, I, 1927. str. 28—29.

rzędu jest jeszcze daleka od zupełności i potrzeba będzie jeszcze wielu lat pracy dla rozwikłania problemów zasadniczych.

Mimo oczywiste trudności, na jakie przy badaniu flor trzeciorzędu napotykamy, możemy przy sumiennej i nie obliczonej na bezpośrednio wywrotowe dla naszej dziedziny badań wyniki otrzymać rezultaty, odpowiadające co do pewności prawdzie.

Używając wyrażenia Schenka, można twierdzić, że „rolą paleobotaniki nie jest rzucanie twierdzeń, których niepodobna dowieść, ani opieranie się na obserwacjach i sądach niekrytycznych, lecz badanie ewolucji grup roślinnych i flor, oparte na spostrzeżeniach, dających się analizować krytycznie".

Wnioski, jakie z powyższego przeglądu wyciągnąć należy, polegałyby na stwierdzeniu, że:

1) Olbrzymi materjał szczątków kopalnych wykazuje wciąż jeszcze luki, spowodowane przez małą ilość okazów z danego gatunku zbiorowego, ewentualnie przez złe lub niezupełne zachowanie.

2) Trudności w ocenie zmienności osobniczej wzrastają jeszcze przez podobieństwo liści i owoców u gatunków, należących do najróżniejszych dziedzin systemu roślinnego, i przez olbrzymie różnice tychże organów w zakresie gatunków bardzo blizko siebie w systemie stojących.

3) Należy wszystkie starsze opracowania flor kopalnych poddać gruntownej rewizji, zwracając uwagę na szczegóły nieuwzględnione do tego czasu, a widoczne na okazach oryginalnych.

Porównanie z gatunkami dziś żyjącemi należy przeprowadzić jak najdalej, wyzyskując wszystkie dostępne szczegóły podobieństwa i różnic.

4) Krytyka dawniejszych i nowszych metod badania szczątków roślinnych, wyraźna w pracach Ettingshausena, Schenka, Saporty, Zeillera, Mariona, Bommera, Laurent'a, Lesquereux, Kräusela, Nathorsta i innych, powinna być jak najszerzej uwzględnioną w dalszych badaniach paleobotanicznych [1]).

Zważywszy wszystkie powyższe wnioski, stwierdzamy nadzwyczajną ważność materjału kopalnego wielickiego, konieczność dalszych badań na szeroką skalę rozwiniętych, ponieważ materjał wielicki, złożony z nasion i owoców w zachowaniu dostępnem dla szczegółowego badania przy swojej obfitości i różnorodności daje nam jedyną

---

[1]) Przegląd najważniejszych metod i zagadnień podany jest w pracy Laurent'a: Les progrès de la paléobotanique angiospermique dans la dernière décade. Progr. Rei Bot. I, 1907.

w swoim rodzaju możność dokładnego poznania zbiorowiska lasów mioceńskich naszych okolic. Podobnego zachowania i obfitości szczątków roślinnych nigdzie więcej nie spotykamy.

II. Nowe flory mioceńskie Polski.

Flory trzeciorzędowe Polski są nietylko liczne, ale i bardzo bogate w szczątki kopalne i odznaczają się nieraz nadzwyczajnie pomyślnemi warunkami zachowania. Przeglądy flor trzeciorzędowych polskich (Raciborski, Encyklop. Polska, T. I. str. 317 i dal., — J. Lilpop, Zarys rozwoju paleobotaniki w Polsce, 1927. „Kosmos") podają wyczerpująco szczupły nasz dorobek w dziedzinie flor naszego trzeciorzędu do r. 1927.

Praca M. Rubczyńskiej i J. Zabłockiego przynosi stwierdzenie występowania *Piceoxylon laricinum* Kräusel i *Podocarpoxylon sp.* w iłach siarkonośnych górnego miocenu Posądzy — na północny wschód od Krakowa (Rubczyńska i Zabłocki, 1924).

Opracowane już częściowo przez autora flory liściowe piaskowca solnego z Wieliczki, tortońska flora z pod Buska, zebrana przez J. Czarnockiego, mioceńska flora iłów z Łagiewnik, której ślady swego czasu odkrył prof. M. Raciborski („Kosmos" 1892 i Encykl Polska 1912), oraz flora mioceńska z Rozkochowa p. Alwernją odkryta przez inż. dr. L. Kowalskiego — przyczynią się do scharakteryzowania roślinności miocenu naszego.

Flora pokładów solnych w Wieliczce (Unger 1850, Stur 1873, Zabłocki 1928 i 1930), która stanowi główny przedmiot obecnego rozdziału, dała na razie 36 gatunków kopalnych, o tyle jednak ważnych, że z wyjątkiem jednego gatunku ich oznaczenia oparte są na szyszkach, kwiatach i owocach, co daje dużą pewność w oznaczaniu i możność wyciągania wniosków dalej idących niż przy florach liściowych.

Flora pokładów solnych, poza trudnością otrzymywania okazów, posiada cechy wyróżniające ją z pośród flor trzeciorzędu nader korzystnie.

Jest ona z pewnością najbogatszą florą kopalną trzeciorzędową lokalną wogóle, bo każda wycieczka przynosi nowe gatunki, zachowane w sposób wybitnie korzystny dla badań paleobotanicznych. Zachowanie roślin wielickich możnaby porównać jedynie z zachowaniem zwierząt dyluwjalnych w wiecznie zmarzłych glebach Syberji. Trudności, jakie się przy badaniu tej flory nasuwają, to przedewszystkiem brak materjału porównawczego, który dopiero

przy tak dobrze zachowanych szczątkach roślinnych jest wybitnie dotkliwy. Nie wystarcza bowiem porównanie z którymkolwiek gatunkiem z grupy danego pokrewieństwa, bo materjał wielicki pozwala na dalsze różnicowanie, niż to dotychczas naogół było możliwe.

Specjalnie rodziny o twardych owocach lub nasionach dadzą się świetnie badać i obiecują daleko idące wyniki, jak to do tego czasu np. dała rodzina *Juglandaceae*.

Już obecnie flora wielicka posiada więcej niż połowę liczby gatunków flory trzeciorzędu śląskiego, opracowanej przez Kräusela i towarzyszy, zestawionej z 64 miejscowości (bez drewien i grzybów, których w Wieliczce zebrano dużą ilość). Prócz tego kilkadziesiąt gatunków już częściowo opracowanych czeka na dalszą sposobność zdobycia materjałów porównawczych, zaś nasion i owoców, które na razie nie dają się mimo doskonałe zachowanie oznaczyć, jest jeszcze więcej.

III. Wiek i klimat flory wielickiej.

Jeśli chodzi o wiek flory wielickiej, to trzeba przyznać, że flora ta, podobnie jak większość flor trzeciorzędu, składem swym nie daje dokładniejszych wskazówek. Już raczej piaskowiec solny z florą, którego stosunek do utworu warstwowanego kopalni wielickiej nie jest jasny, miałby w tym względzie bardziej określone stanowisko z powodu znajdowania w nim cynamonów.

