MONOGRAPHIAE BOTANICAE
Vol. VII — 1958

PÓŹNY GLACJAŁ Z PÓŁNOCNEGO PODNÓŻA TATR W ŚWIETLE ANALIZY PYŁKOWEJ

A Late-Glacial Pollen Diagram at the North Foot of the Tatra Mountains

Wanda Koperowa

WSTĘP

Badania palynologiczne torfowisk Kotliny Nowotarskiej rozpoczęte w r. 1953 miały początkowo ograniczyć się tylko do jednego profilu z torfowiska na Grelu koło Nowego Targu. Z czasem rozszerzono je na całą zachodnią część Kotliny obejmując torfowiska: Molkówka, Puścizna i Bór na Czerwonem. Ich opracowanie nie jest jeszcze zakończone, tak że tutaj ograniczę się jedynie do przedstawienia niektórych zagadnień dotyczących późnego glacjału na tym obszarze.

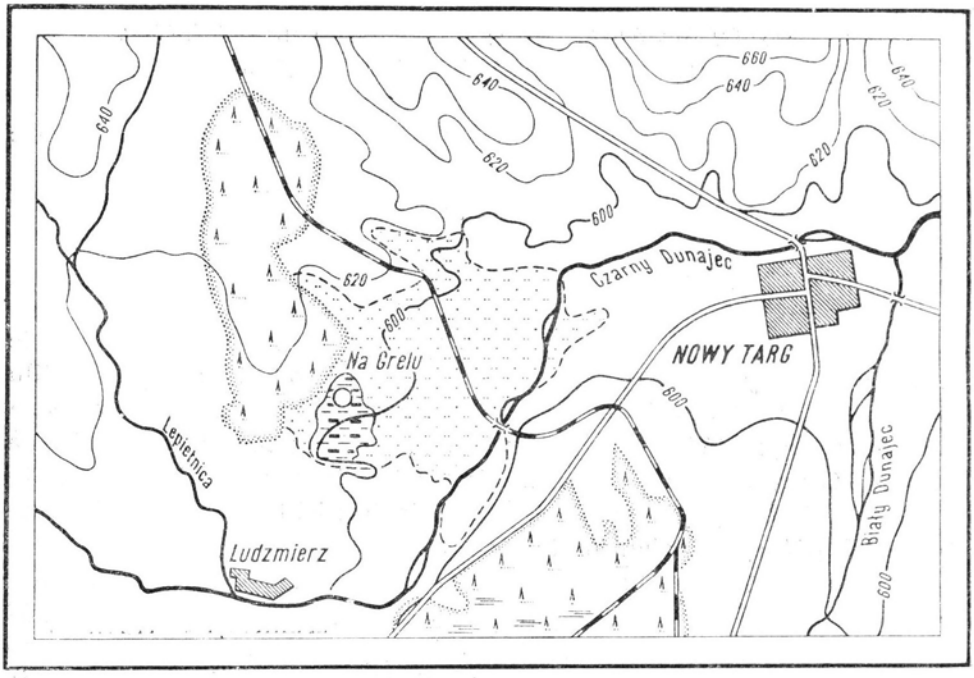
Prof. drowi W. Szaferowi wyrażam wdzięczność za temat i nadanie kierunku tej pracy, doc. drowi A. Środoniowi za cenne wskazówki i dyskusje w czasie jej wykonywania. Dziękuję również mgr M. Reyman za oznaczenie drewna, a mgrowi M. Kucowi za oznaczenie mchów.

POŁOŻENIE GEOGRAFICZNE

Kotlina Orawsko-Nowotarska tworzy razem z pasmem gubałowskim i Rowem Podtatrzańskim północne przedpole Tatr, o długości około 57 km. W zachodniej jej części przebiega, krajobrazowo słabo zróżnicowany, europejski dział wodny między zlewiskami Morza Bałtyckiego i Morza Czarnego. Wzdłuż Kotliny przepływa Czarny Dunajec, na którego dorzecze w górnym odcinku składają się, obok szeregu mniejszych, dwa większe potoki, a mianowicie Chochołowski (Siwa Woda) i Kościeliski (Kirowa Woda) ze źródłami położonymi w Tatrach Zachodnich. Po ich połączeniu się w dolinie Roztoki (890 m n.p.m.) rozpoczyna się właściwy bieg Czarnego Dunajca, który w Chochołowie wkracza na obszar Kotliny Nowo-

tarskiej, pokrytej zwłaszcza na głównym dziale wodnym rozległymi torfowiskami wysokimi.

Jednym z nich jest torfowisko „na Grelu" zwane też Borem na Równi położone w odległości około 30 km na północ od Tatr, a 3 km na zachód od Nowego Targu, przy wsi Ludźmierz. Niegdyś znacznie rozleglejsze dziś jest niemal zupełnie wyeksploatowane z zachowanym tylko małym skrawkiem wierzchowiny porośniętej pierwotną, charakterystyczną dla



Ryc. 1. Plan okolic torfowiska „na Grelu" z zaznaczonym miejscem wykonanych wierceń

Map of the environs of the peat-bog „na Grelu" with the place of drillings marked

torfowisk wysokich roślinnością. W jej skład wchodzą między innymi, reliktowe na tym siedlisku *Pinus silvertris* L., *Pinus montana* Mill., *Ledum palustre* L., *Oxycoccus quadripetalus* Gilib i inne.

Na najbliższe otoczenie torfowiska na Grelu składają się podmokłe łąki, pastwiska i pola uprawne, zaś od zachodu, las świerkowo-sosnowy z brzozą, pokrywający niewysokie wzgórze.

Torfowisko utworzyło się na tarasie III Czarnego Dunajca zaliczonym przez Halickiego (1930) do ostatniego zlodowacenia. Resztki tego tarasu, wznoszące się na wysokości 10—13 m, tworzą południową krawędź torfowiska. Za dalszy jej ciąg uważa Halicki (l. c.) rozrzucone żwiry fliszowe położone na wyższych wzniesieniach Boru na Równi.

PROFIL GEOLOGICZNY

Materiał do badań metodą analizy pyłkowej z torfowiska na Grelu został zebrany z wierceń świdrem torfowym typu Hillera, oraz z wykopanego szybiku.

Wiercenie pierwsze założone w najwyższym punkcie nie zniszczonej jeszcze wierzchowiny torfowiska dotarło do głębokości 580 cm, gdzie po natrafieniu na ił zostało przerwane. Drugie wiercenie wykonano w odległości około 25 m od poprzedniego, w miejscu gdzie wskutek eksploatacji zachowała się tylko część spągowa torfowiska. Materiałem z tego dodatkowego wiercenia, które osiągnęło głębokość 125 cm, udało się skompletować pełny profil torfowiska.

W trakcie badań wykonanych metodą analizy pyłkowej wystąpiły w najniższych poziomach stosunkowo wysokie procenty pyłku drzew o większych wymaganiach klimatycznych, nie znane dotąd w Europie poza górną Nadrenią (Firbas F. 1950) i południową Francją (Lemée G. 1956). Celem sprawdzenia tego faktu został zebrany powtórnie materiał do badań, lecz tym razem ze ściany szybiku. Dotarł on niestety — jak się okazało — tylko do poziomu młodszego dryasu. Dopiero w trzecim wierceniu udało się uzyskać pełny profil osadów, które były przedmiotem badania.

W pracy tej będzie omówiony tylko ostatni profil, opracowany nowszymi metodami. Jego budowa geologiczna przedstawia następujące warstwy (od góry):

530 cm — torf sfagnowy nie opisany w tej pracy,
55 cm — torf jasnobrunatny z niewielką zawartością iłu,
30 cm — ił barwy jasnożółtej przechodzący ku górze w jasnobrunatny z narastającą zawartością materiału organicznego,
20 cm — ił barwy jasnożółtej z drobnymi żwirkami kwarcu o średnicy do 1,5 mm.
20 cm — torf ciemnobrunatny, silnie sprasowany.
25 cm — ił jasnożółty z bardzo małą ilością materiału organicznego,
15 cm — ił jasnobrunatny z większą ilością materiału organicznego,
20 cm — ił jasnożółty bez materiału roślinnego,
25 cm — ił jasnożółty że żwirkami kwarcu, dochodzącymi w spągu do 1 cm średnicy, oraz grudkami torfu, o średnicy od 0,5 mm do 1,5 mm.

UWAGI METODYCZNE

Próbki torfowe pobrane do analizy pyłkowej, o mniej więcej jednakowych rozmiarach, przygotowywano metodą acetolizy Erdtmana (Erdtman 1943), zaś ilaste próbki poddawane były dodatkowym zabiegom laboratoryjnym. Do tego celu została użyta metoda flotacyjna Knoxa (Knox 1942), która wykorzystując różne ciężary właściwe składników sedymentu wywołuje oddzielenie cząstek mineralnych od

organicznych i tym samym koncentrację tych ostatnich. Zastosowaną mieszaniną był bromoform z acetonem, o zmiennej ciężkości od 1,7 do 2,1.

Ilość liczonych ziarn przy powiększeniu 650-krotnym w każdym poziomie wynosiła przeważnie 200, zaś w poziomach o małym zagęszczeniu 100. Ziarna o bardziej skomplikowanej budowie były oznaczane przy użyciu immersji. Pewna ich część została nie zidentyfikowana.

Przy wykreślaniu diagramów posłużono się metodą Faegriego i Iversena (Faegri, Iversen 1950), która polega na włączaniu do sumy podstawowej wszystkich ziarn pyłku drzew i krzewów oraz roślin zielnych (z wyjątkiem zarodników *Sphagnum*). W niej dopiero obliczono procentowy udział każdego składnika zarówno grupy AP (pyłek drzew), jak i NAP (pyłek roślin zielnych).

Zmienną zwartość lasu w ogólnym zarysie reprezentuje krzywa frekwencji pyłku drzew. Krzywa ta wykazuje bardzo silne wahnienia, które uwarunkowane są przede wszystkim typem osadu, a na drugim dopiero miejscu, składem florystycznym szaty roślinnej. Najniższe wartości obserwowano w drobno pylastym ile (próbki nr 127 do nr 117), gdzie też ziarna pyłku były najbardziej skorodowane.

Aario (cyt. za Donnerem 1951) utrzymuje, że opierając się na samej tylko frekwencji pyłku można określić charakter szaty roślinnej. Jego zdaniem osady wykazujące frekwencję niższą od 100/cm^2 powstały w warunkach bezleśnej tundry; frekwencja około 1000/cm^2 wskazuje na rejon subarktyczny ich lasów brzozowych; frekwencję wyższą od 1500/cm^2 dają tylko zwarte lasy. Wydaje się, że kierowanie się tą liczbową oceną w zwartości szaty roślinnej jest zbyt ryzykowne. Dowodem na to są wyżej wymienione próbki Nr 127 do Nr 117, w których niska frekwencja pyłku została wywołana mineralnym charakterem osadu, nie zaś ubóstwem roślinności.

