Acta Societatis Botanicorum Poloniae.
Vol. V. Nr. 3. 1928.

Z badań nad wysokogórskiemi torfowiskami Czarnohory.

(Pollenanalytische Untersuchungen über einige hochgelegene Torfmoore in Czarnohora).

Napisał
STANISŁAW TOŁPA.

Wstęp.

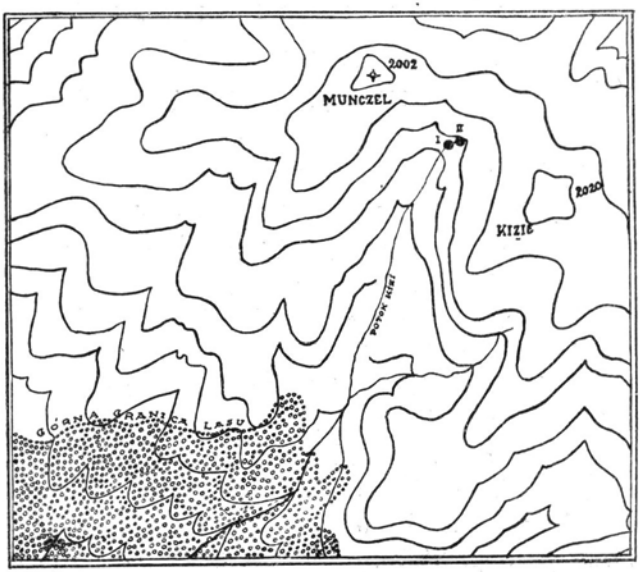
Materjał do pracy niniejszej zebrałem podczas wycieczki fytosocjologicznej na Czarną Horę, urządzonej przez Instytut Systematyki i Morfologji roślin U. J. K. pod przewodnictwem prof. Kulczyńskiego. Wycieczka, odbyta w sierpniu 1927 r., była subwencjonowana przez Ministerstwo WR i OP za pośrednictwem Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademji Umiejętności. Podczas wycieczki zrobiono kilka wierceń w dwu torfowiskach wysokogórskich. Są to pierwsze zbadane torfowiska na obszarze Karpat Wschodnich. Analizę pyłkową prowadziłem pod kierunkiem prof. Kulczyńskiego, korzystając z Jego życzliwie udzielanej mi pomocy, szczególnie gdy chodziło o opracowanie metody, któraby ujmowała wyniki jasno.

Położenie i obszar torfowisk.

Opracowane torfowiska Czarnohory leżą w pasie Kizie-Ułohy (patrz mapkę, ryć. 10). Posuwając się w górę, w kierunku południowo-zachodnim od wsi Bystrzca, spotykamy wysoko ponad górną granicą lasu, w dolinie potoku Kizi dwa kotły lodowcowe [1]). Od strony

[1]) Kotły Czarnohorskie uważa się za wytwór lodowców, a wały zamykające ich ujścia za moreny czołowe. (E. Tietze: Beiträge zur Geologie von Galizien. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt. Band XXXVI, 1886). Zapałowicz nie podziela tego zdania. Według niego tylko najwyższe szczyty Czarnohory mogły ulec zlodowaceniu, w niższych pasmach nie było poprostu miejsca na lodowiec. Patrz: Zapałowicz: Geolog. Skizze des östl. Theiles der Pokutisch-Marmaroscher Grenzkarpathen. — Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt XXXVI (1886).

wschodniej otaczają je Munczel i Kedrowaty, od zachodniej Kizie i Kizie-Ułohy. Jeden kocioł, leżący niżej na wysokości 1760 m, jest zamknięty z przodu moreną lodowcową; drugi, znajdujący się bezpośrednio nad dolnym (1798 m), oddzielony od poprzedniego wysokim progiem skalnym. Wysokość pierwszego kotła od górnej granicy lasów wynosi 395 m, ściana, oddzielająca kocioł górny, wysoka jest na 38 m; kocioł górny oddalony jest od szczytu Kizi o 222 m. Mamy tu do czynienia najprawdopodobniej z dawnemi jeziorami górskiemi, które, wypełnione częściowo osadem jeziornym, zaczęły powoli zarastać torfem. Oba torfowiska posiadają niejednakową głębokość.



Ryć. 10. Położenie torfowisk (I, II) w dolinie Kizie-Ułohy. Skala 1 : 50.000. Warstwice są poprowadzone co 100 m. (Die Lage der beiden Moore [I, II]).

Profil dolnego nie przekracza 775 cm; górne jest stosunkowo płytkie, bo dochodzi tylko do 250 cm. Średnica kotła dolnego nie przekracza 400 m, górnego zaś 200 m. W górnem dokonałem czterech wierceń (I wiercenie doprowadziłem do 250 cm, II 225 cm, III i IV 200 cm); w dolnem torfowisku pięć wierceń (I wiercenie 775 cm, II 775 cm, III 625 cm, IV i V 475 cm). Największą głębokość, jak można było zgóry przewidzieć, wykazują torfowiska w środku. Na dowód, że najprawdopodobniej mamy tu do czynienia z torfowiskami, które powstały na miejscu dawnych jezior, podaję stratygrafję jednego z nich (ryć 11). Torfowisko górne zachowuje się pod tym względem

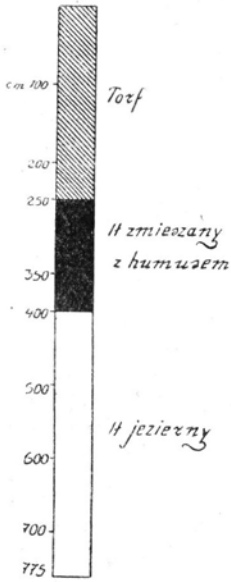
podobnie, z tą tylko różnicą, że warstwa iłu na dnie nie przekracza grubości 15 cm, warstwa środkowa gruba na 75 cm, sama zaś warstwa torfu wynosi zaledwie 160 cm.