Znajdowany w utworze warstwowanym koral, *Caryophyllia salinaria* Rss., jest poza Wieliczką znany tylko ze starszego miocenu. W Wieliczce występuje on w pokładach soli, zawierających równocześnie florę (Reuss. 1867, str. 107). Natomiast bogata fauna utworu bryłowego, opracowana przez Reussa, świadczy o przynależności tego kompleksu do środkowego miocenu. Według Niedźwiedzkiego utwór warstwowany należy do dolnego miocenu (akwitan) zaś bryłowy, do środkowego (helwet). Według Friedberga (1925), utwór solonośny Wieliczki należy w całości do piętra helweckiego, a więc do środkowego miocenu, mającego w stropie utwory tortońskie.

Duża dyskusja przeprowadzona nad trzeciorzędem śląskim w latach 1904—7 nie sprzeciwia się podobnemu ujęciu sprawy (Quaas, Michael 1907 a, b, Oppenheim i in.).

Mielibyśmy więc w Wieliczce florę środkowo-mioceńską, młodszą niż flora Chłapowa (Heer 1860, dolny miocen, piętro akwitańskie) a starszą od górno-mioceńskiej flory Swoszowic (Unger 1849) i Łagiewnik (w opracowaniu), od flor lignitowych śląskich (Kräusel

i in.) i dużo starszą od flor poznańskich, leżących tuż pod plioceńskiemi iłami plamistemi poznańskiemi (Siemiradzki II, 1909, str. 403, Menzel 1910, Jentsch 1910, Zabłocki 1924).

Co się tyczy określenia wieku zapomocą składu florystycznego danych pokładów, to rezultaty, jakie w ten sposób można osiągnąć, nie mogą być ścisłe, a to z tego powodu, że w trzeciorzędzie gatunki, tworzące większość zbiorowisk roślinnych, są już bardzo ustalone, wiele z nich przetrwało bowiem od wczesnego trzeciorzędu do dziś w formie prawie niezmienionej, a różnica poszczególnych flor kopalnych polega raczej na przemieszczeniu ich zasięgów.

Skład florystyczny zbiorowisk trzeciorzędowych uległ dopiero w pliocenie daleko idącym zmianom, polegającym na wyginięciu w Europie środkowej bardzo wielu gatunków „ciepłych", zachowanych w formach bardzo blisko spokrewnionych na południu Europy, w Azji północno-wschodniej i Ameryce północnej (*Sequoia, Glyptostrobus, Taxodium, Tetraclinis, Juglans, Carya, Platanus, Liquidambar* i inne).

Już na początku trzeciorzędu spotykamy dobrze zaznaczony okręg flory tropikalnej, który w starszym trzeciorzędzie sięgał na północ po południową Anglję i Japonję, a na południe po Australję i zachodnią Afrykę.

Z badań Engelhardta, Warburga i Zeillera wynika, że flory kopalne okolic tropikalnych mają już wyraźne cechy zbiorowisk roślinnych, istniejących dzisiaj w tychże okolicach. Występują w nich bowiem formy zbliżone do form dzisiejszych, żyjących na miejscu, a nie spotykanych po za tą strefą.

Po obu stronach tej strefy tropikalnej, w Europie istniały dwa pasy podzwrotnikowych lasów, zachowujące przez eocen i oligocen dość wyraźnie swój jednolity charakter. Kwestja udziału elementu australijskiego w tych zbiorowiskach, podobnie jak występowanie typów północnych w trzeciorzędzie Australji (dęby z sekc. *Robur* i cynamony z typów lasu podzwrotnikowego), jest jeszcze dziś niepewna, jakkolwiek stosunek inny, mianowicie znalezienie niewątpliwie północnych typów buka z sekcji *Eufagus* i form przejściowych do sekcji *Nothofagus* przez Dusena we florze trzeciorzędu Patagonji należy przyjąć za pewne. Świadczyłoby to o pewnej jednolitości tego pasa lasów tropikalnych i podzwrotnikowych, z którego wyróżnicowały się później w miarę pogorszenia się klimatu zbiorowiska, wykazujące duże w swym składzie różnice.

Na północy tego pasa lasów podzwrotnikowych spotykamy zbiorowiska roślinności o charakterze „chłodniejszym", zaś co do sto-

sunków na południowej części globu, wiadomości nasze są bardzo skąpe.

Jak wspominałem przedtem, zmiany w środowiskach flory trzeciorzędowej są raczej natury ilościowej, niż jakościowej.

W miarę oziębiania się klimatu, co zaczęło się już prawie w górnej kredzie, roślinność ciepła cofała się coraz bardziej ku równikowi a roślinność stref przybiegunowych wciskała się na jej miejsce. Rezultatem tego były jeszcze w pliocenie zachowane dwa olbrzymie pasy lasów o składzie wszędzie — gdzie tylko ich ślady kopalne spotykamy — jednakowym, które dopiero przez katastrofę zlodowacenia zostały zniszczone. Wszędzie, gdzie ten typ spotykamy, skład jego jest stosownie do szerokości geograficznej jednakowy. W Ameryce, Europie i Azji mamy skład taki sam. Stale występują w nim typy amerykańskie i azjatyckie obok europejskich.

Wraz z oziębieniem się klimatu, z końcem pliocenu w Europie giną te wszystkie „ciepłe" elementy i nie wracają — jak tylko wprowadzone przez człowieka.

W Ameryce natomiast, gdzie warunki orograficzne pozwalały na wędrówkę wzdłuż południków, rośliny te po ociepleniu się klimatu wróciły do swych dawnych stanowisk i w Ameryce Północnej mamy dziś prawie w komplecie żyjącą europejską florę pliocenu i górnego miocenu.

Badania flor kopalnych Heera i Saporty doprowadziły do obliczenia średnich temperatur rocznych, nie sprzeciwiających się nowszym odkryciom. I tak dla eocenu średnia temperatura roczna wynosiła około 25^0 C, dla miocenu około 20 – 22^0 C, wreszcie dla pliocenu około 17—18^0 C.

Strefy klimatyczne były już w owym czasie dobrze zaznaczone, różnica pór roku w strefie umiarkowanej jest dobrze wyrażoną przez przyrosty roczne drewna roślin drzewiastych.

Jeszcze dla Neumayera i Nathorsta dużą trudność stanowiło przekonanie, że dokoła bieguna północnego istniał w trzeciorzędzie cały szereg flor, o składzie wskazującym na dość wysoką średnią temperaturę roczną. Sprzeciwiałoby się to teorji o istnieniu pasów klimatycznych, na prawdopodobieństwo istnienia których wskazuje wiele oznak.

Rozwiązania tego problemu szukano na wielu drogach. Neumayer i Nathorst przypuszczali, że możliwość przemieszczenia biegunów dałaby wytłumaczenie tego zagadnienia. Neumayer przyjmował przemieszczenie bieguna na południku Ferro., o 10^0 w stronę północno-wschodniej Azji, zaś Nathorst przyjmował

szerokość i długość dawnego bieguna na 80° szerokości północnej i 120° długości wschodniej.