PODZIAŁ DIAGRAMÓW

Wydzielanie sukcesyjnych faz rozwoju roślinności oparto tutaj na podstawie Jessena (1935), Iversena (1942) i Firbasa (1949). Użycie schematu Nilssona, opracowanego dla Skanii (1935), a później także dla Danii (1948a) i północno-zachodnich Niemiec (1948b), natrafiło na trudności. Z tego względu wyróżnione przez tego badacza okresy podane są tu w nawiasach obok podziału Szafera (1951).

Stratygrafia osadów późno-glacjalnych na terenach, które sąsiadowały z lądolodem, albo z lodowcami alpejskimi, została przeprowadzona metodą geologiczną, przez wykorzystanie datowanych wieńców moren czołowych. Od niedawna absolutny wiek osadów późnego glacjału datowany jest metodą radiowęgla C^{14}. W naszym przypadku kryterium geologicznego nie

można było zastosować, gdyż Kotlina Nowotarska leży na dalszym przedpolu Tatr, na które lodowce w ostatnim glacjale nie zeszły (Romer, Halicki 1930). Po ukończeniu pracy otrzymałam wynik oznaczenia bezwzględnego wieku (przy pomocy C^{14}) próbki torfu pochodzącej z pogranicza Allerödu i młodszego dryasu. Badania wykonane były dzięki uprzejmości dra J. Iversen'a w Duńskim Laboratorium Geochronologicznym przez P. H. Trauber'a, za co im bardzo uprzejmie dziękuję.

Pomiary ustaliły czas odłożenia się warstwy torfu na 8810 ± 200 lat p.n.e. Jest to klasyczna data rozpoczęcia się okresu młodszego dryasu w północnej i środkowej Europie. Dzięki niej, jak również na podstawie paralelizacji z innymi diagramami pyłkowymi, odzwierciedlającymi większe zmiany klimatyczne, można było przeprowadzić podział stratygraficzny w diagramie z Grela. Za horyzonty przewodnie uważane są: 1. okres Allerödu, z lasami o mniejszym lub większym zwarciu, 2. okres młodszego dryasu z silną depresją klimatyczną, 3. okres rozszerzania się brzozy, przy przejściu do pierwszego okresu holoceńskiego (poziom IV w skali Jessena, IX w skali Nilssona i Szafera).

Wobec braku w Karpatach Zachodnich nowocześnie opracowanych diagramów pyłkowych, obejmujących późny glacjał, stratygrafia naszego stanowiska została ustalona głównie przez porównanie go z podalpejskimi diagramami Langa (1952a, 1952b, 1954, 1955).

Tabela 1

Stratygrafia późnego glacjału

Stratigraphy of the Late-Glacial period

Okresy	Jessen 1935, Iversen 1942 Firbas 1949	Nilsson 1935	Szafer 1952
Preboreal	IV	IX	IX
Młodszy dryas	III	X	X
Alleröd	II	XI	XI
Starszy dryas	Ic	XII	XII
Bölling	Ib		XIII
Najstarszy dryas	Ia		XIV

WYNIKI ANALIZY FLORYSTYCZNEJ MAKROSKOPOWEJ I MIKROSKOPOWEJ

Polypodiaceae — liczne spory bez exosporium nie dające się bliżej oznaczyć. Występują one we wszystkich okresach.

Botrychium lunaria (L.) Sw — 30 spor z charakterystycznym płytkowatym exosporium. Występowanie: Ib (XII, XIII), II (XI, XI), III (X, X).

Equisetum sp. — pojedyncze zarodniki we wszystkich okresach.

Selaginella selaginoides (L.) Lk. — w sumie 27 mikrospor. Ib(XII, XIII), po 3 na początku i przy końcu II(XI, XI), pozostałe w III. (X, X).

Abies alba Mill. — pyłek do 7% w Ia (XII, XIV), od 0,1% do 4% w II (XI, XI), od 0,1% do 1,5% w IV (IX, IX).

Picea excelsa (L a m.) Lk. — pyłek we wszystkich okresach w II (XI, XI) w krzywej ciągłej (max. 11,5%). Bardzo liczne szpilki w IV (IX, IX), a dwa nasiona z końcem III (X, X). Odłamki drewien z IV (IX, IX), oznaczone przez mgr Reymanównę jako *Larix* sp. lub *Picea excelsa,* należą zapewne do świerka, zostały bowiem znalezione w poziomach, w których szpilki tego drzewa występowały obficie, natomiast nie było w nich w ogóle szpilek modrzewia.

Larix sp. — 2 ułamki szpilek w III (X, X), ziarna pyłku w Ib (XII, XIII) Ic (XII, XII), III (X, X).

Pinus sp. — W trakcie wykonywania analizy zaobserwowano trzy typy ziarn pyłku sosny. W grę wchodzą tu trzy gatunki tego rodzaju, a mianowicie: *Pinus silvestris, P. montana* i *P. cembra.* Dwa pierwsze dziś jeszcze rosną na torfowisku na Grelu, trzeci zaś występuje tylko w Tatrach u górnej granicy lasu. Nie jest rzeczą łatwą odpowiedzieć na pytanie, jaki był udział i kolejność zjawiania się tych gatunków sosen w poszczególnych okresach późnego glacjału. Wielu badaczy starało się odpowiedzieć na to pytanie pomiarami wielkości pyłku oraz przy pomocy różnic w ich morfologii. Jednym z pierwszych był Hörmann (1929), który dla pyłku tych trzech sosen podał następujące cechy morfologiczne (zaobserwowane pod immersją):

Pinus silvestris — posiada półkoliste worki powietrzne, z szeroką powierzchnią przyczepu. Na workach widoczne są duże pola (2μ do 4μ) zamknięte. Miejscami zaznacza się delikatna siateczka wtórna, przeważnie jednak jej brak. Skulptura worków przechodzi w kropkowaną skulpturę samego ziarna. Grzebień korpusu bardzo wąski i gładki.

Pinus montana — posiada worki powietrzne prawie kuliste, zaś skulpturę worków o dwu typach siatki: jedna o polach większych (3μ do 8μ), druga — mieszcząca się w poprzedniej, o oczkach małych (1μ do 2μ). Skulptura worków o coraz to ciaśniejszych oczkach przechodzi w skulpturę samego korpusu pyłku, na którym rysunek składa się z 8 do 10 rowków na $1\mu^2$ powierzchni. Grzebień korpusu jest dość szeroki, często uzębiony.

Pinus cembra — posiada kuliste worki powietrzne, ale nieco wydłużone w kierunku prostopadłym do korpusu z szeroką powierzchnią przyczepu. Tu także występuje podział na pola duże i małe jak u P. *montana,* jednakże z tą różnicą, że liczne pola duże są nie podzielone na mniejsze. Rzeźba korpusu pyłku uformowana jest z rowków o robaczkowatym kształcie. Wypada ich 9 do 10 na 1μ. Grzebień jest gładki i wąski.

Lang w pracy z 1952 roku odrzucił powyższe cechy rozpoznawcze Hörmanna jako niepewne i podał równocześnie wyniki swoich własnych badań nad skulpturą egzyny worków. Obserwacje swe przeprowadził przy użyciu mikroskopu kontrastowo-fazowego. Posługiwał się materiałem zielnikowym oraz współczesnym opadem pyłkowym, pochodzącym z kilku stanowisk, położonych na linii od południowej Francji aż po fińską Laponię. Jego zdaniem typ 1, „*silvestris*", posiada na workach pola średniej wielkości przeważnie zamknięte, o listwach odgraniczających je jednakowej szerokości i przebiegających prosto. Typ 2, „*mugo*", ma pola podwójnie duże, przeważnie nie zamknięte, ze słabo zaznaczonymi polami wtórnymi. Typ 3 (nie nazwany przez Langa) posiada na workach pola małe, przeważnie nie zamknięte, zaś listewki graniczne w całym przebiegu jednakowo szerokie. mniej lub więcej faliste.

Wyniki badań Langa, mimo ich drobiazgowości, należy uznać właściwie za negatywne. Sam on przyznaje, że odróżnianie po morfologii pyłku gatunków *Pinus silvestris* i P. *montana* jest niemal niemożliwe. Zagadnienie odróżniania pyłku *P. cembra* — pozostawił Lang nie rozstrzygnięte.

W badaniach profilu na Grelu zwróciłam szczególną uwagę na zagadnienie ewentualnej obecności pyłku *Pinus cembra*. Brałam pod uwagę tylko takie ziarna pyłku, które nie budziły żadnych wątpliwości. Z tego względu procenty limby podane w tabelce 2 jako *Pinus* — typ „*Haploxylon*" (Erdtman 1943), reprezentują przybliżony, a nie ściśle ujęty ilościowy udział tego gatunku sosny w ogólnej ilości pyłku rodzaju *Pinus*.

Tabela 2

Udział pyłku *Pinus* typ-*silvestris* i *Pinus* typ-*Haploxylon* w profilu
Pollen of *Pinus* type-*silvestris* and *Pinus* type-*Haploxylon* in the profile

Okres	Typ *P. silvestris*	Typ *P. Haploxylon* (= *P. cembra*)	Ilość liczonych ziarn
III	86,7%	13,3%	2268
II	98,3%	1,7%	1213
Ic	93,9%	6,1%	588
Ib	92,4%	7,6%	382
Ia	95,5%	4,5%	505

Z tabeli tej można wyciągnąć następujący wniosek; typ-*silvestris* (P. *silvestris* + P. *montana*) dominował w całym późnym glacjale nad P. *cembra*, która większe znaczenie osiągnęła dopiero w młodszym dryasie. *Pinus silvestris* 5 odłamków szpilek w IV. Komórki skórki są prawie kwadratowe. Przewodów żywicznych 7, 8 i 9. Charakterystycznych dla P. *mughus* skórek z wydłużonymi komórkami niestety nie znaleziono.

Ephedra cf. *distachya*, 14 ziarn pyłku. W Ia (XII, XIV), w Ib (XII, XIII),

w Ic (XII, XII), w II (XI, XI), w III (X, X). Ziarno bezbruzdowe, o pięciu żeberkach z zygzakowato-siatkowatą skulpturą.

Coraz to częstsze znajdowanie pyłku *Ephedra* cf. *distachya* w osadach późno-glacjalnych należy do interesujących i żywo dyskutowanych w nowszej literaturze palynologicznej. Współczesne, górskie stanowiska *Ephedra distachya* w Europie skupione są w najcieplejszych dolinach alpejskich (Welten 1955), gdzie dochodzą do wys. 800 m n.p.m. Na Kaukazie osiąga ona 1500 m, a w Himalajach nawet 5400 m n.p.m. (Gams 1952). Niemniej interesujący jest jej zasięg poziomy. W Europie rośnie w krainach przeciętych przez dolny bieg Dunaju aż po Budapeszt. Dalsze jej stanowiska znajdują się w Siedmiogrodzie, nad Dnieprem i Dniestrem aż po 40° półn. szer. geogr. Wołgą i Donem dochodzi aż po 53°, a na Syberii nawet po 56° półn. szer. geogr. Gams (1952) i Welten (1955) przyjmują, że *Ephedra distachya* rozszerzyła się w późnym glacjale ze swojego głównego azjatyckiego ośrodka występowania na całą Europę, przed zajęciem jej przez zwarte lasy. Później ten eurytermiczny, ale światłożądny i kserotermiczny krzew został ich zdaniem zepchnięty przez rozszerzające się lasy, podobnie jak zespoły późno-glacjalne z *Artemisia* sp., *Helianthemum alpestre, Chenopodiaceae* i in. na brzegi mórz i rzek, na niedostępne urwiska skalne oraz suche żwirowiska, na których to stanowiskach trwa do chwili obecnej. Opinia Gamsa i Weltena znalazła potwierdzenie w coraz to częstszym i na coraz rozleglejszych obszarach występowaniu kopalnego pyłku *Ephedra*. Z Alp i ich północnego przedpola podali ją Gams, Welten, Lang i Zagwijn, ze środkowych Niemiec Müller (1953), z półn. Polski J. Oszast (1957), z okolic Niemna i europejskiej części Rosji Griczuk. Z Danii i Szwecji obszerną listę stanowisk kopalnego pyłku *Ephedra* cf. *distachya* znajdujemy u Iversena (1954). Szczególnie interesujące było znalezienie pyłku *Ephedra* w osadach postglacjalnych na wyspach Ölandzkich w południowej Szwecji, gdzie obecnie rośnie wiele reliktów kserotermicznych (Iversen l. c.).