Flora leśna w obrębie torfowiska i w dalszym promieniu.

Ogólny zasiąg roślin na Czarnohorze, wyższy niż w innych częściach Karpat, odpowiada w pierwszym rzędzie szeroko rozpiętemu masywowi górskiemu Czarnohory. Szeroko zatoczone czuby i połogie grzbiety tego pasma ułatwiają drzewom wędrówkę w kierunku pionowym. Nie wszystkie gatunki drzew wkraczają w głąb gór. Jedne kończą swój zasiąg już na podgórzu Karpat; inne wchodzą na góry i dopiero zatrzymują się na pewnej wysokości. Przytoczę ważniejsze.

Quercus robur tworzy dopiero koło Łysca (300 m), Bohorodczan (340 m), Staruni i Nadwórnej (około 50 km od grzbietu Czarnohory) charakterystyczne rozległe zarośla, pomieszane poczęści z leszczyną i brzeziną [1]). W samych górach go brak.

Corylus avellana, w głębi gór nie tworząca nigdzie samoistnych zarośli, występuje jednak powszechnie na stokach gór w towarzystwie innych krzewów, jak *Salix silesiaca, Populus tremula, Alnus incana* itd. Pod Bystrzcem osiąga wysokość 725 m. *Tilia ulmifolia* jest w głębi gór rzadka, spotykana zwykle jako samotne drzewo koło zagród. Najwyżej występuje w Żabie-Ilcia na stoku koło zagrody i powyżej ujścia Dzembronji na stoku po lewym brzegu Czeremoszu jako dziko rosnący krzew w zaroślach 745 m.



Ryć. 11. Profil torfowiska dolnego. (Das Profil des unteren Moores).

Ulmus montana pojawia się jako drzewo w towarzystwie buka w rozprószonych stanowiskach; nierzadko jako krzew w zaroślach liściastych brzegiem lasów. Spotykany w dolinie Czeremoszu Czarnego po ujście Szybenego na stoku 925 m.

Betula verrucosa mniej więcej w całem paśmie Karpat w niższej dziedzinie lasów rozpowszechniona, tworząca u podnóża Karpat rozległe zarośla z dębem i leszczyną na czele. Spotkana na lewym brzegu Kizi na łące mszysto-moczarowatej 1045 m.

---

[1]) Dane dotyczące rozsiedlenia drzew w Karpatach Wschodnich podaję podług Zapałowicza. Sprawozd. Komisji Fizjograf. XXIV (1889).

Alnus glutinosa zmieszana na przedgórzu z *Alnus incana*, wieńczy brzegi potoków i ocienia moczary. Ta ostatnia wchodzi w głąb gór potokami i swojem rozmieszczeniem odpowiada sieci rzek i główniejszych potoków. Nad Bystrzcem dochodzi do wysokości 935 m; Kizią 1015 m.

Carpinus betulus tworzący na przedgórzu miejscami lasy (koło Nadwórnej 500 m), w pasie wyższym żyje rozprószony jako samotne drzewo koło dróg i chat.

Najwięcej jednak obchodzą nas stosunki panujące w asocjacjach leśnych w obrębie pasa Kizie-Ułohy, bo tam znajdują się torfowiska objęte badaniem. Charakterystyka tego obszaru będzie zasadniczo również wiernem odbiciem stosunków flory leśnej na całym obszarze Czarnohory. Różnice wystąpią jedynie w mniejszem lub większem posunięciu się pewnych elementów w kierunku poziomym. Rozpatrzmy formacje leśne u podnóża gór, czyli tak zwany regiel dolny. Przedstawia nam on typ lasu mieszanego liściasto-szpilkowego z takiemi elementami jak *Fagus silvatica*, *Picea*, *Abies pectinata*. Buk, tworzący na przedgórzu Karpat rozległe lasy, rywalizuje na obszarze regla dolnego ze świerkiem. W głębi gór tu i ówdzie na mniejszych przestrzeniach przeważa nad świerkiem albo z nim się równoważy, jednak. ogólnie biorąc, daje się zauważyć jego ubytek w kierunku pionowym. Zboczami gór wchodzi nieraz bardzo wysoko.. Zasiąg jego w pasie Kizie-Ułohy dochodzi do wysokości 1170 m. Na sąsiednim stoku wchodzi jeszcze wyżej, bo aż do 1225 m. Znane są również jego stanowiska z wysokości 1295 m, na wschodnim grzbiecie Skorusznego. Na stronie południowej sięga jeszcze wyżej, bo w granicach od 1300—1452 m, tworząc jeszcze na takich wysokościach lasy. Razem z *Fagus silvatica* występuje *Abies pectinata*. Na przedgórzu tu i ówdzie tworząca lasy, w górach mniej lub więcej rozproszona. Jako drzewo sięga pod Gadżyną do wysokości 1200 m, pod Kizie-Ułohy do 1120 m. Rola jodły w zespole dolno-reglowym Czarnohory jest bez porównania mniejsza niż np. w Beskidzie zachodnim, gdzie stanowi tło lasów w niższej ich dziedzinie. Wobec schodzącego z góry świerka jest dziś jodła w lasach dolno-reglowych Czarnohory elementem liczbowo małym. Do jej zmniejszenia przyczynił się w pierwszym rzędzie wyrąb.