Jednak takie postawienie sprawy przesuwałoby niektóre flory trzeciorzędowe (wyspy Nowo-Syberyjskie i Tschirymyi-Kaia) na 85° szer. płn., podczas gdy dziś najdalej na północ wysunięta flora kopalna tego typu ma szer. 80° 46′ (Grinnelland). Nie wyjaśniałoby więc takie postawienie kwestji obecności elementów ciepłych na tak dalekich placówkach, w stronę bieguna wysuniętych.

Koken i Berry próbowali wyjaśnić to dziwne zjawisko innem rozmieszczeniem mas lądowych, przyczem oczywiście i modyfikacja prądów morskich przyczyniałaby się do ocieplenia obszarów północnych.

Wreszcie Gothan przypuszcza, że cały szereg roślin zimozielonych mógł istnieć nawet na wysokich szerokościach północnych, jak to doświadczalnie wykazano. Rewizję tych zagadnień podjął Kubart (1928), dając nową bardzo ciekawą próbę wyjaśnienia tej kwestji.

Stwierdza on przedewszystkiem, że część oznaczeń Heera, na których opierają się wnioski co do klimatu czasów owej flory, nie wytrzymuje krytyki przy rewizji materjałów.

Co się tyczy Sachalinu, to zespół elementów, biorących udział w składzie tej flory, jest dziwną mieszaniną: obok rodzajów *Nilssonia*, *Sterculia*, *Cinnamomum*, *Sapindus*, *Cassia*, *Smilax* — a więc wymagających ciepłego klimatu, mamy zespół rodzajów: *Populus*, *Salix*, *Betula*, *Alnus*, *Ulmus* — mogący wegetować nawet w strefie zimnej, a stanowiący dziwny kontrast z poprzednim elementem. Zbadanie na miejscu wykazało, że szczątki kopalne pochodzą nietylko z warstw trzeciorzędu, ale także i kredowych (cenoman) i tem objaśnia się znalezienie wśród tej flory rodzaju *Nilssonia*. Poza tem okazy według samego Heera, a później Nathorsta i Kubarta, są tak ułamkowo zachowane, że do oznaczeń nie należy przywiązywać większej wagi.

Specjalnie co się tyczy elementów najcieplejszych, jak *Sterculia* i *Cinnamomum*, to brak zupełnie dowodów na ich przynależność rodzajową. Oznaczenia Heera możnaby przyjąć najwyżej za „możliwe".

Pozostały komplet oznaczeń flory trzeciorządowej Sachalinu nie nosi już na sobie piętna „bardzo ciepłego zespołu" i nawet przyjąwszy słuszność oznaczeń, nie będzie już rażąco na północ wysuniętym zespołem. Także i palma „*Flabellaria*" Heera z flory trzeciorzędu Grenlandji według Kubarta nie jest szczątkiem palmy. Co się tyczy innych flor północnych, to prawdopodobnie rewizja ich

wypadnie podobnie, tem pewniej, że na ogół robią wrażenie zespołów klimatu umiarkowanego (Kubart 1928).

Opierając się na tych badaniach, możemy przyjąć, że flory trzeciorzędowe, a zwłaszcza mioceńskie, wykazują układ pasów klimatyczno-florystycznych analogiczny do dzisiejszego, że zmiana charakteru flor trzeciorzędu, tak wybitna zwłaszcza między eocenem i oligocenem, polega na wymieraniu gatunków „ciepłych" a przybywaniu coraz „chłodniejszych" typów, odpowiadających dzisiejszym typom Europy środkowej; jakkolwiek niektóre „ciepłe" formy, jak cynamony, przetrwały w zachodniej Europie do pliocenu włącznie.

Świeżo opisana flora pliocenu okolic Sofji (Stojanoff i Stefanoff, 1929) wykazuje prócz roślinności dzisiejszej tej okolicy (prawie 48% gat. kopalnych) obecność elementu śródziemnomorskiego (*Olea europaea*, *Arbutus Andrachne*, *Quercus Ilex*, *Q. coccifera*, *Buxus*, *Ephedra*), co świadczyłoby o wybitnie łagodniejszych warunkach klimatycznych, oraz obecność elementu północno-amerykańskiego, kaukaskiego i wschodnio-azjatyckiego. Równocześnie jednak nie wykazuje ta flora elementu, przywiązanego w pliocenie do klimatu oceanicznego zachodniej Europy (*Sabal*, *Sequoia*, *Persea*, *Cinnamomum*, *Sapindus*).

Następstwo flor trzeciorzędu charakteryzuje się właśnie najlepiej obecnością lub brakiem tych elementów klimatycznych lub geograficznych dzisiejszych.

Flory eoceńskie ciepłe wykazują wygasające formy górno-kredowe (*Dryophyllum*, *Devalquea*) obok przodków dzisiejszych gatunków z rodzajów *Quercus*, *Alnus*, *Betula*, *Populus*, *Laurus*, *Vitis*, *Viburnum*, a z typów tropikalnych palmy, sagowce, (aż do miocenu włącznie. Kräusel 1928), laury, *Sterculiaceae*, *Araliaceae*, *Artocarpaceae*, *Lygodium*, *Aneimia* i in.

W oligocenie klimat już chłodniejszy nie pozwala na istnienie u nas rodzajów *Dewalquea* i *Dryophyllum*, istnieją jednak jeszcze palmy (*Sabal*, *Chamaerops* i *Phoenix* flory bursztynowej), jakkolwiek roczne przyrosty w drewnach już się uwydatniają wyraźnie. Obok rodzajów do dziś w Europie reprezentowanych: *Juglans*, *Alnus*, *Populus*, *Ostrya*, *Salix*, *Ulmus*, *Rhamnus*, *Laurus*, *Pistacia*, *Acer*, *Olea*, istnieją typy dziś pozaeuropejskie: *Callitris*, *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Lauraceae*, *Sapindaceae*, *Styracaceae*, *Bignoniaceae*, *Araliaceae* i inne, niektóre o charakterze podzwrotnikowym.

Te właśnie typy giną stopniowo w miocenie, ustępując miejsca typom zrzucającym liście na zimę, charakterystycznym dla naszych okolic dzisiejszych. Wybitną cechą flor mioceńskich jest mieszanina gatunków europejskich, wschodnio-azjatyckich i amerykańskich.

W pliocenie typy podzwrotnikowe reprezentują jeszcze formy kanaryjskie. Gatunki „cieplejsze“, amerykańskie, europejskie i azjatyckie *(Glyptostrobus, Taxodium, Ginkgo, Cinnamomum, Punica)*, giną w Europie środkowej, nie mogąc tak jak w Ameryce wędrować na południe z powodu łańcuchów górskich, biegnących równoleżnikowo. Flora następna, dyluwjalna, charakteryzuje się wyginięciem zupełnem trzeciorzędowych „ciepłych“ zbiorowisk roślin lądowych i wykazuje z bardzo nielicznemi wyjątkami gatunki dziś w Europie żyjące.

Zestawienie elementów flory kopalnej wielickiej wyjaśni nam częściowo sprawę pokrewieństwa tej flory (Tabela I).