W Alpach *Ephedra* miała zdaniem Weltena (l. c.) przetrwać okres atlantycki w zespołach łąk kserotermicznych na wysokościach dochodzących do 2000 m. Dopiero wskutek subatlantyckiej depresji klimatycznej i rozprzestrzenienia się zarośli *Alnus viridis* zwarty jej zasięg został rozerwany, a liczne stanowiska zniszczone. Gams (1952) zestawiając punkty występowania kopalnych szczątków *Ephedra* cf. *distachya*, wytyczył trzy szlaki jej późno-glacjalnych wędrówek: 1) poprzez Czechosłowację, Odrę, Łabę do Bałtyku, 2) wzdłuż Dunaju do górnego Renu i Menu, 3) od Drawy poprzez Adygę do Innu.

Odkrycie pyłku *Ephedra* cf. *distachya* nie tylko w Kotlinie Nowotarskiej, ale i na Molkówce (920 m n.p.m.) dowodzi, że u schyłku ostatniego zlodowacenia występowała ona również w Tatrach.

Betula sp. — pyłek we wszystkich poziomach, w procentach od 3 do 40. Ponieważ wielkość ziarn wahała się w szerokich granicach od 15μ do 36μ, wyłoniło się zagadnienie ich zużytkowania do próby określenia gatunków.

Po pracy Jentys-Szaferowej (1927), w której obok innych cech autorka podała średnie wymiary ziarn; dla *Betula pubescens* = 24,3μ, *B. verucosa*=21,6μ i dla *B. nana*=21,5μ, ogłoszono szereg innych. Celowość przeprowadzania pomiarów pyłku brzóz zakwestionował Aario (1943), który uważał, że wielkość ich ziarn pyłku zależy od charakteru sedymentu, a w przypadku torfu od stopnia jego rozłożenia. Do podobnych wniosków doszedł Wenner (1947), który przypisał czynnikom fizycznym i chemicznym działanie wybiórcze w stosunku do pyłku różnych gatunków brzóz. Ostatnio zagadnieniem możliwości rozpoznawania gatunków brzóz po morfologii pyłku zajął się Terasmäe (1951). Uważa on to zadanie za wykonalne, jednakże rozróżnianie gatunków opiera na tak drobnych cechach (średnica pory, głębokość pory, grubość egzyny przy porach), że posługiwanie się nimi wymaga wielkiego nakładu pracy, nie dając przy tym pewności oznaczeń.

Z własnych obserwacji mogę podać, że podczas przeprowadzania analizy pyłkowej młodo-holoceńskiego torfu z Kiczory (Gorce), w warstwach powierzchniowych stwierdziłam panowanie pyłku brzozy o małych wymiarach, pomimo minimalnego prawdopodobieństwa występowania tam brzozy karłowatej. Z drugiej jednakże strony należy podkreślić, że w omawianym tu profilu, w poziomach z masowo występującymi liśćmi i orzeszkami *Betula nana,* dominował pyłek o wielkościach od 15μ do 21μ, czyli że w tym przypadku pomiary biometryczne pyłku rodz. *Betula* spełniają dobrze rolę orientacyjną i zgodne są z występowaniem tu następujących gatunków:

Betula sp. — ułamki drewna w III (X, X) i IV (IX, IX).

Betula nana — liście, orzeszki i łuski owocowe w III (X, X) i IV (IX, IX).

Salix sp. — pyłek we wszystkich okresach do 3%, drewno w III. (X, X).

Alnus sp. — pyłek we wszystkich okresach.

Carpinus betulus L. — sporadyczne ziarna pyłku w II. (XI, XI)

Corylus avellana L. — pyłek w Ia (XII, XIV), Ib (XII, XIII), w II (XI, XI) w krzywej ciągłej do 8%.

Populus cf. *tremula* L. — pojedyncze pyłki w Ia (XII, XIV), Ib, (XII, XIII), Ic (XII, XII). Źle konserwujący się pyłek osiki nie daje rzeczywistego obrazu udziału tego drzewa w pokrywie leśnej.

Ulmus sp. — pyłek w Ia (XII, XIV) i w II (XI, XI) do 2,5%.

Rumex sp. — pyłek w śladach we wszystkich okresach.

Polygonum cf. *bistorta* L. — pyłek w Ia (XII, XIV), w II (XI, XI), w III (X, X).

Chenopodiaceae — pyłek we wszystkich okresach; wyższe wartości przypadają na fazę bezleśną.

Caryophyllaceae — Kilka typów ziarn we wszystkich okresach. Nie udało się określić ani jednego rodzaju z tej rodziny. Niektórzy palynolodzy (Lang 1952) podają z późnego-glacjału pyłek *Gypsophila repens* L., oznaczony przy pomocy równoczesnego występowania szczątków makroskopowych tej rośliny.

Ranunculaceae — pyłek we wszystkich okresach — do 4% w Ic (XII, XII).

Thalictrum sp. — pyłek we wszystkich okresach, do 2% w Ic (XII, XII) i w III (X, X).

Thalictrum alpinum L. — 1 owocek w III (X, X). Element arktyczno-alpejski, dziś w Polsce nie rośnie.

Cruciferae — pyłek we wszystkich okresach. Najwyższe wartości w Ic (XII, XII). Najczęściej spotykane ziarna o wymiarach 15 μ do 21 μ mogą należeć do rodzaju *Cardamine* sp.

Saxifraga sp. — pyłek w Ic (XII, XII), w III (X, X) — w sumie 5 ziarn.

Helianthemum sp. — We wszystkich okresach, z tego w Ia (XII, XIV) i w Ib (XII, XIII) do 1,5%.

Rosaceae — typ „*Geum*" — pojedynczo we wszystkich okresach.

Sanguisorba officinalis L. — pyłek w Ib (XII, XIII) i w III. (X, X) w sumie 3 ziarna.

Sanguisorba minor Scop. w sumie 4 ziarna w Ia (XII, XIV), Ic (XII, XII) i w III (X, X).

Comarum palustre L. — pyłek we wszystkich okresach.

Filipendula cf. *ulmaria* L. Maxim. — występuje we wszystkich okresach. Najwyższe wartości posiada w II (XI, XI) i IV (IX, IX).

Papilionaceae — pojedyncze ziarna.

Lythrum salicaria L. — 1 ziarno pyłku w III (X, X), o sześciu bruzdach z trzema porami ułożonymi w co drugiej bruździe.

Hippophaë rhamnoides L. — 4 ziarna, z tego 2 w Ia (XII, XIV) i 2 w Ic (XII, XII).

Z tych kilku ziarn nie można wnioskować o występowaniu rokitnika w bezpośrednim otoczeniu naszego terenu. Stanowiska jego jednak nie były zbyt oddalone, gdyż nalot pyłku z dalszych obszarów na tę część Kotliny był utrudniony, przez zaporę Tatr od południa, zaś od północy przez Beskidy. Złożenie pyłku rokitnika na Grelu świadczy o bezleśności, lub słabym zwarciu pokrywy roślinnej. *Hippophaë rhamnoides* nie znoszący konkurencji drzew i ocienienia rósł wówczas zapewne w Tatrach. Później krzew ten został wytępiony przez rozwijające się lasy, podobnie

jak miało to miejsce w całej strefie periglacjalnej północnej Europy (Sandberg 1943, Zalewska 1955).

Epilobium sp. — pyłek w III (X, X) i IV (IX, IX) — łącznie 6 ziarn.

Umbelliferae — pojedynczo we wszystkich okresach.

Armeria sp. — 1 ziarno w Ia (XII, XIV), w spągowej próbce. Zgodnie z badaniami Szafera (1945) nad morfologią pyłku rodzaju *Armeria* — należy ono do typu B — „o siatce wyraźnej o wielobocznych okach i na brzegach prawie kolczastych". Niewątpliwie należy do tych gatunków, które charakteryzują się heterostylią. Do nich należą: *Armeria vulgaris* (74,7 μ, wielkość oczek siatki 10,3 μ), *A. alpina* (76,4 μ oczka = 9,78 μ), *A. canescens* (73,08 μ oczka = 8,8 μ), *A sibirica* (61,69 μ oczka = = 6,11 μ), i wymarła *A. Iverseni* (60,52 μ oczka = 6,06 μ). Średnica ziarna z Grela wynosi 99 μ, a światło oczek 9,5 μ do 10,5 μ. (Kwas octowy, bromoform i aceton). Wymiarami najbardziej się zbliża do *A. vulgaris* i do *A. alpina*. Ten ostatni gatunek jeszcze i dzisiaj występuje po południowej stronie Tatr, gdzie uważany jest za relikt plejstoceński (Szafer 1945),

Ericaceae — pyłek we wszystkich okresach, najliczniej w II (XI, XI) i IV (IX, IX).

Polemonium coeruleum L. — 1 ziarno w II (XI, XI).

Labiatae — pojedynczo we wszystkich okresach.

Plantago — typ „*maior-media*" po 1 ziarnie pyłku w Ia (XII, XIV), i w Ib (XII, XIII). Ziarno wieloporowe, o skulpturze ziarnistej, bez pierścieni przy porach.

Gentiana sp. — w sumie 4 ziarna pyłku — w Ia (XII, XIV), Ic (XII, XIII) i III (X, X).

Menyanthes trifoliata L. — Pyłek w III (X, X) i IV (IX, IX) łącznie 14 ziarn. Bardzo liczne nasiona w IV (IX, IX).

Rubiaceae — pyłek we wszystkich okresach.

Valeriana officinalis L. — w Ib (XII, XIII), w II (XI, XI) i w III (X, X).

Campanulaceae — 1 ziarno w Ic (XII, XII).

Compositae — we wszystkich okresach. Zostały one podzielone na podstawie charakterystycznej budowy pyłku na dwie podgrupy odpowiadające dwom podrodzinom: *Tubiflorae* i *Liguliflorae*.

Artemisia sp. — pyłek we wszystkich okresach, o zmiennych wymiarach od 18 μ do 33 μ i drobnych różnicach morfologicznych, co wskazywałoby na obecność kilku gatunków. Stosunkowo niskie ilości w diagramie z Grela odbiegają daleko od diagramów zachodnioeuropejskich, zwłaszcza podalpejskich. Lang i Zagwijn wykazali dla północnych stoków Alp do 40% pyłku tego rodzaju.