Przechodzimy teraz do regla górnego. Buduje go *Picea excelsa* z rozrzuconemi tu i ówdzie okazami *Sorbus aucuparia* i *Sorbus glabrata*. Między świerki w górne partje regla górnego wchodzi *Pinus cembra*. W dość licznych okazach występuje na Gadżynie (1335 m) i w głębokim żlebie Kizie-Ułohy (1390 m). Ludność miejscowa pa-

mięta dokładnie duży las limbowy w wyżej wspomnianym żlebie, który uległ wyniszczeniu. Zachowane okazy limby starają się z powrotem objąć w posiadanie utracony teren, rywalizując skutecznie ze świerkiem, który w pasie limbowym naogół marnie wegetuje.

Dość często górną granicę lasów na Czarnohorze stanowi buk. Występuje to szczególniej po południowej stronie. Na całej wielkiej przestrzeni, obejmującej od zachodu stoki Gór Świdowskich, na wschód aż po linję potoku Bogdanu tworzy on tu z małemi wyjątkami prawie wszędzie górną granicę, stojąc sam na straży państwa leśnego. Górna granica lasów, złożonych z buka, przypada dalej po prawym brzegu Cisy Cz.: w dolinie Trostienca Wielkiego 1320—1430 m, w dolinie Kwasieńki 1310 m, nad zachodniem ramieniem potoku Bogdanu pod połoniną Rohonieską 1200—1500 m. Świerk, który na całej przestrzeni gdzieniegdzie tylko obficiej się pojawia, ustępuje jednak wszędzie pierwszeństwa bukowi, tworzy atoli tu i ówdzie wąskie smugi bądź to na dnie dolin, bądź na górnej granicy, wieńcząc lasy bukowe mniej lub więcej wąskim rąbkiem. Od powyższej głównej strefy lasów bukowych odgałęziają się jeszcze strefy drugorzędne, w których buk obficie rośnie, a nawet miejscami tworzy szmaty samoistnych lasów. Uderza przytem ta okoliczność, że strefy te ciągną się w większych wysokościach, t. j. przez średnią i górną dziedzinę lasów świerkowych. Jedna z tych stref biegnie zachodnim i północnym stokiem Szesy (900—1200 m) i zanika wnet ku wschodowi. Druga zaś ciągnie się popod Bliźnicę, Stik, po kotlinę Kraczunieską. W tej właśnie strefie buk jest jeszcze bardzo obfity, sięgając gdzieniegdzie po górną granicę państwa leśnego, a mianowicie: pod Bliźnicą (Świdowa), tu poczęści ze świerkiem pomieszany (1305—1350 m), dalej na północ (ku Stikowi) 1345 m, na północnym skłonie Stika 1320 m, podczas gdy zresztą na tej przestrzeni na przemian świerk górną stanowi granicę [1]).

Wznosząc się powyżej górnej granicy lasów w obrębie Kizie-Ułohy, wkraczamy w pas kosodrzewiny *(Pinus mughus)*. Strefa jej najobfitszego rozmieszczenia przypada mniej więcej między 1450—1550 m, a 1800 m. Potężnemi klinami schodzi niejednokrotnie nadół, w obszar lasów. Ponad zielonem tłem zbitych gąszczy kosodrzewiny sterczą czuby *Pinus cembra*. W krainie kosodrzewu dzieli panowanie *Pinus mughus* z *Alnus viridis*, jedynym większym krzewem liściastym, który w krainie kosodrzewu się pojawia. Tworzy on tutaj często zarośla i gąszcze, pokrywające mniejszemi lub większemi płatami strome skały

---

[1]) Zapałowicz: Sprawozd. Komisji Fizjogr. Tom XXIV, 1889 r.

i spadziste zbocza gór. Wciska się niekiedy między lasy głębokiemi żlebami potoków, zajmując ich strome ściany. Najobficiej pojawia się między 1300—1700 m na północnej stronie Czarnohory, na południowej zagęszcza się jeszcze niżej. Kończący się pas kosodrzewiny posiada jeszcze w swoim zespole osobniki *Pinus cembra* i *Picea excelsa*. Ten ostatni gatunek drzewa wciska się dolinami potoków na znaczne nieraz wysokości, występując tam jako drzewo skarłowaciałe i nie owocujące, tworząc bardzo charakterystyczne „chorągiewki". Wyżej otwiera się pas połonin i wreszcie strefa grani.

Metoda.

Próbki torfu brałem co 25 cm. Po wygotowaniu go w ługu potasowym przeglądnąłem z każdego poziomu 15 preparatów, obliczając w nich całą zawartość pyłków. Wielkie trudności wyłoniły się w związku z wyróżnieniem pyłków *Pinus silvestris*, *P. mughus* i *P. cembra*. Można bowiem było spodziewać się na obszarze Czarnohory sosny zwyczajnej, bo ona występuje w niższych położeniach Karpat Wschodnich. Koło Mikuliczyna (580 m) tworzy lasek, w Tartarowie na południ.-zach., kamienistych stokach gór Liszniowskich pojawia się wśród lasów brzozowych obficie, sięgając mniej więcej po 800—900 m. Koło Worochty spotykana w kilku okazach. Dalej już nigdzie nie widziana. Początkowo starałem się wyróżnić te trzy gatunki morfologicznie. Pyłki jednak rodzaju *Pinus* są zewnętrznie bardzo do siebie podobne. Za kryterjum do wyróżnienia przyjąłem wkońcu wielkość pyłku mierzoną wzdłuż jego najdłuższej osi. Materjał pyłkowy, użyty do pomiarów celem wyróżnienia trzech gatunków sosny, brany był dla limby i kosówki z zielnika, dla sosny zaś zwyczajnej z wierzchnich warstw torfowiska w Janowie, na Roztoczu, z Howiłowa (Podole) i z Biłohorszczy (pod Lwowem). Wartości modalne dla limby wypadły w granicach od 80·32—82·70 μ; dla kosówki od 69·61—71·99 μ; dla sosny zwyczajnej od 58·9—61·28 μ [1]).