Jeśli weźmiemy pod uwagę cały zespół gatunków, jaki w Wieliczce występuje, i zestawimy warunki życia dzisiejszych ich odpowiedników, dojdziemy do wniosku, że obfita ta flora trzeciorzędowa wcale charakteru tropikalnego nie posiada. Wbrew przyjętym jeszcze dziś poglądom, stwierdzić musimy, że cały zespół tej flory nosi na sobie cechy zbiorowiska klimatu umiarkowanego, wprawdzie cieplejszego niż dzisiejszy klimat środkowej Europy i dużo wilgotniejszego, ale mieszczącego się jeszcze w ramach klimatu europejskiego.

Wszystkie prawie rośliny liściaste należą do formacji roślin zrzucających na zimę liście.

Według pokrewieństwa gatunków, jakie w Wieliczce występują, musimy rozpatrzeć zbiorowiska lasów strefy umiarkowanej Ameryki północnej, Europy południowej i Azji wschodniej.

W Ameryce lasy, zrzucające liście na zimę, mają mniej więcej ten sam wygląd jak i europejskie, utworzone są jednak przez silną mieszaninę gatunków, dającą się wytłumaczyć przez południkowy przebieg gór, pozwalający na reimigrację cieplejszych typów na północ, po ustąpieniu lodowca.

Charakterystycznemi rodzajami drzew liściastych, tworzącemi tamtejsze zbiorowiska są: *Quercus, Juglans, Carya, Alnus, Fagus (ferruginea), Castanea, Carpinus, Acer, Cornus;* z „cieplejszych“: *Magnolia, Liriodendron, Robinia, Liquidambar, Platanus, Aesculus*, a więc wszystko rodzaje znalezione w Wieliczce. Drzewa szpilkowe, biorące też udział w tworzeniu lasów mieszanych, mają w Wieliczce typowo amerykańskiego przedstawiciela w gatunku *Sequoia Langsdorfii*, uważanego za identyczny prawie z *S. sempervirens* oraz charakterystyczne gatunki rodzaju *Pinus* i *Libocedrus*.

Według badań Livingstona, Mayra, Cowlesa i Whitforda (za Warmingiem, 1918, str. 432), dadzą się nawet użyć nasze gatunki do wykazania różnicy w glebach ówczesnych, gdzie analogicznie do dzisiejszych zbiorowiska: bukowo-jesionowe, jesionowo-

Tabela I.

Lp.	Gatunek kopalny	Gat. analogiczny żyjący i jego ogólne rozmieszczenie
1.	*Taxodium distichum miocenum* Heer	*T. distichum* (L.) Rich, połudn. Stany Ameryki płn.
2.	*Sequoia Langsdorfii* Brgn.	*S. sempervirens* Endl. — Ameryka płn.
3.	*Chamaecyparis salinarum* Zabłocki	*Ch. obtusa* Sieb. et Zucc. — Japonja — Formoza
4.	*Libocedrus salicornioides* Heer	*L. sp.* Ameryka.
5.	*Tetraclinis Wandae* Zabłocki	*T. articulata* Mast.-płd. Hiszpanja, płn. Afryka
6.	*Pinus polonica* Stur	*P. Massoniana* Lamb. — Chiny płd.
7.	„ *silvestris miocenica* Zabłocki	*P. silvestris* L. — Eurazja
8.	„ *salinarum* Partsch	*P. brutia* Tenore — płd.-wschod. Europa
9.	„ *spinosa* Herbst	*P. rigida* Mill. — Ameryka północna
10.	*Alnus Kefersteinii* Ung.	*A. glutinosa* L. — Europa, Azja, płn. Afryka
11.	*Carpinus polonica* Zabłocki	*C. orientalis* Mill. — Europa płd.-wschod.
12.	*Fagus ferruginea miocenica* Menzel	*F. ferruginea* Ait. — Ameryka płn.
13.	*Quercus* sp.	*Quercus* sp. div.
14.	*Castanopsis Schmidtiana* Kräusel	*Castanopsis* sp. — płd.-wschod. Azja
15.	*Juglans Szaferi* Zabłocki	*J. sinensis* albo *J. faltax* Dode — Azja wschodnia i środkowa?
16.	„ *costata* Ung	
17.	„ *salinarum* (Ung.) Zabłocki	*J. mandschurica?* — Chiny płn.
18.	„ *Wandae* Zabłocki	*J. Avellana* Dode — Japonja
19.	„ *tephrodes* Ung.?	*J. cinerea* L. — Ameryka płn. *J. stenocarpa* Max. — Azja wschod.
20.	*Carya ventricosa* Ung.	*C.* sp. — Ameryka płn.
21.	„ *pusilla* Ung.	*C.* sp. — „ „
22.	„ *rugosa* Zabłocki	*C. ovata* Britt. Ameryka płn.
23.	*Pterocarya Raciborskii* Zabłocki	*Pt. fraxinifolia* sp. — Kaukaz—Persja
24.	*Engelhardtia salinarum* Zabłocki	*E.* sp. — Azja wschodnia
25.	*Hamamelis europaea* Zabłocki	*H* sp. — Chiny, Japonja, Ameryka płn.
26.	*Liquidambar europaeum* A. Br.	*L. styraciflua* L. — Ameryka płn.
27.	*Platanus* sp.	*Pl. occidentalis L.* Ameryka płn.
28.	*Magnolia Kobus* Reid (foss.)	*M. Kobus* L. — Japonja
29.	„ *attenuata* Webb.	*M. acuminata* L. — Ameryka płn.
30.	*Amygdalus* sp. Stur.	?
31.	*Aesculus Roupperti* Zabłocki	*Ae. hippocastanum* L. — Grecja płn.
32.	*Vitis teutonica* A. Br.	*V.* (*s. lato*) sp. — Azja wsch.? Amer. płn.?
33.	*Cornus salinarum* Zabłocki	*C. Bayleyi* Coult. et Ev. — Ameryka płn.
34.	*Pterostyrax europaea* Zabłocki	*Pt. hispida* Sieb. et Zucc. — Chiny, Japonja
35.	*Diospyros salinaria* Zabłocki	*Diosp.* sp.
36.	*Olea oleastroides* Zabłocki	*O. europaea* L. *v. oleaster* D. C. — Europa płd.

wiązowe, dębowo-karjowe, dębowo-leszczynowe i dębowo-sosnowe świadczą o stopniowaniu wartości gleb od najlepszych do najgorszych.

Oczywiście gatunki amerykańskie, z któremi porównywamy bardzo podobne gatunki z Wieliczki, są miarodajne dla oceny właściwości stanowiska i klimatu, jaki panował w owym czasie w okolicach, które dostarczyły flory kopalnej; specjalnie *Sequoia Langsdorfii* może tu być braną pod uwagę. Jest ona odpowiednikiem żyjącego gatunku *S. sempervirens*, do którego jest zupełnie podobna pod każdym względem.