Cirsium sp. — 2 uszkodzone owocki (achenia) w III (X, X).

Alisma plantago L. — pojedyncze ziarna pojawiają się nieregularnie we wszystkich okresach.

Potamogeton sp. — kilka ziarn.

Cyperaceae — we wszystkich okresach dominuje ten pyłek w sumie NAP. Najwyższe wartości przypadają na Ic (XII, XII) (63%) i III (X, X) (53%). *Cyperaceae* zniekształcają swym masowym udziałem obraz deszczu pyłkowego nadając mu charakter lokalnie uwarunkowanego. Krzywa ich pyłku często wykazuje nagłe zmiany, tłumaczone przez Faegriego i Iversena występowaniem tych roślin na torfowisku. Wielokrotnie na polu widzenia były obserwowane całe grudki ich pyłku. Wśród licznych orzeszków *Carex* oznaczono tylko dwa gatunki, a mianowicie:

Carex rostrata Stokes i *C. paniculata* L.

Gramineae — Po *Cyperaceae* pyłek ten jest drugim głównym składnikiem NAP reprezentowanym we wszystkich okresach. W III (X, X) osiągają trawy wartości do 21%. Na sumę 3580 ziarn 27 posiadało wymiary ponad 45 μ. Po wprowadzeniu poprawki z granicznej wielkości 37 μ ustalonej przez Firbasa (1937), na 43 μ sugerowanej przez Strakę (1952), należałoby te 27 ziarn zaliczyć do traw typu uprawnego. Zdaniem Firbasa (l. c.) i Straki (l. c.) istnieje prawdopodobieństwo, iż w późnym glacjale mamy do czynienia z poliploidalnymi trawami dzikimi, wytwarzającymi pyłek o wielkościach przewyższających 45 μ.

Setaria glauca (L.) P. B. — 1 ziarniak o typowym pokroju, sfosylizowany i bez bielma, możliwe jest jednakże, iż pochodzi on z zanieczyszczenia.

Mchy (*Musci*) oznaczył mgr M. Kuc.

Aulacomnium palustre
Calliergon Richardsoni
Calliergon sarmentosum
Campthothecium nitens
Chrysohypnum stellatum
Thuidium lanatum
Drepanocladus exannulatus
Drepanocladus tundre
Drepanocladus revolvens
Meesea triquetra
Polytrichum strictum

Sphagnum sp. — spory torfowca nie zostały wliczone w sumę podstawową.

HISTORYCZNY ROZWÓJ ROŚLINNOŚCI

Postępując od spągu ku górze można wyróżnić na podstawie uzyskanych wyników analizy florystycznej następujące fazy historycznego rozwoju flory i klimatu w Kotlinie Nowotarskiej:

Faza Ia (XII, XIV) — najstarszy dryas — (próbki nr 148 do nr 139).

Najniższa seria próbek z poziomem 143 włącznie daje obraz roślinności uderzająco niejednolity. Obok *Ephedra* cf. *distachya, Hippophaë*

rhamnoides, Armeria sp., *Artemisia* sp. występują *Fagus silvatica* (3,5%), *Abies alba* (7,8%), *Corylus avellana* (5,8%), *Alnus* sp., *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Tilia* sp. i *Carpinus betulus*. Stosunek AP do NAP ma się jak 30 do 70.

Przyjąć należy, że na powyższe spektra pyłkowe składają się dwie zupełnie różne i nie mające ze sobą nic wspólnego grupy roślin. Pierwsza autochtoniczna, zimnolubna, druga allochtoniczna o wyższych wymaganiach termicznych. Ta druga grupa flory pyłkowej leży na drugorzędnym złożu i dostała się tutaj w postaci grudek starszego torfu, które zostały przylepione do drobnych ziarn kwarcu składających się na spągowe warstwy osadu (por. str. 109).

Tak wymieszany materiał nasuwa pytanie: jakie było źródło obcej flory?

Niekiedy ze składu występującego w niej pyłku można dojść do wniosku, z jakich i jakiego wieku warstw ona pochodzi. W naszym przypadku zachodzą trzy możliwości zanieczyszczeń spągowego osadu pierwotnego, a mianowicie: 1. sedymentem trzeciorzędowym, 2. interglacjalnym, 3. interstadialnym. Pierwsza możliwość nie może być brana w rachubę, ponieważ w spągowych spektrach pyłkowych brak jest elementu egzotycznego. Dowiedziony brak buka w interglacjale ostatnim (eemskim) wyklucza również osady i tego okresu z rozważań, jakkolwiek w Karpatach historia buka mogła być nieco inna. Pozostaje nam zatem przyjąć, że osady interstadialne zlodowacenia bałtyckiego (przede wszystkim mało jeszcze poznany interstadiał oryniacki) były prawdopodobnie źródłem omawianego zanieczyszczenia. Jeśli przyjmiemy za Środoniem (1952) opierającym się na profilach z Kątów k/Sromowiec i Ziembówki n/Rabą, iż w optimum oryniaku oprócz obecności sosny, brzozy i świerka występowały także ślady lasów liściastych z olszą oraz z jodłą (do 22%) — to można uznać za nader prawdopodobne, iż zanieczyszczenie spągowych spektrów pyłkiem drzew ciepłolubnych może pochodzić z osadów starszego odcinka oryniackiego.

Osady zawarte pomiędzy próbkami 143 do 139, utworzone z mineralnego iłu jasnego, zawierają jeszcze również pyłek drzew ciepłolubnych na wtórnym złożu. Zjawisko to nie należy wcale do wyjątków, gdyż spotykane było w bardzo wielu profilach plejstoceńskich, choć różnie było tam interpretowane. Jako przykład skrajnie odmiennych zapatrywań na ten temat mogą posłużyć diagramy pyłkowe Serntheima (cyt. za Zagwijnem 1952) z profilu z Tyrolu koło Innsbruka. Serntheim, na podstawie stwierdzenia nikłych procentów pyłku drzew ciepłolubnych, znalezionych w najniższych poziomach profilu, przyjął istnienie *in situ* lasu z udziałem drzew o dużych wymaganiach klimatycznych, przy równoczesnej obecności wysokich procentów NAP. Las ten interpretował on jako las alleródzki. Powyżej w tym samym profilu zaznaczone poziomy

młodsze, reprezentujące las sosnowo-brzozowy (z niskimi procentami NAP) uważał ten autor za należące do młodszego dryasu. Taką interpretację diagramu pyłkowego należy uznać za błędną. Zagwijn po powtórzeniu analizy tego samego profilu (zebranego sondą Dachnowskiego) nie znalazł w nim niemal zupełnie pyłku drzew ciepłolubnych, a nieliczne, jakie zaobserwował, uznał słusznie za leżące na wtórnym złożu.

W kilku profilach ze środkowej Finlandii stwierdzono wysokie procenty *Alnus* (10%) i *Picea* (30%), utrzymujące się w warstwach spągowych o 60 cm miąższości. Kanerwa (1956) uważa je słusznie za wymyte z osadów interglacjalnych.

Podobne do wyżej opisanych zakłócenia w spektrach pyłkowych tłumaczone były również nalotem pyłku na odsłonięte tereny z daleko położonych obszarów ostojowych lub zawleczeniem ich z góry przez świder.

Interesującą próbą tłumaczącą genezę tego rodzaju zanieczyszczeń dał ostatnio Thomson (1956) na podstawie obserwacji poczynionych w Półn. Finlandii, w Szwecji i Norwegii. Był on tam świadkiem występowania suchych a silnych burz powietrznych, które wyrywały małe cząsteczki obumarłych torfowisk i wraz z drobnym, gliniastym pyłem osadzały je na pobliskich stokach. Thomson przyjmuje możliwość istnienia tego rodzaju zjawiska w plejstocenie, zwłaszcza zaś na progach okresów glacjalnych czy stadialnych, gdy następowało intensywne obumieranie roślinności i odsłanianie powierzchni torfu. Zdzierane przez wiatr warstwy torfu mogły stawać się źródłem obcych pyłków, pozorujących cieplejsze wahnienie klimatyczne.

Powracając do profilu z Grela musimy się zgodzić z tym, że w fazie Ia (XII, XIV) pokrywa roślinna była już w pewnym stopniu rozwinięta. W przeciwnym razie procenty pyłku takich roślin jak: *Hippophaë rhamnoides, Helianthemum, Armeria*, a przede wszystkim *Artemisia* wykazywałyby o wiele wyższe wartości. Dla analogicznego okresu podaje Lang w profilach podalpejskich do 40% *Artemisia*. Straka (1953) na nowo powstałej glebie, po wybuchach wulkanów na wyżynie Eiffel znalazł pyłku *Artemisia* 64% (na 100% pyłku drzew), podczas gdy Müller (1953) dla środkowych Niemiec notuje tego pyłku tylko 10%.

Nawiązując do wyników badań Aario (1943) nad współczesną polarną granicą lasu i Weltena (1950) nad górną granicą lasu w Alpach, możemy przyjąć, że w fazie Ia (XII, XIV) nie było lasu w najbliższym sąsiedztwie torfowiska na Grelu. Zdaniem Weltena oznaką pełnej bezleśności jest dopiero występowanie ponad 35% NAP. Specjalnie dobrymi wskaźnikami bezleśnych spektrów pyłkowych są: *Compositae, Umbelliferae, Plantago, Galium, Helianthemum* oraz do pewnego stopnia również *Cyperaceae* i *Gramineae*.

Na szatę roślinną w fazie Ia (XII, XIV) składały się na Podhalu za-

pewne również karłowate brzozy i wierzby. Krzywa tych ostatnich nie przekracza wprawdzie 1,5%, ale zdaniem Weltena 5% ich pyłku świadczy już o bardzo dobrze rozwiniętych zaroślach wierzbowych. Duże przestrzenie były też pokryte trawami i turzycami. Niemałą rolę odgrywały *Helianthemum*, *Thalictrum*, a także i *Plantago*, oraz co najmniej po dwa lub trzy gatunki z rodzin: *Cruciferae* i *Caryophyllaceae*. Występowały też zbiorowiska roślin kserotermicznych z *Artemisia* sp. i *Sanguisorba minor*. W tych prawdopodobnie zbiorowiskach rosła wówczas na Podhalu i Tatrach *Ephedra* cf. *distachya*.

W fazie Ia (XII, XIV) dominowały przeto zbiorowiska roślin arktyczno-alpejskich, światłożądnych z krzewinkami o małych wymaganiach termicznych. Taki typ roślinności porównuje Erdtman (cyt. za Straką 1953) do współcześnie występujących reliktowych zbiorowisk kserotermicznych na Wyspach Gotlandzkich.