---

[1]) Wielkości pyłków, wykreślone dla trzech gatunków *Pinus*, przedstawiają się graficznie jako krzywe dwuszczytowe. Przytem te dwa szczyty mają się tak do siebie, jak 1 : ½. *Pinus silvestris* wykazuje główną wartość modalną w klasie odpowiadającej jej wielkościom modalnym (58·9—61·28 μ) i drugorzędną wartość modalną w klasie (69·61—71·99 μ) odpowiadającej kosówce. Kosówka znowu ma główną wartość modalną w obrębie swoich wielkości modalnych (69·61—71·99) i drugorzędną w klasie sosny (58·9—61·28). Główna wartość limby przypada na klasę (80·32—82·70), drugorzędna na klasę odpowiadającą wielkościom modalnym kosówki (69·61—71·99). Należy zatem stosunek ilości pyłków sosny do kosówki i limby obliczać na podstawie następujących wzorów. Jeśli założymy, że x jest ilością pyłków

Późniejsze badania wykazały, że wartości modalne nie przedstawiają kryterjum całkiem bezwzględnego. *Pinus silvestris*, zmierzona ze swych stanowisk w Siedmiogrodzie [1]), pokrywa się pod względem wielkości z *Pinus mughus*, zaś *Pinus austriaca* z *Pinus cembra*. O ile zachodziłaby wątpliwość rozstrzygnięcia, czy mamy do czynienia z *Pinus austriaca* czy *Pinus cembra*, trzeba się zgodzić na tę ostatnią, bo ona dziś występuje na terenach sąsiadujących z torfowiskiem. Dla *Pinus silvestris* otrzymałem wartości modalne w granicach tak nizkich, że z dużem prawdopodobieństwem można przypuszczać, że w materjale badanym mamy rzeczywiście do czynienia z *Pinus silvestris*.

Wyniki analizy pyłkowej zestawiłem w czterech tabelach. Tabele I i III powstały w ten sposób, że podałem dla kolejnych poziomów poszczególne gatunki pyłków znalezione w dolnem, względnie w górnem torfowisku. Tabele II i IV przedstawiają te same liczby w ujęciu procentowem. Zmiany we florze leśnej, dające się odczytać z tabeli I i III, są prawie że identyczne z temi, którym wyraz dają tabele II i IV. Interpretacja tego materjału liczbowego nie jest jednak rzeczą łatwą. Obydwa zestawienia bowiem zniekształcone są przez trudne do wyeliminowania błędy. W tabelach I i III opieramy się na ilościach pyłków skonstatowanych w równej ilości preparatów mikroskopowych (75). Ilości te zależą jednakże od wielkości próbki mikroskopowej, wziętej do badania. W związku z tem wahania liczb w kolumnach pionowych tabeli I i III mogą być częściowo wywołane przez oparcie obliczeń pyłkowych na próbkach, które nie są ściśle ze sobą porównywalne. Błąd ten staramy się częściowo usunąć, opierając obliczenia pyłków w poszczególnych poziomach torfu na dostatecznie dużej ilości preparatów (75). Błąd powyższy można usunąć łatwo, biorąc za podstawę dyskusji nie liczby bezpośrednie, ale wartości stosunkowe. Tą drogą usuwamy błąd wynikający z nieporównywalności próbek torfowych, wziętych do obliczeń. Jednakże obliczenia procentowe sprowadzają ze sobą inne zniekształcenia wyników analizy,

---

należących do głównych wartości modalnych sosny, zaś y do głównych wartości modalnych kosówki, z do głównych wartości modalnych limby a ich wielkości modalne będą wyrażone przez a (sosna), b (kosówka), c (limba), to

$$x + \frac{y}{2} = a,\ y + \frac{x}{2} + \frac{z}{2} = b,\ z = c,\ y = \frac{4b - 2c - 2a}{3},\ x = \frac{4a - 2b + c}{3},\ z = c.$$

Budując diagramat spektralny oparty na cyfrach bezpośrednich i procentowych, użyłem powyższych wzorów. Wzory powyższe należy uważać za tymczasowe, gdyż dokładne opracowanie gatunków rodzaju *Pinus* są dopiero w toku.

[1]) *Pinus silvestris* z Siedmiogrodu i *Pinus austriaca* badał p. Włodz. Tymrakiewicz.

Tabela I.