Dziś żyjący gatunek bytuje w okolicy posiadającej ok. 2000 *mm* rocznego opadu, z czego w 3 letnich miesiącach tylko około 75 *mm*. Zastępują w tym czasie te opady mgły, idące od morza. I rzeczywiście, dzisiejszy zasięg *S. sempervirens* pokrywa się zupełnie z zasięgiem tych mgieł w miesiącach letnich (Harshberger i Drude, według Kubarta 1924, str. 54, 58).

Warunki podobne wymaganiom tego gatunku łatwo sobie w Karpatach ówczesnych wyobrazić, zważywszy, że zbiorowiska wodne Morza Podkarpackiego na północnej stronie, Pannońskiego na południowej stronie wyższych wtedy Karpat — dostatecznej ilości opadów i mgieł dostarczyć mogły.

Ciekawe zestawienie wspólnych dla Ameryki Północnej i Europy gatunków trzeciorzędowych i dzisiejszych zespołów wodnych dał Glück (1927). Zestawia on gatunki wspólne dziś obu lądom, takie, które dziś żyją w Ameryce, a w trzeciorzędzie żyły w Europie *(Taxodium, Nuphar, Nelumbo, Brasenia, Proserpinaca, Dulichium, Pistia, Pontederia)* oraz takie, które w trzeciorzędzie Ameryki występują w większej ilości gatunków, a dziś ich tam niema *(Trapa)*.

Co się tyczy gatunków wschodnio-azjatyckich, to odpowiedniki ich żywe mieszczą się bez reszty we florach lasów umiarkowanego klimatu Chin i Japonji.

Na przestrzeni zasięgu lasów chińskich możemy znaleźć wszystkie przejścia od zbiorowisk zimozielonych, ewentualnie subtropikalnych, aż do lasów, zrzucających na zimę liście (Diels, 1908).

W Japonji występują jeszcze wyraźniej te stosunki, spowodowane nie zmianą szerokości geograficznej, lecz wysokością nad poziom morza. Obok strefy lasów tropikalnych i podzwrotnikowych, posiada Japonja także strefę lasów klimatu umiarkowanego z bukowym zespołem *Fagus Japonica*, szpilkowemi i wreszcie strefę zimną, z brzozą.

W lasach Chin i Japonji można spotkać obok siebie z tego samego rodzaju gatunki wiecznie zielone i zrzucające liście. Jest to *in statu nascendi* las zrzucający liście w zimie (Warming wedł. Dielsa).

Nadzwyczajna obfitość gatunków w tym typie lasów jest cechą wspólną dla nich i zbiorowiska wielickiego. Tak np. las na Fuji-Noyama, złożony z drzew liściastych, ale i ze zwartych partyj szpilkowych, składa się z gatunków rodzajów: *Quercus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Zelkowa*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Tilia*, *Magnolia*, *Styrax*, *Aesculus* i innych. Wszystko to rodzaje już opisane z Wieliczki lub już znalezione, lecz jeszcze nieogłoszone. Las ten wykazuje wiele podobieństwa do analogicznych lasów Ameryki Północnej i częściowo lasu podzwrotnikowego. Niewątpliwie stwierdzone gatunki kopalne z rodzaju *Engelhardtia i Glyptostrobus* mają dziś żyjące analogi tylko w Chinach. Gatunki o niewątpliwie europejskim indygienacie, jak:

Pinus salinarum z pokrewieństwa		*P. Brutia*,
Oliwka	„	*Olea oleaster*,
Tetraclinis Wandae	„	*T. quadrivalvis*,
Pterocarya Raciborskii	„	*Pt. fraxinifolia*,
Aesculus Roupperti	„	*Aesc. hippocastanum*,

wreszcie winorośl z pokrewieństwa *Vitis vinifera*, której szczątki też znalazłem, świadczą z jednej strony o występowaniu elementu znoszącego bezwątpienia dzisiejszy klimat, jak *Aesculus hippocastanum*, *Pterocarya fraxinifolia*, z drugiej zaś strony elementu wybitnie śródziemnomorskiego, jak *Prinus Brutia*, *Olea europaea v. oleaster*, *Tetraclinis quadrivalvis* i o ile uda się sprawdzić, jeszcze gatunku z bliskiego pokrewieństwa *Vitis vinifera*, mającego zasięg prawie pokrywający się z zasięgiem *Olea europaea*.

Aesculus hippocastanum, prócz niewątpliwie pierwotnych stanowisk greckich, ma jeszcze dzisiaj i inne, dalej na północ wysunięte na Bałkanie, które zdaniem Adamovicza (1908) są też pierwotne i gdzie kasztanowiec tworzy las wraz z *Juglans regia*, stanowiąc w nim od 380—500 *m* wysokości element panujący.

Także i dalej na południe wysunięte zespoły, np. z *Pinus halepensis* Mill., do której pokrewieństwa należy bezwątpienia *P. salinarum* Partsch, wykazują gatunki podobne do wielickich w rodzajach: *Quercus*, *Olea*, *Styrax*, *Ceratonia*, *Pistacia*, *Myrtus*, *Platanus*, *Alnus*, *Nerium* (piaskowiec solny! liście) *Acer*, *Crataegus* i in. mieszczące się dobrze w samym zespole *P. halepensis*, jak i macchii, wśród tego zespołu na Cyprze występującej (Hartman, 1905).

Co się tyczy klimatu owych czasów, to wystarczyłoby przenieść Wieliczkę o 12^0 szer. geogr. na południe, aby uzyskać średnią roczną temperaturę, wystarczającą dla jej zbiorowiska roślin kopalnych.

Nie jest to bez znaczenia dla ogólnych rozważań, bo muszę stwierdzić, że rezultat ten zgadza się z wnioskami innych autorów, uzyskanemi na drodze innych rozważań.

Heer w swojej monumentalnej pracy o florze trzeciorzędu Szwajcarji przyjmuje, że wystarczyłoby podniesienie średniej temperatury rocznej Szwajcarji o 9° C dla uzyskania warunków rozwoju flory trzeciorzędowej tamże znajdowanej. Nawiązując do tego rozważania Kubarta (1928), zyskujemy dalsze przesłanki dla oceny klimatu naszej flory.

Najbardziej na północ położone stanowisko kopalnej *Sequoia Langsdorfii* (*sempervirens*) leży pod 82° szer. półn. (Grinelland) i ma średnią roczną temperaturę — 20° C. Dzisiejsze stanowiska *S. sempervirens* mają średnią roczną temperaturę około + 8° C. Różnica więc temperatury dziś wynosi 28° C. Jeśli przyjmiemy, że odległość w stopniach szerokości geogr. = 37°, to na każdy stopień szerokości geograficznej wypadnie 0.75° C różnicy. Oczywiście, że przeliczenie tych stosunków na równik — doprowadziłoby do absurdu — ale w naszych szerokościach da się ta wartość przyjąć. W wypadku flory Heera 9° różnicy średniej temperatury rocznej daje nam 12° szerokości geograficznej.

Według Berryego (Kubart o. c.) eoceńskie flory amerykańskie sięgają do 37° szer. północnej, podczas gdy analogiczne flory dzisiejsze w wyjątkowo pomyślnych wypadkach tylko do 26° szerokości pn. — różnica 11° szerokości geograficznej.