Faza Ib (XII, XIII) — Bölling — (próbki od 139 do 136). Zmiana sedymentu na bardziej organiczny, nagły skok krzywej brzozy (*Betula*), spadek NAP przy równoczesnym podniesieniu się frekwencji pyłku dowodzą, że w tej fazie klimat zmienił się na nieco cieplejszy i bardziej korzystny dla roślin. Pojawiły się też wówczas pierwsze brzozy drzewiaste, o czym świadczy przewaga dużych ziarn pyłku tego rodzaju (24 μ do 32 μ), oraz limba (*P. cembra*). Pyłek tej ostatniej ujawniający się w postaci typu *Haploxylon* wynosił 8,6% na ogólną sumę 382 ziarn pyłku. Zapewne też rósł tu również modrzew (*Larix*), jakkolwiek zanotowano tylko 4 jego ziarna. Roślinność ówczesną przedstawić więc sobie można jako luźne grupy brzóz z rozrzuconymi pojedynczymi sosnami, limbami i modrzewiami, przenikającymi się wzajemnie z płatami roślinności zielnej, podobnie jak to dzieje się na tundrze parkowej. Pojawiające się regularniej spory *Selaginella selaginoides* wskazują na bliskie sąsiedztwo górnej granicy lasu.

Faza Ic (XII, XII) Starszy dryas (próbki od 136 do 131). Osad początkowo prawie zupełnie mineralny w nadległych warstwach zawiera więcej detritusu roślinnego. W fazie tej występują najwyższe wartości NAP, na które składają się głównie *Cyperaceae* budujące zapewne formujące się tu torfowisko. Równocześnie następuje spadek frekwencji pyłku drzew, zwłaszcza brzozy, limby i modrzewia.

Jak widzimy z powyższego ujęcia cały spągowy odcinek profilu rozbiliśmy na trzy równorzędne piętra (od dołu), tj. najstarszy dryas, Bölling i starszy dryas, tak jak to czynią Firbas, Jessen i Iversen oraz Lang. Wydaje się jednakże, że wydzielenie fazy Bölling na podstawie tak szczupłego materiału jest przedwczesne. Chociaż wymienieni wyżej autorzy nie mieli tych skrupułów i w tym tak krótkotrwałym okresie, najczęściej ujawniającym się tylko przez wzrost ilości pyłku

brzozy w jednym poziomie widzieli wyraźną oscylację klimatu cieplejszego. Iversen (1954) przyjmuje, że w czasie trwania tego okresu brzoza drzewiasta rozszerzyła swój zasięg aż po Danię.

Stadium Bölling jest traktowane jako interstadiał znacznie chłodniejszy od Allerödu. Zdaniem Grossa (1954) wystąpił on wcześniej i trwał dłużej na południu w Europie środkowej. Jego czas trwania obliczono tam przy pomocy metody C^{14} na około od 13250 ± 320 lat do rozpoczęcia starszego dryasu, czyli do 12300 ± 260. Z tego wynika, że stadium Bölling trwało tylko około jednego tysiąca lat.

Faza II (XI, XI) — Alleröd (próbki od 131 do 115). Okres ten najbardziej znamienny dla późnego glacjału rozpoczął się na Grelu początkiem tworzenia się warstwy torfu o miąższości 20 cm, nagłym spadkiem NAP i podniesieniem krzywej frekwencji pyłku. Początkowo wzrastają wartości pyłku sosny i brzozy, wkrótce potem dołącza się do nich świerk, który z krzywą brzozy utrzymuje się już aż do końca Allerödu w tych samych procentach, przy stałym jednak dominowaniu sosny. Obecność pyłku drzew z rodzajów *Alnus, Corylus, Tilia, Ulmus, Abies* i *Fagus* są rysem charakterystycznym dla tej fazy.

Rozwój torfowiska alleröd zkiego został przerwany od poziomu 127 do 122 warstwą osadu mineralnego, z dużą zawartością drobnych ziarn kwarcu. Ta zmiana sedymentacji odbiła się nie tylko na frekwencji i stosunku AP do NAP, ale i w obrazie spektrów pyłkowych. Ponieważ jednak krzywe pyłku drzew wracają powyżej warstwy mineralnej do poprzednich wartości, dlatego też ten zaburzony odcinek diagramu należy wiązać z akumulacyjnym działaniem wód Czarnego Dunajca, nie zaś z oscylacją klimatyczną.

Z prac Romera (1930) i Halickiego (1930) wynika, że niemal do końca plejstocenu Czarny Dunajec odprowadzał swoje wody na zachód do Orawy. Dopiero w późnym glacjale przedarłszy się pod Kaniówką przez tarasę poprzedniego zlodowacenia skierował się na wschód pod Nowy Targ. Ta zmiana przebiegu działu wodnego mogła wywołać szerokie rozlewanie się wód w Kotlinie Nowotarskiej, oraz krótkotrwałe rozprzestrzenienie się roślinności wysokogórskiej na naniesionych piargach i aluwiach. Po spłynięciu przejściowych wód, alleröd zkie torfowisko na Grelu rozwijało się w dalszym ciągu. Opierając się na jego spektrach pyłkowych można przyjąć, że w Kotlinie Nowotarskiej występowały wówczas początkowo lasy sosnowo-brzozowe, z małą domieszką świerka, a następnie sosnowo-świerkowe z brzozą, a zapewne także i z olszą. Zdaniem Weltena 5% pyłku *Alnus* dowodzi jej występowania *in situ*. W pobliżu mogła żyć też leszczyna, chociaż z badań Lüdiego w Davos wynika (Fraegri, Iversen 1950), że nawet 2,7% pyłku jeszcze nie dowodzi jej obecności w najbliższej okolicy. Ciągłe krzywe rodzajów:

Ulmus, Tilia, oraz *Abies alba* i *Fagus silvatica* wskazywałyby, że drzewa te w wędrówce z ostoi południowych doszły wówczas w niedalekie sąsiedztwo naszego terenu.

Wysokie procenty NAP byłyby wyrazem małego zwarcia allerödzkiego lasu.

Porównanie szaty roślinnej Allerödu nowotarskiego z roślinnością tego okresu w Europie zachodniej i północnej uwypukla niektóre charakterystyczne jego cechy regionalne. Polarna granica lasu stykająca się z tundrą na północy, przebiegała w Allerödzie przez Irlandię, południową Szkocję i Norwegię, Anglię, Danię południowo-wschodnią, południową Szwecję (z wyjątkiem Bornholmu), Finlandię i Niemcy północne i środkowe pokrywały wówczas lasy brzozowo-sosnowe, zaś południowe Niemcy tylko sosnowe. W południowej Francji występowały lasy początkowo brzozowe, a następnie sosnowe z dębem i leszczyną. Północno-środkową Polskę lasy sosnowo-brzozowe z leszczyną i małym udziałem drzew ciepłolubnych. W Polsce południowej, w Karpatach i Pieninach, rósł las sosnowo-brzozowy z modrzewiem i limbą. Na tle tego ogólnego obrazu cechą charakterystyczną, wyróżniającą Alleröd Kotliny Nowotarskiej, jest obecność świerka i olszy, a może również leszczyny, a nawet jodły. Dla lasu o takim składzie musimy szukać wytłumaczenia w większej jego odległości od czoła lądolodu, w braku jezior zastoiskowych i zagrzebanych brył martwego lodu, jak również w braku lodowców górskich ostatniego zlodowacenia nie schodzących tak nisko jak w Alpach. Szczególnie sprzyjającą okolicznością dla szybkiej regeneracji lasu w okresie Allerödu były tu niedalekie ich ostoje, gdzie w czasie zlodowacenia bałtyckiego mogły przetrwać wchodzące tu w grę gatunki drzew. Ostojami takimi były wewnętrzne pasma Karpackie, położone na południe od Tatr, oraz Karpaty wschodnie (Pop 1946).

Faza III (X, X) — młodszy dryas (próbki od 116 do 100). Faza ta odcina się ostro od poprzedniej nagłym podniesieniem się krzywej NAP, spadkiem i stopniowym zanikiem krzywej świerka, olszy, leszczyny a również i innych drzew ciepłolubnych takich jak: *Tilia, Ulmus, Abies* i *Fagus*. W końcu pozostają tu tylko krzywe sosny i brzozy; dopiero w stropowym odcinku tej fazy dochodzi znów do głosu świerk.

Wśród zbadanych w tym okresie ziarn pyłku sosny (2131 ziarn) na typ *Haploxylon* przypada 14%. Wynika z tego, że limba była ważnym składnikiem ówczesnego lasu (por. str. 113). W torfie z Dziadowych Kątów koło Grywałdu, pochodzącym z tego samego okresu znalazł Środoń (1952) szczątki makroskopowe tego drzewa. Składnikiem lasu była wówczas również kosodrzewina, której szyszki zostały znalezione tak na Grelu w stropie warstw utworzonych w młodszym dryasie podobnie jak i w Dziadowych Kątach, gdzie stwierdzono je wraz z limbą, modrzewiem

i jałowcem (Środoń 1952). Na Grelu obok modrzewia w postaci ułamków szpilek i ziarn pyłku znaleziono w przejściu do okresu preborealnego jedno nasienie świerka. Dowodzi to, że świerk nie wycofał się w młodszym dryasie zupełnie na południe, lecz przetrwał niekorzystne warunki klimatyczne tego okresu w niezbyt oddalonym miejscu. Fakt ten dobrze tłumaczy gwałtowną ekspansję tego drzewa na progu następnego okresu, czyli holocenu.

Z licznych drobnych drewienek udało się oznaczyć zaledwie 15, z nich 8 należało do rodzaju *Salix*, a 7 do rodzaju *Betula*. Brak śladów otoczenia wskazuje na ich pochodzenie miejscowe.

Szczątki makroskopowe karłowatej brzozy (*Betula nana*) pod postacią liści, orzeszków i łusek owocowych znaleziono obficie w próbce, przypadającej na schyłek tej fazy. Tam też został znaleziony owocek *Thalictrum alpinum* obok paru gatunków rodzaju *Carex*, oraz następujących dobrze zachowanych mchów: *Aulacomium palustre, Calliergon Richardsoni, C. sarmentosum, Camptothecium nitens, Chrysohypnum stellatum, Drepanocladus revolvens, Meesea triquetra, Bryum* sp. i *Thuidium lanatum*. Wymienione rośliny zielne i mchy to gatunki miejsc otwartych, wskazujące na klimat zimny, subarktyczny, zbliżony do klimatu panującego u górnej granicy lasu lub przy granicy polarnej lasu.

Pogorszenie się klimatu w młodszym dryasie objawia się spadkiem krzywych drzew, przy równoczesnym podniesieniu się krzywych roślin zielnych, a zwłaszcza *Gramineae* i *Cyperaceae*. Pojawiają się też teraz często spory *Botrychium lunaria* i *Selaginella selaginoides*. W samym charakterze osadu omawiana depresja klimatyczna nie wywołała wyraźnych zmian. Osadem tej fazy jest również torf, z tym że w niższych poziomach zawiera on nieco iłu. Od próbki 100 występuje już torf czysty, ciemnobrunatny i dobrze rozłożony. Należy on już jednak do holocenu.