Torfowisko dolne (cyfry bezwzględne).

cm	Picea	Corylus	Quercus	Tilia	Ulmus	Carpinus betulus	Salix	Betula	Abies	Fagus	Alnus	Pinus
5	587	—	—	—	—	—	—	—	37	102	35	329
25	1173	1	2	2	—	26	14	3	327	566	54	330
50	1488	3	4	3	—	61	6	2	1095	1030	60	299
75	1666	3	2	6	—	46	6	1	377	894	78	309
100	2057	3	8	13	1	102	14	1	142	1210	123	348
125	1934	4	6	14	1	135	15	1	49	1328	138	344
150	2181	5	4	17	2	175	24	1	62	696	80	380
175	2692	16	16	22	—	157	11	1	7	279	122	215
200	2587	50	10	22	1	218	19	1	18	248	152	278
225	2270	72	39	17	3	127	18	—	10	69	193	244
250	2027	126	50	27	3	81	26	3	2	18	99	211
275	2417	306	59	61	10	16	28	2	3	12	252	240
300	1792	440	54	79	4	31	27	3	1	8	220	206
325	2310	611	72	76	11	13	31	3	1	5	185	287
350	2030	691	104	69	6	10	22	3	—	10	215	288
375	1730	763	128	60	15	3	33	1	—	4	153	290
400	2752	876	137	84	18	2	43	1	1	15	130	423
425	2347	734	151	73	10	33	32	1	—	4	144	450
450	2095	804	122	54	5	—	15	1	—	10	104	349
475	2084	1098	184	90	9	—	42	1	1	11	126	415
500	1995	628	154	69	16	—	44	1	—	5	91	429
525	1147	731	121	31	4	—	31	—	—	2	55	250
550	1127	627	42	58	7	—	52	3	—	—	155	315
575	1475	1190	91	50	12	—	33	—	—	—	50	417
600	1785	1138	108	66	—	—	22	3	—	—	47	688
625	1725	196	95	72	3	—	32	3	—	—	23	920
650	954	108	52	44	1	—	40	3	—	—	14	662
675	734	—	—	—	—	—	36	62	—	—	24	1350
700	363	—	—	—	—	—	50	80	—	—	20	1496
725	38	—	—	—	—	—	38	9	—	—	4	191
750	41	—	—	—	—	—	38	8	—	—	7	191
775	38	—	—	—	—	—	31	9	—	—	—	378

Tabela III.

Torfowisko górne (cyfry bezwzględne).

cm	Picea	Corylus	Quercus	Tilia	Ulmus	Carpinus betulus	Salix	Betula	Abies	Fagus	Alnus	Pinus
5	524	—	—	—	—	—	—	—	72	142	27	115
25	1032	5	—	3	—	19	4	—	492	1142	73	217
50	1508	4	—	9	—	41	6	1	108	1039	89	173
75	1244	25	1	22	—	10	23	—	8	217	79	169
100	1499	71	—	18	1	12	—	—	4	103	84	145
125	1659	143	4	28	—	10	2	—	6	39	78	174
150	1194	194	6	19	2	18	3	1	2	55	41	180
175	811	489	3	25	4	2	6	2	1	14	69	169
200	919	364	2	23	3	—	7	—	2	4	44	161
225	518	132	1	27	3	—	9	—	—	15	19	187
250	150	15	—	6	—	—	5	—	1	5	2	169

Tabela II.

Torfowisko dolne (%).

cm	Picea	Corylus	Quercus	Tilia	Ulmus	Carpinus betulus	Salix	Betula	Abies	Fagus	Alnus	Pinus
5	52·83	—	—	—	—	—	—	—	3·60	9·38	3·15	29·90
25	46·92	0·040	0·08	0·08	—	1·04	0·56	0·12	13·08	22·60	2·16	15·20
50	36·22	0.069	0·092	0·069	—	1·40	0·93	0·046	26·18	24·69	2·30	7·87
75	49·30	0·087	0·050	0·17	—	1·33	0·17	0·02	10 90	25·90	2·96	8·96
100	49·56	0·070	0·19	0·30	—	2·44	0·93	0·02	3·60	29 00	2·95	8 95
125	58·68	0·080	0·12	0·28	—	2·70	0·30	0·02	0·98	26·50	0·27	6·88
150	59·98	0·18	0·10	0 45	0·054	4·72	0·64	0·027	1·67	18·79	0·20	12·26
175	75·67	0·44	0·44	0·61	—	4·39	0 056	0·028	0·19	7·80	3·40	6·00
200	70·43	1·40	0·28	0·60	0·028	5·30	0·53	0·028	0·55	7·68	4·71	8·60
225	71·97	2·43	1·3	0·62	0·09	3·98	0·85	—	0·30	2·93	5·98	7·96
250	74·99	4·66	1·85	0·99	0·11	2·99	0·99	0·11	0·04	0·66	3 66	7·80
275	70·59	8·87	1·70	1·76	0·29	0·46	0·81	0 05	0·087	0·34	7·80	6·96
300	61·92	15·96	1·83	2·68	0·13	1·55	0·90	0·01	0·034	0·27	7·88	7·00
325	62·37	16·49	1·94	2 05	0·29	0·35	0·83	0·08	0·027	0·13	4·99	7 74
350	58·87	20·00	3·00	2·00	0·17	0·29	0·65	0·097	—	0·29	6·23	8·35
375	53·63	23·65	3·96	1·96	0·56	0·09	1·023	0·031	—	0·12	4·94	8·99
400	55·00	17·52	2·74	1·68	0·36	0·04	0·86	0·02	0·02	0·30	2·60	8·64
425	58·67	18·45	3·77	1·82	0·25	0·82	0·80	0·025	—	0·10	3·60	11·25
450	58·66	22·50	3·40	1·50	0·14	—	0·42	0·028	0·28	0·28	2·90	9 77
475	50·80	26·65	4·69	2·66	0·246	—	1·50	0·024	0·024	0·26	3·024	9 96
500	57·85	18·20	4·46	2·00	0·464	—	1 27	0·029	—	0·145	2·63	12·40
525	48·17	30·70	5·00	1·30	0·16	—	1·30	—	—	0·084	2·31	10·50
550	45·79	25·70	1·72	2·37	0·28	—	2·13	0·12	—	—	6·35	12·90
575	44·25	35·70	2·73	1·50	0·36	—	0·99	—	—	—	1·50	12·50
600	46·23	29·47	2·79	1·70	—	—	0·56	0 077	—	—	1·21	17·81
625	56·20	6·27	3·04	2·30	0·096	—	1·02	0·09	—	—	0 73	29·94
650	50·56	5·72	2·75	2·33	0·053	—	2·12	0·159	—	—	0·74	35·086
675	33·13	—	—	—	—	—	1·62	2·79	—	—	1·08	60·75
700	17·98	—	—	—	—	—	2·65	3·92	—	—	0·98	73·50
725	13·56	—	—	—	—	—	13·56	3·21	—	—	1·42	68·18
750	14·35	—	—	—	—	—	13·30	2·80	—	—	2·45	66·85
775	8·34	—	—	—	—	—	6·81	1·95	—	—	—	82·02