Na tem tle przyjęcie śródziemnomorskiej szerokości dla naszej flory wydaje się zupełnie usprawiedliwionem.

Dodam, że Köppen—Wegener (1924) przyjmują dla miocenu szerokość geograficzną bieguna na 75° z tem, że błąd może wynosić około 2°, w każdym razie musi być mniejszy od 5°. Zgadza się to z naszemi danemi w zupełności.

Odpowiadałaby więc flora wielicka składem swoim ciepłej części lasów strefy umiarkowanej, zrzucających w zimie liście, o składzie zawierającym typy wybitnie amerykańskie, wschodnio-azjatyckie i śródziemnomorskie. Flora tego typu najlepiej mieści się co do wieku w naszych szerokościach we florach środkowego miocenu.

Specjalne wymagania wilgotności rodzaju *Sequoia* dadzą się doskonale wyjaśnić bliskością mórz (Morze Podkarpackie na północy od Karpat i Morze Pannońskie, zalewające dzisiejsze Węgry).

Kończąc nasze rozważania, musimy dojść do wniosków następujących:

1) Flora Wieliczki nie wykazuje charakteru flor tropikalnych, wykazuje natomiast cechy klimatu ciepło-umiarkowanego i wilgotnego. Ukształtowanie pionowe terenu pozwalało na stopniowanie zbiorowisk od ciepłych do umiarkowanych.

2) Flora Wieliczki da się obecnie zupełnie dobrze zmieścić w pasie wielkich lasów trzeciorzędowych, mających szeroko rozpowszechnione gatunki dzisiaj w Europie wymarłe lub posiadające bardzo szczupły lokalny zasięg, o ile nie udało im się schronić np. w zasięg klimatu śródziemnomorskiego.

3) Zupełnie wyraźnie dadzą się wyróżnić wśród naszego zbiorowiska kopalnego 3 grupy elementów roślinnych: mianowicie zbiory gatunków, które zdołały utrzymać się od trzeciorzędu prawie niezmienione w Ameryce północnej, Europie południowej i Azji wschodniej.

4) Wreszcie charakter flory kopalnej sprzeciwia się przyjęciu wieku dolno-mioceńskiego, dla niej prawdopodobniejszym jest natomiast wiek helwecki.

Z Zakładu Botanicznego im. Janczewskiego, U. J. w Krakowie.

Literatura.

Adamovicz, L. Bericht über die in Balkanhalbinsel unternommene botanische Forschungsreise — XIII Jahresber. d. naturwiss. Orientvereines, str. 47, Wiedeń 1908.

Engelhardt, H. Über tertiäre Pflanzenreste von Flörsheim a. M. Abh. Senck. Naturforsch. Ges. T. 29, Frankfurt n. M. 1911.

Engler, A. Über die morphologischen Verhältnisse und geographische Verbreitung der Gattung *Rhus*. — Engl. Bot. Jahrb. T. I. Lipsk, 1881.

Ettingshausen, C. Die Proteaceen der Vorwelt. — Sitzber. mat. nat. Cl. d. Akad. d. Wiss. Wien, Tom VII, zesz. 4, 1851.

— Über fossile Proteaceen. Jak wyżej, T. IX, zesz. 4, 1852.

Friedberg, W. Remarques sur le miocène de la Pologne. — Spomenice u počast prof. dr. Gorjanović-Krambergera, Zagrzeb 1925.

Glück, H. Die Süsswasservegetation von Nord-Amerika in Gegenwart und Vergangenheit. — Ungarische Botanische Blätter, Budapest, 1927, zesz. 1/2.

Goeppert, R. H. Die tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien-Görlitz, 1855.

Hartmann, E. Die Wälder der Insel Cypern. — Mitteil. d. D. Dendrolog. Ges, Nr. 14, str. 169, 1915.

Heer, O. Miocene baltische Flora, Königsberg 1869.

Hirmer, M. Handbuch der Paläobotanik, T. I, München u. Berlin, 1927.

Jentsch, A. Der Posener Ton und die Lagerstädte der Flora von Moltkegrube. — Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. T. XXXI, Cz. I, zesz. 1, Berlin 1910.

Köppen-Wegener. Die Klimate der geologischen Vorzeit, Berlin, 1924.

Kräusel, R. Zur Bestimmung fossiler Blattabdrücke. — Naturwiss. Wochenschrift, N. F. T. XVI, Nr. 16, str. 214—217. Jena 1917.

Kräusel, R. Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. — Jahrb. kön. Preuss. Landesanst. T. XXXVIII, Cz. II, zesz. 1/2, Berlin. 1919.

— Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens I. Jak wyżej, T. XXXIX, Cz. I, zesz. 3. Geol. Berlin 1920.

— Über eine Cycadee aus den Cerithienkalken von Nierstein und über die tertiäre Verbreitung der Cycadeen. Paläobot. Notizen IX. — Senckenbergiana T. 10, zesz. 3/4. Frankfurt n. M. 1928.

Kubart, B. Beiträge zur Tertiärflora der Steiermark. Graz-Wiedeń-Lipsk 1924.

— Das Problem der tertiären Nordpolarfloren. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. T. XLVI, zesz. 6, 1928.

Kulczyński, St. Das boreale und arktisch-alpine Element in der mitteleuropäischen Flora. — Bull. Ac. Sc. Cracovie, année 1923.

Laurent, L. Les progrès de la paléobotanique angiospermique dans la dernière decade. — Progressus rei botanicae I, 1906.

Lilpop, J. Zarys rozwoju paleobotaniki w Polsce. — Kosmos 1927.

Menzel, P. Pflanzenreste aus dem Posener Ton. — Jahrb. d. kön. Preuss. Geol. Landesanst. T. XXXI, Cz. I, zesz. 1 1910.

Michael, R. Über die Altersfrage der oberschlesischen Tertiär-Ablagerungen. Monatsber. d. D. Geol. Ges. T. 59, 1907.

— Über das Alter der in den Tiefbohrungen von Lorenzdorf in Schlesien und Przeciszow in Galizien aufgeschlossenen Tertiärschichten. Jahrb. d. Kön. Preuss. Geol. Landesanst. T. XXVIII, zesz. 2. Berlin 1907.

Nathorst, A. G. Über die Benennung fossiler Dikotylenblätter. — Bot. Centralbl. T. 25, str. 21, 52 i 89. Cassel 1886.

Noe von Archenegg, A. Über atavistische Blattformen des Tulpenbaumes. — Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. T. LXI, 1894.

Oppenheim, P. Über das Miocän in Oberschlesien. — Zeitschr. d. D. Geol. Ges. T. 59, Monatsber. str. 43 i n. 1907.

Pawłowski, B. Elementy geograficzne i pochodzenie flory tatrzańskiej piętra turniowego. — Rozpr. Pol. Akad. Umiej. T. LXVIII, Dz. B. Nr. 3, 1929.

Pax, F. Monographie der Gattung *Acer*. Englers. Bot. Jahrb. VI. Lipsk 1885.