Przytoczone wyniki analizy makroskopowej i mikroskopowej pozwalają na odtworzenie składu ówczesnego lasu. Był to las słabo zwarty, o strukturze podobnej, jak to dziś ma miejsce u górnej klimatycznej granicy lasu w Tatrach, składający się przede wszystkim z sosny (*Pinus silvestris*), limby (*P.cembra*), modrzewia (*Larix* sp.), brzozy (zapewne *Betula carpatica*) i kosówki (*P. montana*) pod sam koniec okresu również świerka (*Picea excelsa*). Podobny las stwierdził Środoń (1952) w pobliskich Dziadowych Kątach na południowych stokach Gorców, charakteryzując go w sposób następujący: „Limba i modrzew w towarzystwie krzewów nie znoszących ocienienia, takich jak kosodrzewina, jałowiec, wierzba i brzoza niska tworzyły las rzadki i porozrywany o charakterze przypominającym stosunki panujące dziś na wysokości klimatycznej górnej granicy lasu w Tatrach". Na śródleśne obszerne polany składały się nie

tylko trawy i turzyce, ale też gatunki z rodzin: *Compositae, Rosaceae, Gentianaceae, Cruciferae, Caryophyllaceae, Rubiaceae* i innych.

O tzw. zespołach kserotermicznych nazwanych przez Iversena (1954) pionierskimi (*Helianthemum, Artemisia, Sanguisorba minor, Gypsophila repens, Scabiosa* i *Centaurea cyanus*) tutaj nie może być mowy. Brak tu prawie wszystkich tych gatunków, a nikłe procenty przedstawicieli wymienionych rodzin, jak również przekształcenie się torfowiska z przejściowego w wysokie, wreszcie występowanie *Ericaceae* dowodzą, że ekspansja roślin kserotermicznych w tym okresie w Kotlinie Nowotarskiej była zahamowana. Inaczej było w młodszym dryasie w zachodniej i środkowej Europie, gdzie przy panowaniu tundry parkowej, zbiorowiska roślin kserotermicznych powtórnie doszły wówczas do głosu.

Od próbki 99 rozpoczyna się osad torfu wysokiego. Z nim wchodzimy w holocen.

ZMIANY KLIMATU I PRZESUNIĘCIA GÓRNEJ GRANICY LASU NA PODHALU W PÓŹNYM GLACJALE

Odtworzenie klimatu późnoglacjalnego w oparciu o wyniki analizy pyłkowej jest rzeczą trudną. Dobrą wskazówką w jego rekonstrukcji jest przesuwanie się górnej granicy lasu w Tatrach. Jeśli chodzi o granicę tę w późnym glacjale to nie wydaje mi się rzeczą słuszną określanie tych wysokości w danym okresie przy pomocy jednej tylko liczby. Zjawisko granicy lasu wiąże się bowiem z pojęciem szerokiego pasa, w którym zależnie od różnych czynników las podchodzi wyżej lub niżej. Faktyczną wartość posiadają przeto informacje, podające rozpiętość tego pasa, który w klimacie całego późnego glacjału był zapewne szerszy aniżeli w holocenie.

Położenie torfowiska na Grelu w szerokiej Kotlinie, w małym stopniu nadaje się do analizy tego zagadnienia. Niemniej możemy przyjąć, że w bezleśnym najstarszym dryasie Kotlina Nowotarska znalazła się w strefie klimatu bezleśnego, zimnego i kontynentalnego. Podczas fazy Bölling temperatura, zwłaszcza lata, podniosła się na tyle, że mógł tu rosnąć subarktyczny las, z górną granicą na wysokości ± 550 do 650 m. W starszym dryasie nastąpił nawrót bezleśnego klimatu arktycznego. W Allerödzie las wspiął się kilkaset metrów powyżej Kotliny. Szafer (1952) przyjmuje w optimum Allerödu granicę lasu w Tatrach na wysokości ± 1050 m. Regresja klimatu młodszego dryasu obniżyła znów las tak, że Kotlina Nowotarska z powrotem znalazła się w bliskim sąsiedztwie klimatycznej górnej granicy lasu, wahającej się wówczas od ±600 a 800 m n.p.m., a więc nieco wyżej niż w okresie Bölling.

W okolicy jeziora Bodeńskiego Lang umieścił granicę lasu w okresie

Bölling na wysokości 700 do 800 m; w Alleródzie na 900 do 1050 m, a w młodszym dryasie na 480 do 720 m. Lüdi na północnych stokach Alp przesunął las alleródzki do wysokości 1250 m, utrzymując, że lasy te mogły na tych wzniesieniach przetrwać w mniejszym zwarciu oziębienie młodszego dryasu. Welten przyjmował, że w Alleródzie pojedyncze sosny mogły wznieść się nawet do 1500 m n.p.m., obniżając swe kresowe stanowiska górne w młodszym dryasie do 1250 m. Zagwijn wytyczył dla Alp tyrolskich granicę lasu w młodszym dryasie pomiędzy ± 450 a 800 m.

Wysokie podejście pionowe lasów w Alleródzie było wywołane klimatem umiarkowanym, z temperaturami lipca obliczonymi dla podnóża Alp przez Langa na + 14° do + 14,5°C. Depresja temperatury w stosunku do dzisiejszej wynosiła zatem tylko 2°C do 2,5°C. Natomiast w młodszym dryasie podaje on spadek temperatury na 3,2°C do 5,5°C w stosunku do dzisiejszej. Dla Alleródu w Danii taką samą temperaturę lipca jak Lang podał Iversen (1954).

Opierając się na wypowiedziach przytoczonych autorów możemy dla Podhala przyjąć również średnią lipca w Alleródzie na około + 14,5° do + 15°C (obecna średnia wynosi + 17°C), zaś w młodszym dryasie około + 11,5°C do 13,5°C.

Instytut Botaniki PAN
Kraków, Lubicz 46

SUMMARY

The aim of this paper is to present the Late Glacial succession of the flora at the northern foothills of the Tatra Mountains. The method applied by the author was that of pollen analysis and partly also of macroscopic studies. The region investigated, the Nowy Targ Basin, is crossed by the river Czarny Dunajec which has its sources in the Western Tatras. In the western part of the valley lies the European watershed between the Baltic and the Black Sea. This watershed is covered with extensive *Sphagnum* bogs. One of them called "na Grelu" (600 m) situated about 30 km northwards of the Tatras and 3 km from the town Nowy Targ was investigated. After years of exploitation for fuel it now represents only a small patch covered with typical *Sphagnum* — bog vegetation with *Pinus silvestris* L., *Pinus montana* Mill. *Ledum palustre* L., *Oxycoccus quadripetalus* Gilib. etc. The peat bog originated on the IIIrd terrace included by Halicki (1930) to the last glaciation (Würm).

The material for the pollen analysis was collected from drillings carried out by means of Hiller's peat bore, as well as from outcrops.

The peat samples for analysis were prepared by applying Erdtman's (1943) acetolysis method, while for clays Knoxes (1943) floatation method was used. The determination of the successive phases of vegetation was based upon the classifications of Jessen (1935), Iversen (1942), and Firbas (1949). The classification of Nilsson (1935) and Szafer (1952) is given in brackets.

When this paper has already been accomplished it was received the measurement of the absolute dating (on the C^{14} method) of the sample of peat from the boundary betveen Alleröd and Younger Dryas. Measurements were taken in Danmarks Geologiske Undersøgelse owing to the kindness of Dr. Iversen by Mr. H. Tauber for which I express them my sincerest thanks.

Received date 8810 ± 200 is in good agreement with the dates from the classical European sites.

Because of the lack of pollen diagrams including the Late-Glacial in the Western Carpathians the stratigraphy was established by comparison with Lang's sub-alpine pollen diagrams (1952a, 1952b, 1954, 1955).

The pollen analysis and the analysis of macroscopic remains showed the following most interesting constituents:

Larix sp.: two fragments of needles and some pollen grains.

Pinus cembra: Haploxylon pollen type. The numbers given in the table page 113 represent the approximate and not the quantitative share of this species in the total amount of the *Pinus* pollen-grains.

Ephedra cf. *distachya:* the fourteen pollen grains found prove that at the decline of the Last Glaciation *Ephedra* cf. *distachya* occurred, but was next exterminated due to the spreading of forests.

Betula sp.: The size of grains varied from 15 μ to 36 μ. Those of 15 μ to 21 μ were considered as *Betula nana* in conformity with the indications by Jentys-Szaferowa (1927).

Hippophaë rhamnoides L.: The deposition of its pollen in the peat bog "na Grelu" indicates that this species grew in the Tatras during the Late-Glacial.

Armeria sp.: One pollen grain which may belong to *Armeria vulgaris* or *A. alpina* (Szafer 1945). These species do not now occur on the northern side of the Tatras.

Gramineae: Among the 3580 pollen grains found, twenty seven grains exceeded 45 μ in size. These most probably belonged to the polyploid wild grasses.

From the results of the pollen analysis the development of the vegetation in the Nowy Targ Basin in the Late-Glacial may be characterized as follows:

Phase Ia (XII, XIV) — The Oldest Dryas (samples 148 to 139). The

lowest series of samples represents a heterogenous vegetation. Besides *Ephedra* cf. *distachya, Hippophaë rhamnoides, Armeria* sp., *Artemisia* sp. and others, *Fagus silvatica* (3,5%), *Abies alba* (7,8%), *Corylus avellana* (5,8%), *Alnus, Quercus, Ulmus, Tilia* and *Carpinus* also occurred. This thermophilous pollen flora of trees is found here in the secondary deposit and has been brought with very small lumps of the older peat, probably of the Aurignacian age. For the optimum of the Aurignacian Interstadial, Środoń (1952) accepts *Pinus, Betula, Picea* and *Abies* besides traces of deciduous forests with *Alnus* and *Abies*. The occurrence of *Fagus* pollen remains an open question.

In connection with the investigations on the present forest limit in the polar regions, carried out by Aario (1943), and Welten's (1950), research upon the upper climatic forest limit in the Alps, we should accept that the Oldest Dryas in the Nowy Targ Basin was devoid of forests. The vegetation consisted probably of *Betula nana* and *Salix*. Large areas were covered with *Gramineae* and *Cyperaceae, Helianthemum, Thalictrum, Plantago* and some genera of the families *Cruciferae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae* and *Ranunculaceae*. There occurred also groups of xerothermic plants with *Artemisia, Sanguisorba minor* and *Ephedra* cf. *distachya*.

Phase Ib (XII, XIII) — Bölling (samples 139—136). The change of the sediment into more organic in structure, a rapid rise of the *Betula* curve, the fall of the NAP and the rise of the pollen frequency prove that, in the phase mentioned above, the climate became warmer and therefore more favourable to plants. Most probably there appeared besides *Betula* and *Pinus* also *Pinus cembra* and *Larix* sp. (although only four pollen grains of the latter have been found). The above vegetation of a park--tundra, with detached groups of the above mentioned trees, was interrupted by large patches of herbaceous vegetation.

Phase Ic (XII, XII) — Older Dryas (samples 136 to 131).

The deposits which were of mineral type at the bottom contain more and more of plant detritus, in their top parts. In this phase the highest NAP values appear owing to a dominating occurrence of the *Cyperaceae*. In its type the flora resembles that of the Phase Ia (XII, XIV).

Phase II (XI, XI) — Alleröd samples 131 to 115). This period begins with the deposition of a peat layer, abrupt fall of NAP, and a rise of the pollen frequency curve. At first only the values for pollen of *Betula* and *Pinus* rise, later on they are accompanied by those of *Picea* and by the continuous curves of *Alnus, Corylus, Tilia, Ulmus, Abies* and *Fagus*.