Tabela IV.

Torfowisko górne (%).

Cm	Picea	Corylus	Quercus	Tilia	Ulmus	Carpinus betulus	Salix	Betula	Abies	Fagus	Alnus	Pinus
5	59·2	—	—	—	—	—	—	—	8·13	16·04	3 05	12·99
25	34·55	0·16	—	0 999	—	0·92	0·93	—	16·23	37·68	2·4	7·16
50	49·96	0·13	—	0·29	—	1·35	0·19	0·033	3·76	34·28	2·9	5·7
75	72·2	0·25	0·05	1·1	—	0 6	1·15	—	0·4	10·8	3·95	8·65
100	73 94	3 82	—	0 9	0·05	0·8	—	—	0 3	5·8	4·98	7·99
125	76·31	6 57	0·18	1·28	—	0·46	0·09	—	—	1·99	3·78	8·20
150	69·25	11·25	0·34	1·1	0·1	1·04	0·17	0 058	0·1	3·19	2·37	10·44
175	42·17	25·42	0·15	1·30	0 2	0·1	0·31	0·01	0·052	0·72	3·58	8·78
200	59·73	23·66	0·13	1·49	0·19	—	0·45	—	0 13	0·26	2·86	10·46
225	56·46	14·38	0·1	2·94	0·32	—	0·98	—	—	1·63	2·07	20·38
250	42·9	4·2	—	1·68	—	—	1·4	—	0·28	1·4	0·56	47·32

równie znaczne jak poprzednie. Błąd ten ma swoje źródło w tem, że poszczególne gatunki drzew odznaczają się różnym współczynnikiem pylenia. Liczba procentowa (x_a) jest ilorazem ilości pyłków danego drzewa A przez sumę ilości pyłków drzew w tym samym poziomie $(A + B + C + \ldots\ldots N)$, przyczem każdy z wyrazów danego ułamka można uważać za równy rzeczywistej ilości drzewa $(a\ b \ldots\ldots, n)$ pomnożonej przez odpowiedni współczynnik pylenia $(\lambda_a, \lambda_b, \ldots, \lambda_n)$

$$x_a = \frac{a\lambda_a}{a\lambda_a + b\lambda_b + \ldots\ldots n\lambda_n}$$

Suma stanowiąca mianownik ma różną wartość w rozmaitych poziomach torfowiska i zależy od szeregu niezależnych od siebie czynników λ. Czynniki te wpływają na wartość sumy silniej lub słabiej, zależnie od wielkości związanego z niemi współczynnika pylenia. W rezultacie wahnienia wartości w pionowych kolumnach tabeli II i IV zależą nietylko od wahań istotnych ilości drzewa w różnych okresach czasu, ale także od wahań ilościowych najsilniej pylących drzew. Zarówno tabele I i III jak i II i IV reprezentują zatem materjał cyfrowy, nie zasługujący w pełni na zaufanie. Cenną natomiast wartość posiada porównanie tych dwóch rodzajów tabel ze sobą. Ponieważ każdy rodzaj jest obciążony innemi źródłami błędu, zgodność, jaka między niemi zachodzi, może być położona jedynie na karb rzeczywistych zmian zachodzących we florze. W porównaniu obu tabel ze sobą mamy ważny sprawdzian wartości wyników obliczeń pyłkowych. Wahnienia ilościowe drzew, nie dające się sprawdzić na obu tabelach, nie zasługują na zaufanie.

W związku z powyższemi uwagami jest rzeczą konieczną przy podawaniu wyników analizy pyłkowej załączyć obok przeliczeń procentowych również tabele liczb bezpośrednich, opartych na przeliczeniu dostatecznie obfitej liczby preparatów i opierać wnioski na tych faktach liczbowych, które w obu rodzajach tabel znajdują potwierdzenie.

Dla oceny zmian klimatu w czasie jest rzeczą ważną zbadanie nie tyle ilości pyłków w poszczególnych poziomach, które z uwagi na nieznany współczynnik pylenia drzew nie dają nam bezpośredniego wglądu w rzeczywiste stosunki liczbowe drzew w różnych okresach czasu, ile wykrycie zmian, jakim drzewa ulegały w czasie. Przytem w dyskusji powinno się oprzeć na zmianach wszystkich drzew, gdyż każde drzewo jest równie ważnym wskaźnikiem klimatu bez względu na ilość wytwarzanego pyłku. W związku z tem wprowadzam nowy typ diagramatu, pozwalający bezpośrednio czytać