Raciborski, M. Dzieje rozwoju roślinności Polski. — Encykl. Polska, T. I, Kraków 1912.

— Über die sog. pontischen Pflanzen der Polnischen Flora. — Bull. Ac. Sc. Cracovie, Sc. Math. et Nat. Serie B. 1915.

Reuss, A. E. Die fossile Fauna der Steinsalzablagerung von Wieliczka in Galizien. — Sitzber. d. math. nat. Cl. T. LV, Cz. I, str. 17, 1867.

Rubczyńska, M. i Zabłocki, J. Über zwei fossile Koniferenhölzer von Posądza. — Bull. Ac. Polon. Sc. Lettres. Ser. B. 1924.

Schenk, A. Die fossilen Pflanzenreste. — Handbuch der Botanik. Encykl. der Naturwiss. I. Abth. I. T. 1890.

Schimper-Schenk. Paläophytologie. — Handb. der Paläontol. Zittla. München u. Leipzig. 1890.

Siemiradzki, J. Geologja Ziem Polskich, T. II Lwów 1909.

Staub, M. Die Geschichte des Genus *Cinnamonum* 1905.

Stojanoff, N. i Stefanoff, B. Beitrag zur Kenntniss der Pliozänflora der Ebene von Sofia. — Zeitschr. d. bulgar. geol. Ges. Roczn. II, zesz. 3, 1929.

Szafer, W. Trzeciorzędowe rośliny górskie na wale scytyjskim w ostoi podolsko-wołyńskiej. — Acta Soc. Bot, Pol. T. I, str. 96, 1923.

Szafer, W. Element górski we florze niżu polskiego. — Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. Pol. Ak. Umiej. T. LXIX. Dział B. Nr. 3, 1929.

Unger, F. Blätterabdrücke aus dem Schwefelflötze von Swoszowice in Galizien — (Haidinger's) Naturwiss. Abh. T. III, Abt. I, str. 121. Wiedeń 1850.

Warming, E. i Graebner, P. Eug. Warmings Lehrbuch der ökol. Pflanzengeographie III. wyd. Berlin 1918.

Zabłocki, J. La flore tertiaire de Chodzież (Posnanie). — Bull. Ac. Polon. Sc. Lettres Ser. B, 1924.

— Tertiäre Flora des Salzlagers von Wieliczka. Cz. I. — Acta Soc. Bot. Pol. T. V, 1928.

— Jak wyżej. Cz. II.; — Acta Soc. Bot. Polon. T. VII, 1930.

Zusammenfassung.

Gegen Mitte des vorigen Jahrhunderts ist das Interesse für die fossile Pflanzenwelt sehr gestiegen. Es wurde ein enormes Pflanzenmaterial aufgesammelt und der besseren Durchsicht wegen auch ziemlich rasch beschrieben und benannt.

Dass eine solche Art und Weise auch Mängel mit sich gebracht hat, ist verständlich. Besonders die tertiären Floren, die sehr reiche, aber auch das Tatsachenmaterial nicht erschöpfende Ausbeute lieferten, haben daran arg gelitten.

Bei dieser schnellen Bearbeitung der fossilen Überreste, musste auch flüchtig gearbeitet werden, wodurch auch unsere Disziplin in Misskredit geriet.

Es muss erinnert werden, dass man der leichteren Durchsicht wegen auch sehr mangehafte Exemplare „rekonstruiert" und benannt hat, andererseits auch beide Seiten eines Blattabdruckes (Ober- u. Unterseite) mit verschiedenen Artnamen belegt hat (nach Kräusel, 1917), was freilich bei der mangelhaften Erhaltung beider, zwar verständlich, aber auch nicht fördernd wirkte.

Auch die bekannte Tatsache, dass ein Formenkreis der Blätter einer fossilen Art in mehrere „Arten" (manchmal zwar auch absichtlich — Göppert nach Kräusel o. c.) zerlegt wurde, lässt es verständlich machen, dass eine kritische Durchmusterung sowohl der Lokalfloren, wie auch systematischer Einheiten, Überraschungen mit sich bringen kann. So z. B. wurde hier die Bearbeitung der Familie der Proteaceen Ungers (1851, 1852) und die Geschichte des australischen Elements im Eocän von Europa, wie auch Florins Untersuchungen über das Genus *Podocarpus* (1926) erwähnt.

Besonders die Blattfloren, die auch das meiste Material tertiärer Floren bilden, waren und sind dieser Willkür der Deutung unterworfen. Andere Funde, wie Blüten und Fruktifikationen sind weit

seltener und auch der Untersuchung wegen des Erhaltungszustandes meist nicht so leicht zugänglich. Es sei hier auch gesagt, dass die „Blattfloren“ nur selten eine genaue und verlässliche Genus und Artbestimmung erlauben. Dagegen die Fruktifikationen und Blüten, zumal sie auch gut erhalten sind, erlauben uns einen weitgehenden Vergleich mit den rezenten Arten.

So ist es z. B. nicht so leicht in der Familie der Juglandaceen die Gattungsangehörigkeit der Blätter feststellen zu können. Es wurden auch nicht allzuselten die Blätterteile der *Juglans*-Arten als Vertreter anderer Familien beschrieben. *Prunus paradisiaca* Unger von Swoszowice (1849) ist *Juglans bilinica* Ung. nach Nagel, Foss. Catal. 6, 1915). Dagegen sind die Gattungen dieser Familie: *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Engelhardtia*, gut auf Früchte in fossilem Zustande begründet. Ja, sogar nahe Verwandten der Arten *Juglans regia* L., *cinerea* L., *nigra* L. *cordiformis* Max. (Zabłocki 1930), *Sieboldiana* Max., sind ganz sicher im Tertiär nachgewiesen.

Alle vorher genannten Schwierigkeiten lassen uns die fossile Flora von Wieliczka im wahren Lichte erscheinen: es ist eine Flora, die uns über die Artenzusammensetzung der Pflanzenwelt dieser Gegend in Miocänzeit wirklich belehren kann. Fast alle Überreste sind uns als Samen und Früchte, bzw. Fruchtstände überliefert worden, in einer Erhaltung, die wirklich den Vergleich mit rezenten Arten ermöglicht. Bei dieser Gelegenheit erst tritt eine weitere Schwierigkeit der Untersuchung zu Tage: der Mangel an Vergleichsmaterial, der wegen des wirklich sehr guten Erhaltungszustandes der Fossilien besonders sich empfinden lässt.

Es liessen sich aber den im I. Teile der Bearbeitung dieser Flora (Zabłocki 1928) genannten Arten weitere 16 Arten zufügen (Zabłocki 1930), die wieder fast ausschliesslich auf gut erhaltene Samen und Früchte begründet wurden. Eine systematische Übersicht ist in der Tabelle I. (siehe den Text) gegeben, wo auch die zum Vergleich gebrauchten rezenten Arten und ihre geographische Verbreitung eingetragen sind.