The development of the peat bog was rapidly interrupted (samples 127 to 122) by a layer of mineral sediment with a considerable admixture of small quartz grains. This change of sedimentation is reflected in the

picture of the pollen spectra as well as in the relation of AP to NAP. After a small depression, the pollen curves of trees above the layer of mineral clays returned to their previous values. Therefore, this disturbed layer in the diagram probably correlated with the change of the European watershed is of no importance. We know from the research of Romer (1930) and Halicki (1930) that the river Czarny Dunajec which was flowing westwards to the river Orava throughout the whole of the Pleistocene period, changed its course eastwards near the town Nowy Targ after having broken up the terrace at Kaniówka in the Late-Glacial. The change in the watershed might have caused the flooding of great areas in the Nowy Targ Basin and the spreading of Alpine vegetation on the fresh alluvial deposits which, however, was of a short duration.

On the basis of the pollen spectra we may assume that in the Alleröd period pine-birch forests with a small admixture of spruce occurred in this area first, and next came pine-spruce forests with birch and alder, and probably with fir and hazel. The low percentage of *Ulmus, Fagus* and *Tilia* prove that during their migrations from the refuge stations in the south, these trees reached the area adjacent to our territory. The warmer character of the Alleröd forests may be due to the greater distance from the head of the continental glacier and to the lack of stagnant lakes and boulders of dead ice, as well as to the absence of mountain glaciers in the Tatras descending as low as those in the Alps. In the vicinity of the relic stations of trees (inner arches of the Carpathians) in which the species in question were able to survive was especially favourable for a swift regeneration of the forests in this phase.

Phase III (X, X) — Younger Dryas (samples 116—100). This phase is sharply distinguishable from the preceding one by a rise in the NAP curve, a fall and gradual disappearance of the curve of *Picea, Alnus, Corylus* and *Abies* and other thermophilous trees. Only the curves of *Pinus* and *Betula* remain while at the top of this phase *Picea* dominates again.

Among the pollen grains of *Pinus* the *Haploxylon* type often occurred, which proves that *Pinus cembra* was at that time an important constituent of the forest cover beside *Larix,* whose two fragments of needles and pollen grains have been found in "na Grelu". The forest also included *Pinus montana,* the cones of which have been found by Środoń (1952) in "na Grelu" as well as in the Pieniny Mountains (Dziadowe Kąty) occurring there beside the macroscopic remains of *Pinus cembra, Larix* and *Juniperus.* Willows *(Salix)* were also abundantly represented (8 pieces of timber); the same may be said of birches (*Betula* sp.) of which 7 pieces of timber have been found. Leaves, nuts and fruit scales of *Betula nana*

have been found only in the top part of this phase. Fruits of *Thalictrum alpinum* and some mountain mosses *(Aulacomium palustre, Calliergon Richardsoni, Cal. sarmentosum, Camptothecium nitens, Chrysohypnum stellatum, Drepanocladus revolvens, Meesea triquetra, Thuidium lanatum)* have also been found. The occurrence of these plants points to a cool climate peculiar to the upper forest limit.

This climatic depression did not cause any conspicuous changes in the character of the sediment which in this phase consists of peat.

The upper forest limit in the Tatras formed a broad stripe in the Late-Glacial. On the whole it may be assumed that in the Bölling phase the Nowy Targ Basin was included in the upper forest limit,which at that time reached probably the altitude of 600 to 700 m. In Alleröd the forest ascended a few hundred metres above the valley. Szafer (1952) accepts that the forest in the Tatras reached at the best up to the altitude of about 1.050 m in the Alleröd. In the Younger Dryas our territory was again in close vicinity of the forest limit which at that time probably ran at the altitude of 600 to 800 m.

It is very difficult to base the reconstruction of the Late-Glacial climate upon pollen analysis. Use may be made of the calculations carried out by Lang (1952) for the northern foothills of the Alps. He assumed a depression of temperature of the warmest month in relation to the present times, and established 2—2,5°C. in the Alleröd and 3,2—5°C. in the Younger Dryas; the present mean temperature of July being 17° C. in the Nowy Targ Basin, we thus obtain the values of 14,5—15° C. for the Alleröd, and 12—13,8° C. for the Younger Dryas.

LITERATURA

Aario L., 1943, Über die Wald — und Klimaentwicklung an der Lappländischen Eismeerküste in Petsamo, Ann. Bot. Soc. Zool. Fenn. 19 (1): 1—158.

Bertsch K., 1941, Früchte und Samen. Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit, 246 pp. Stuttgart. Fer. Enke.

Brandt I., 1954, Late-glacial macroscopic plant remains from Böllingsö, Danmarks Geol. Unders. 2 (80): 156—158.

Donner J., 1951, Pollen-analytical studies of late-Glacial deposits in Finland, Bull. Comm. Géol. Finl. 24: 1—92.

Dyakowska J., 1947, Interglacjeł w Ściejowicach pod Krakowem, Starunia. 17: 1—14.

Dyakowska J., 1947, Interglacjał w Kątach koło Sromowiec Wyżnych (Pieniny), Starunia. 23: 1—18.

Erdtman G., 1943, An Introduction to Pollen Analysis, 239 pp. Chronica Botanica. Waltham, Mass.

Faegri K., and Iversen J., 1950, Text-book of modern pollen analysis, 168 pp. Copenhagen. Ejnar Munksgaard.

Firbas F., 1937, Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaus, Zeit. für Bot. 31: 447—478.

Firbas F., 1949, Spät und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, 480 pp. Jena. Gustav Fischer.

Firbas F., 1950, The late-glacial vegetation of Central Europe, New Phytol. 49: (2): 163—173.

Firbas F., 1950, Zum pollenanalytischen Nachweis des Getreidebaus im Federseegebiet, Bericht. d. Deut. Bot. Gesell. 63 (4): 113—114.

Firbas F., 1951, Die quartäre Vegetationsetwicklung zwischen den Alpen und der Nord-und Ostsee, Erdkunde. 5: 6—15.

Firbas F., 1954, Die Synchronisierung der mitteleuropäischen Pollendiagramme, Danmarks Geol. Unders. 2(80): 12—21.

Firbas F., Müller H., Münnich K. O., 1955, Das wahrscheinliche Alter der späteiszeitlichen „Bölling"-Klimaschwankung, Naturwis. 18: 509—510.

Florschütz F., 1951, De Flora van het Tubantien Tot het Laat-Glacial, Geologie en Mijnbouw. 9: 304—307.

Gams H., 1952, Récent progrès des études sur le tardiglaciaire, L'Anthropologie. 56 (3—4): 281—290.

Gams H., 1952, Das Meerträubl (Ephedra) und seine Ausbreitung in Europa, Jahrb. d. Vereins zum Schutze d. Alpenpflanzen und Tiere: 34—40.

Gams H., 1953, Fortschritte der Spätglazialforschung. Zeit. für Gletscher u. Glazial. 2 (2): 369—374.

Gross H. 1954, Das Alleröd-Interstadial als Leithorizont der letzten Vereisung in Europa und Amerika, Eisz. u. Geg. 4/5: 189—209.

Gross H., 1955, Weitere Beiträge zur Kenntnis des Spätglazials, Eisz. u. Geg. 6: 110—115.

Halicki B. 1930, Dyluwjalne zlodowacenie północnych stoków Tatr, Spraw. Pol. Inst. Geol. 5 (3—4): 375—534.

Hörmann H., 1929, Die pollenanalytische Unterscheidung von Pinus montana, P. silvestris und P. cembra, Österreich. Bot. Zeitschr. 78: 215—228.

Iversen J., 1954, The late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil, Denmarks Geol. Unders. 2 (80): 87—119.

Jentys-Szaferowa J., 1928, Budowa błon pyłków leszczyny, woskownicy i europejskich brzóz, oraz rozpoznawanie ich w stanie kopalnym, Rozpr. Wydz. matem.-przyr. 68. Ser. B. (5): 299—339.

Kanerwa R., 1956, Pollenanalytische Studien über die spätquartäre Wald — und Klimageschichte von Hyrynsalmi in No-Finnland, Annal. Acad. Scien. Fennic. Ser. A.: 1—108.

Klimaszewski M., 1948, Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym, Prace Wrocł. Tow. Nauk. Ser. B. 7: 1—235.

Klimaszewski M., Szafer Wł., Szafran B., Urbański J., 1950, Flora dryasowa w Krościenku nad Dunajcem, Biul. Państw. Inst. Geol. 24. Wydanie drugie: 1—86.

Knox K., 1942, The use of bromoform in the separation of non-calcareous microfossils, Science. 95.

Lang G., 1952a, Späteiszeitliche Pflanzenreste in Südwestdeutschland, Beitr. z. natur. Forsch. in Südwestdeut. 9 (2): 89—110.

Lang G., 1952b, Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands, Flora. 139: 243—294.

Lang G., 1954, Neue Untersuchungen über spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgechichte des Schwarzwaldes I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald, Beit. z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschland. 13 (1): 1—43.

Lang G., 1955, Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgechichte des Schwarzwaldes II. Das absolute Alter der Tannenzeit im Südschwarzwald, Beit. z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschland. 14 (1): 23—31.

Lemée G., 1956, Sur l'évolution de la végétation dans le massif du Cantal au tardiglaciaire et au postglaciaire, Bull. Soc. Bot. Franc. 103: 83—94.

Lüdi W., 1954, Die Vegetationsentwicklung seit dem Rückzug der Gletscher in den mittleren Alpen und ihrem nördlichen Vorland, Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich. 36—68.

Müller H., 1953, Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgechichte des mitteldeutschen Trockengebietes, Nova Acta Leopol. 16 (110): 1—67.

Müller P., 1950, Die pollenanalytische Untersuchungen in eiszeitlichen Ablagerungen bei Weiherbach (Kt. Luzern), Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich. 67—94.

Nilsson T., 1935, Die pollenanalytische Zonengliederung der spät-und postglazialen Bildungen Schoenes Geol. Fören. 57 (3): 387—595.

Nilsson T., 1948a, On the application of the Scanian post-glazialzone system to danish pollen-diagrams Kgl. Danske Videnск. Selskab. Biol. Skrifter. 5 (5): 1—53.

Nilsson T., 1948b, Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südskandinaviens, Medd. Lunds Geol. Mineral. Inst. 112: 1—79.

Overbeck T., 1947, Ein spätglaziales Profil von Huxfeld bei Bremen, Planta, 37: 376—398.

Pop E., 1945, Cercetări privitoare la pădurile diluviale din Transilviania. Biul. Grad. Bot. si al Muz. Bot. d. Univ. Cluj. 25: 1—92.

Romer E., 1930, Tatrzańska epoka lodowa, Prace Geograf. 9: 1—186.

Sandegren R., 1943, Hippophaë rhamnoides L. Sverige under senkvartär, Tid. Sven. Bot. Tidsk. 37 (1): 1—26.

Schmitz H., 1955, Was wissen wir von der Klimaentwicklung seit letzten Eiszeit, Die Umschau in Wissen. u. Techn. 1—22.