w zmianach ilości poszczególnych drzew, oczywiście z zastrzeżeniem źródeł błędów omówionych poprzednio. Diagramat ten (ryć. 12—16) został skonstruowany w następujący sposób. Wśród pionowych szeregów, liczb odpowiadających danym gatunkom drzew, wybrałem dla każdego gatunku liczbę najwyższą N, przyjmując ją za 100. Wszystkie inne liczby szeregu pionowego pomnożyłem przez $\frac{100}{N}$. Postąpiłem dla każdego gatunku drzewa w ten sam sposób. Otrzymane wartości wyraziłem następnie w 10-stopniowej skali, przyczem wartościom od 90—100 odpowiadają pola najciemniejsze, zaś wartościom najniższym od 0—10 odpowiadają pola jasne. Diagramat tak skonstruowany pozwala na bezpośrednie odczytanie okresów, w których dane drzewo osiągnęło swój maksymalny rozwój i na bezpośrednie odczytanie tendencji rozwojowych drzewa in + lub in — w czasie. Chcąc się upewnić co do wyników, zbudowałem podwójne wykresy spektralne: jeden oparty na cyfrach bezwzględnych [1]), drugi na procentowych. Obydwa dały te same wyniki [2]).

Torfowisko dolne.

Diagramat torfowiska dolnego (ryć. 12 i 13) pozwala odczytać następujące szczegóły: na samym spodzie, w głębokości 775 cm występują pyłki *Pinus*, których wielkości modalne wskazują na *Pinus cembra* i *Pinus mughus*. Stosunkowo nieliczne są pyłki *Picea excelsa*, *Salix* i *Betula*. Taki skład flory pyłków trwa w warstwach torfu zasadniczo bez zmiany aż do 650 cm. Rzut oka na ryć. 12 i 13 poucza nas, że poszczególnym gatunkom drzew w dole torfowiska odpowiadają największe stopnie skali. W tym okresie zatem było optimum rozwojowe dla drzew tego rodzaju jak *Pinus cembra*, *Pinus mughus*, *Salix*, *Betula*.

W poziomie 750 cm zjawia się *Alnus*, według wszelkiego prawdopodobieństwa *Alnus viridis*.

Na wysokości 650 cm zmienia się zupełnie obraz flory leśnej. Przybywają nowe elementy drzew, takie jak *Tilia*, *Corylus*, *Quercus*, podnosi się nieco w poziomach ilość świerka, spada natomiast wydatnie procent tych drzew, które dominowały w poprzednim okresie.

---

[1]) Ponieważ nie wszystkie wiercenia były jednakowej głębokości, przy budowie wykresów (ryc. 15 i 16) dotyczących liczb bezwzględnych (tabela I i III), uwzględniłem ten moment, przeliczając ilości pyłków w dolnych poziomach na liczby odpowiadające ilości pyłków w 75 preparatach.

[2]) Diagramaty rysował p. Roman Wieleżyński, za co Mu składam podziękowanie.

Charakterystycznem jest także to, że wraz z pojawieniem się nowych elementów wielkości modalne dla *Pinus* wskazują na pojawienie się *Pinus silvestris*. Zjawiają się pola ciemne w obrębie *Pinus silvestris*, natomiast kwadraty odpowiadające *Pinus mughus* stają się blade. Z pojawieniem się sosny nie znika kosówka [1]), ona może istnieć, bo na torfowisku posiada po temu odpowiednie warunki, mimo zmian klimatycznych, które jej grożą zagładą. Utrzymuje się też na torfowisku po dziś dzień.

Posuwając się w górę profilem torfowiska, widzimy, że przybywa do flory pyłków znowu jeden element więcej, *Ulmus*, którego maksymum nie pokrywa się z maksymum dębu, lipy, leszczyny i sosny, ale zostaje przesunięte znacznie wyżej.

Nieco wyżej zjawiają się nowe drzewa, mianowicie *Carpinus betulus*, którego przyrost procentowy stoi w korelacji z przyrostem świerka. Maksymalne ilości świerka schodzą się ze znacznemi ilościami graba. W tym już okresie elementy takie jak *Quercus*, *Corylus*, *Tilia*, zachowują się w torfie w nikłych ilościach. Giną zaś zupełnie w profilu torfowiska, kiedy w warstwach torfu pojawia się *Fagus*, a z nim nieco wyżej *Abies*, których największe ilości przypadają na warstwy położone niedaleko pod powierzchnią.

Blizko samej powierzchni torfu obserwujemy spadek procentowy jodły i buka, podnosi się natomiast ilość świerka i zaznaczają się wyraźnie ciemne pola w kwadracikach dla *Pinus mughus*.

Jakie są stosunki flory pyłków na samej powierzchni nie wiadomo, bo próbki powierzchniowe brałem z głębokości 5 cm, tam gdzie występował torf stosunkowo dobrze shuminifikowany. Pyłki w nim zawarte nie mogą zatem zobrazować stanu flory obecnego okresu. Do otrzymania takiego obrazu należałoby wydobyć pyłki z powierzchni mchów pokrywających obficie torfowiska. Niemniej jednak z ryć. 12 i 13 da się zauważyć wyraźna tendencja spadku ilości pyłków wogóle za zbliżeniem się do powierzchni torfowiska, a pyłków buka i jodły w szczególności.