Eine Durchmusterung dieser Artenliste überzeugt uns, dass es durchweg Arten sind, die dem wärmeren Teile der gemässigten Zone gehören könnten. Ausser der Palmenkerne, die möglicherweise durch Wassertransport hierher gerieten, sind keine subtropischen, geschweige schon tropische Formen in unserer Flora vertreten. Alle fossile Arten lassen in der Formation der sommergrünen Laubwälder Nord-Amerikas, Süd-Europas und Ost-Asiens ihre nahen Verwandten erkennen.

Für folgende fossile Arten wurden nord-amerikanische Arten in Betracht gezogen:

Taxodium distichum miocenum Heer, *Sequoia Langsdorfii* Brgn., *Libocedrus salicornioides* Heer, *Pinus spinosa* Herbst, *Fagus ferruginea miocenica* Menzel, *Carya rugosa* Zabłocki, *Carya ventricosa* Ung., *Carya pusilla* Ung., *Liquidambar europaeum* A. Br. *Magnolia attenuata* Web., *Cornus salinarum* Zabłocki, *Platanus* sp.

Ihre nächsten Verwandten im Süden Europas besitzen heute:

Tetraclinis Wandae Zabłocki, *Pinus salinarum* Partsch, *Carpinus polonica* Zabłocki, *Pterocarya Raciborskii* Zabłocki, *Aesculus Roupperti* Zabłocki, *Olea oleastroides* Zabłocki.

Die Verwandten von: *Pinus silvestris miocenica* Zabłocki, *Alnus Kefersteinii* Ung. wachsen heute im Bereich der fossilen Flora.

Endlich, ost-asiatische verwandte Arten wurden zum Vergleich gezogen bei folgenden Arten:

Chamaecyparis salinarum Zabłocki, *Pinus polonica* Stur., *Castanopsis Schmidtiana* Kräus., *Juglans Szaferi* Zabłocki, *Juglans salinarum* Ung., *Juglans Wandae* Zabłocki, *Engelhardtia salinarum* Zabłocki, *Magnolia Kobus* Reid., *Pterostyrax europaea* Zabłocki.

Es muss also festgestellt werden, dass die Pflanzengenossenschaft, die uns ihre Überreste im Salzlager von Wieliczka überlieferte, eine sehr mannigfache Zusammensetzung besass, ferner dass die Artenliste sich leicht in einige heute geographisch gut begrenzte Gruppen zerlegen lässt.

Wenn wir heutige nord-amerikanische sommergrüne Laubwälder näher betrachten, so dringt sich die starke Mischung der Arten, besonders vor die Augen. Von den Arten, die der gemässigten Zone heimisch sind, treten dort in zahlreichen Arten vor: *Quercus, Juglans, Carya, Betula, Alnus, Ulmus, Celtis, Fagus (ferruginea), Castanea, Carpinus, Ostrya, Populus, Salix, Acer, Fraxinus* u. a. (Warming-Graebner 1918), die fast alle schon von Wieliczka bekanntgegeben wurden, oder schon gefunden, der weiteren Bearbeitung bedürfen.

Libocedrus, Liquidambar, Magnolia, Platanus, Aesculus — bilden auch heute einen festen Bestandteil dieser Pflanzengenossenschaft in Nord-Amerika, weil der Verlauf der Bergzüge eine Zurückwanderung wärmerer Typen nach Norden zuliess.

Von besonderem Interesse ist die Anwesenheit von *Sequoia Langsdorfi* Brgn. in unserer Flora. Die Art ist mit der heutigen *S. sempervirens* sehr gut vergleichbar und sollte auch, wie diese, grössere An-

sprüche an die Niederschlagsmenge wie *S. gigantea* zeigen. Wenn nämlich *S. gigantea* sich mit 620—900 *mm* der Niederschlagsmenge begnügt, verlangt *S. sempervirens* gegen 2000 *mm* jährlich zu ihrem Gedeihen. Da andere Arten unserer fossilen Flora eine so grosse Feuchtigkeit nicht bezeugen, ist anzunehmen, dass ähnlich den heutigen Verhältnissen bei *S. sempervirens* — die Nebel der fossilen Art die fehlende Menge der Niederschläge ersetzen könnten.

Die heute lebende Art, *S. sempervirens*, die wie früher gesagt wurde gegen 2000 *mm* der Niederschläge bekommt, lebt in der Gegend, wo die drei Sommermonate nur gegen 75 *mm* der Niederschläge zeigen. Es ist also eine Art Trockenzeit, in der aber die feuchten Seenebel vollkommen die flüssigen Niederschläge ersetzen. *Sequoia sempervirens* kommt dort nur im Bereiche dieser Nebel vor (Kubart 1926).

Es scheint uns ganz möglich, dass der subkarpatische Meeresbecken an der Nordseite, wie auch der pannonische Becken der Südseite der damals viel höheren Karpaten im Stande waren, genügende Niederschlagsmenge zu liefern.

Für die südeuropäischen Arten: *Tetraclinis quadrivalvis*, *Pinus Brutia*, *Carpinus orientalis*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Aesculus hippocastanum*, *Olea europaea v. oleaster* — die freilich verschiedenen Assoziationen gehören, aber doch teilweise charakteristische mediterrane Arten vorstellen — wurden in Wieliczka sehr gut erhaltene Überreste gefunden, die keine Unterschiede mit entsprechenden Teilen der lebenden Pflanzen zeigen.

Die in der dritten Gruppe endlich genannten Arten der Gattungen: *Pinus*, *Castanopsis*, *Juglans*, *Engelhardtia*, *Magnolia* und *Pterostyrax*, weisen ausdrücklich auf das Vorkommen der mit heutigen charakteristischen ostasiatischen Arten verwandten Pflanzen hin. Besonders muss das für *Chamaecyparis*, *Castanopsis*, *Engelhardtia*, *Pterostyrax* und *Juglans Wandae* unterstrichen werden.

Die letztgenannte Art ist ganz sicher mit der japanischen *Juglans cordata*-Artengruppe nahe verwandt. Soweit ich feststellen konnte, ist keine Art, die dieser Gruppe näher käme — fossil bekannt.

Auch Vertreter der Gattungen: *Juglans*, *Pterocarya*, *Tilia*, *Magnolia*, *Styrax*, *Vitis*, lassen sich neben den vorher genannten Arten und Gattungen gut in die Formation der sommergrünen Laubwäldern Chinas und Japans einfügen.

Jedenfalls könnten wir schon mit dem Klima der mediterranen Gegenden für unsere fossile Pflanzengenossenschaft gut auskommen. Es ist also wiederum die Differenz von 12 Breitegraden, die sich in

älteren und neueren Arbeiten über das Klima der Miocänzeit in verschiedener Form wiederhollt (siehe Kubart 1928, Köppen-Wegener 1924, u. a.), hier zur Geltung gekommen.

Besondere Feuchtigkeitsansprüche von *Sequoia Langsdorfi* wurden schon früher besprochen.

Die vorher besprochene Artenliste der fossilen Flora und ihre klimatologische Bewertung mit anderen paläozoologischen und stratigraphischen Gründen, führen uns zur Annahme eines mittelmiocänen Alters für unsere Flora.

Laboratorium Botanicum Janczewskianum. Jagellonische Uniwersität in Krakau.