Schütrumpf R., 1955, Das Spätglazial, Eisz. u. Geg. 6: 41—51.

Szafer Wł., 1945, Kopalna Armeria w plejstocenie europejskim ze szczególnym uwzględnieniem plejstocenu w Polsce, Starunia. 8: 1—31.

Szafer Wł. 1946, Zarys historii rozwoju flory Holarktydy, Pol. Tow. Geol. Roczn. 16: 179—242.

Szafer Wł., 1948, Późny glacjał w Roztokach pod Jasłem, Starunia 26: 1—28.

Szafer Wł., 1949, Arktyda i Antarktyda, Czas. Geogr. 20 (1—4): 1—30.

Szafer Wł. 1952, Schyłek plejstocenu w Polsce, Biul. Państw. Tow. Geol. 65: 33—73.

Szafer Wł., 1953, Stratygrafia plejstocenu w Polsce na podstawie florystycznej, Roczn. Pol. Tow. Geol. 22 (1): 1—99.

Szafer Wł., 1954, Niektóre problemy schyłku plejstocenu, Kosmos. 4: 373—380.

Szafer Wł., 1954, Czwartorzęd w nowym ujęciu, P.A.N. Nauka Polska 1 (3): 36—51.

Szafer Wł., Jaroń B., 1935, Plejstoceńskie jezioro pod Jasłem, Starunia 8: 1—20.

Szafran B., 1952, Mchy plejstoceńskie Polski i sąsiednich obszarów wschodnich, Biul. Państw. Tow. Geol. 68 (4): 5—38.

Środoń A., 1952, Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach, Biul. Państw. Tow. Geol. 67 (3) 27—75.

Środoń A., 1952, Późno-glacjalna flora z Dziadowych Kątów koło Grywałdu, Biul. Państw. Tow. Geol. 67 (3): 77—97.

Straka H., 1952, Zur spätquartären Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel, Arb. z. Rhein. Landeskunde. 1: 1—116.

Straka H., 1954, Pollenanalytische Datierung zweier Vulkanausbrüche bei Strohn (Eifel), Planta 43: 461—473.

Terasmäe I., 1951, On the Pollen Morphology of *Betula nana*, Svensk. Bot. Tidskr. 45: 358—361.

Thomson P., 1956, Beitrag zur Kenntnis arktischer Sedimente, Eisz. u. Geg. 7: 176—178.

Welten M., 1950, Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel. 48—57.

Welten M., 1955, Pollenanalytische Untersuchung von Bodenprofilen historische Entwicklung des Bodens und Säkulare Sukzession der örtliche Pflanzengesellschaften Verhandlungen d. Schweiz. Natur. d. Gesel.

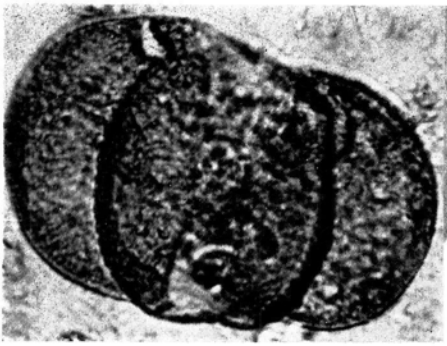
Zagwijn W. H., 1952, Pollenanalytische Untersuchung einer spätglazialen Seeablagerung aus Tirol, Geologie en Mijnbouw. Nw. Ser. 7: 235—239.

Zalewska Z., 1955, Rokitnik (*Hippophaë rhamnoides* L.), Roczn. Sek. Dendr. Pol. Tow. Bot. 10: 353—376.

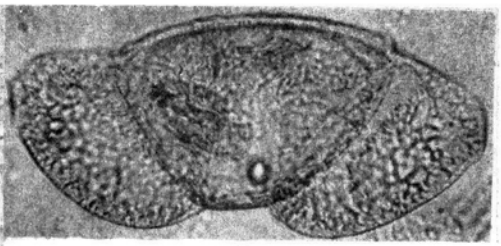
TABLICA I — TABLE I

1—2 ***Pinus cf. cembra.*** Ziarna pyłku. 680 ×; **3—4.** *Hippophaë rhamnoides* L. Ziarna **pyłku. 930** ×; **5.** ***Larix sp.*** Ziarno pyłku. 900 ×; **6.** ***Gentiana sp.***. Ziarno pyłku. **770** ×; **7—8.** ***Polemonium coeruleum*** L. Ziarna pyłku. **730** i **1380** ×; **9—10.** ***Ephedra*** cf. ***distachya.*** Ziarna pyłku, 1000 ×; 11—12. *Saxifraga* sp. Ziarna pyłku, **1000** ×

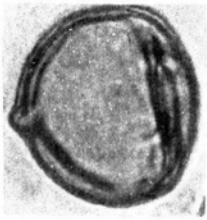
TABLICA I — TABLE I



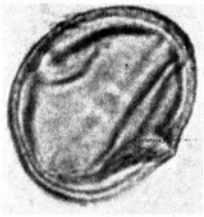
1



2

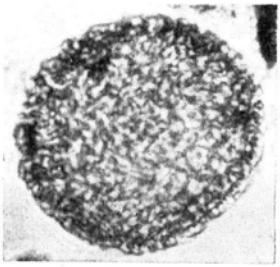


3

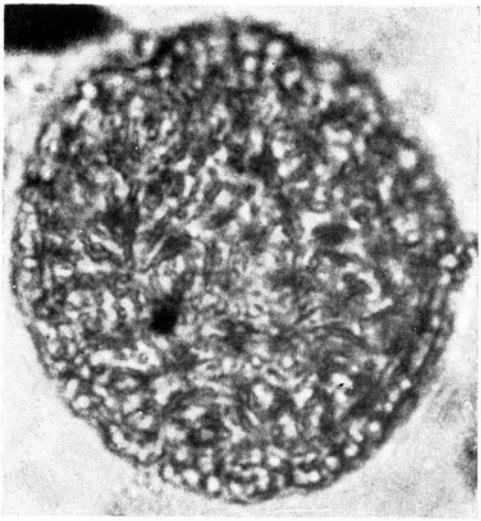


4

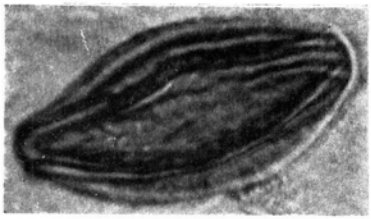
6



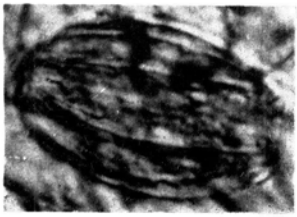
7



8



9



10

11

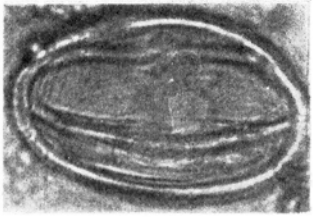
12

TABLICA II — TABLE II

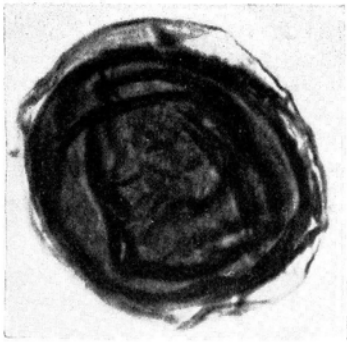
1—2 *Rosaceae*. Ziarna pyłku. 1300 ×; 3—4. *Equisetum* sp. Ziarna pyłku. 950 ×; 5. *Armeria* sp. Ziarno pyłku. 660 ×; 6. *Polygonum* cf. *bistorta* L. Ziarno pyłku 950 ×; 7. *Pleurospermum austriacum* L. Hoffm. Ziarno pyłku, 1700 ×; 8. *Sanguisorba officinalis* L. Ziarno pyłku. 900 ×; 9. *Comarum palustre* L. Ziarno pyłku 1000 ×; 10. *Helianthemum* sp. Ziarno pyłku. 1300 ×

TABLICA II — TABLE II

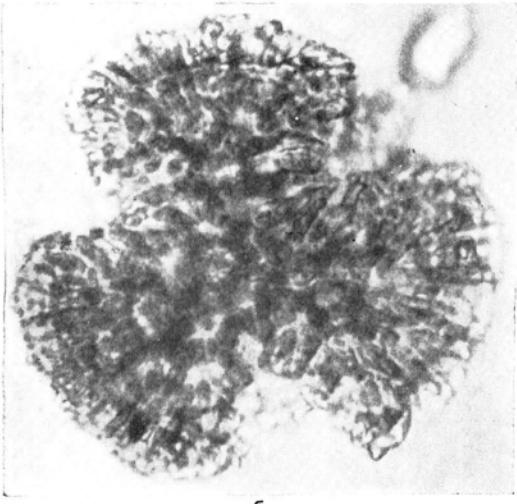
1



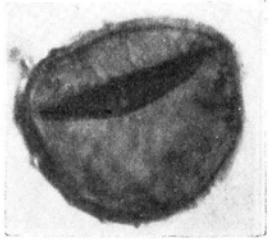
2



3

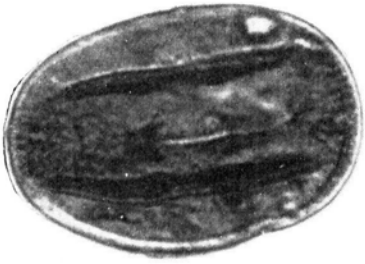


5



4

7



6

10

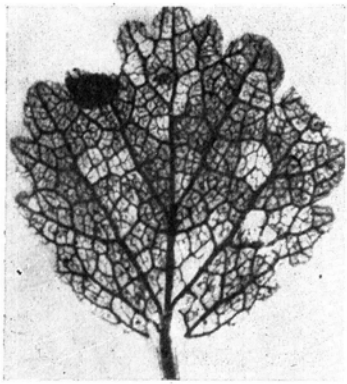
8

9

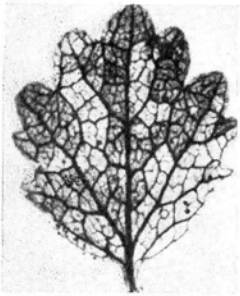
TABLICA III — TABLE III

1—2. *Betula nana* L. Liście. 8 i 6 ×; 3. *Betula nana* L. Łuska owocowa. 13 ×; 4—6. *Betula nana* L. Orzeszki. 13 ×; 7. *Picea excelsa* (Lam.) Lk. Nasienie. 20 ×; 8. *Thalictrum alpinum* L. Owocek. 13 ×; 9—10. *Rubus* sp. Owocki. 12 ×; 11—12. *Cirsium* sp. Achenia. 11 ×; 13—14. *Carex rostrata* Stokes. Pęcherzyki. 10 ×; 15. *Setaria glauca* (L.). Ziarniak. 9 ×; 16. *Menyanthes trifoliata* L. Nasienie. 5 ×

TABLICA III — TABLE III



1



2

3

7

4

5

6

8

9

10

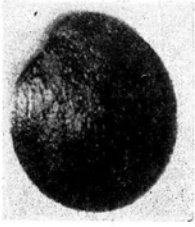
11

12

13

14

15



16