W profilu torfowiska da się zatem wyróżnić kilka faz, które charakteryzują się występowaniem pewnych gatunków drzew. Znikanie jednych elementów florystycznych o charakterze klimaksowym, a pojawianie się nowych wskazuje na działanie jakiegoś potężnego czyn-

---

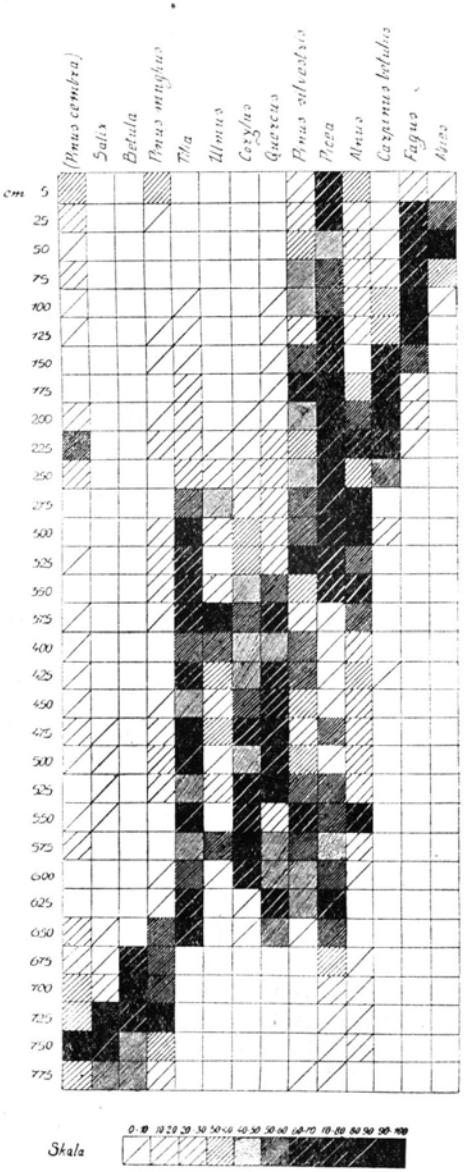
[1]) Na diagramacie (ryć. 13), opartym na cyfrach bezpośrednich, przy obliczaniu kosówki, sosny i limby według wzorów: y (kosówka) $= \frac{4b-2c-2a}{3}$, z (limba) $= c$, x (sosna) $= \frac{4a-2b+c}{3}$, obserwujemy zanik kosówki w górnych partjach torfowiska.

nika, który zdolny był zniszczyć asocjacje tak trwałe jak zespoły leśne. Tym czynnikiem był klimat. Zmiany klimatyczne spowodowały sukcesję formacyj leśnych, którą obserwujemy w przekroju torfowiska.

Pierwsza faza klimatyczna na Czarnohorze po okresie zlodowacenia, jak to można wnosić z sytuacji torfowiska, którego dno pokrywa gruba warstwa iłu lodowcowego, protegowała elementy o charakterze zimnym. Był to okres zimny. Widzimy, że w tej partji torfowiska osiągają swoje maksyma *Pinus cembra, Pinus mughus, Salix, Betula.*

Drugi z kolei okres klimatyczny, stosunkowo długi, cechuje się takiemi elementami, jak *Quercus, Tilia, Corylus,* przy równoczesnym spadku zimnych elementów. Okres ten musiał mieć swe zdecydowane piętno suche a ciepłe, kiedy pozwolił rozwinąć się obficie gatunkom tych drzew, które dzisiaj takich wysokości unikają i trzymają się zdala swemi zasiągami od gór, występując co najwyżej liczniej dopiero na podgórzu karpackiem.

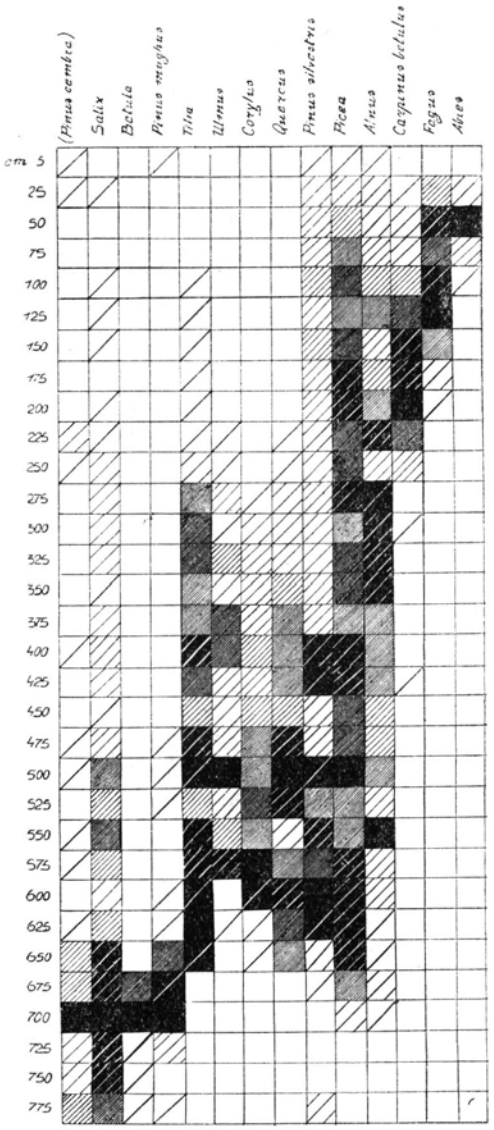
Dalsze zmiany klimatyczne sprowadziły znowu depresję drzew o charakterze ciepłym i suchym, a wprowadziły na pierwszy plan *Picea excelsa i Carpinus betulus.* Niełatwo podać charakterystykę tej trzeciej fazy klimatycznej. W każdym razie mamy tu do czynienia z pewnem zwilgotnieniem klimatu, kiedy w poziomach torfowiska zwięk-



Ryć. 12. Diagramat torfowiska dolnego, zestawiony według liczb procentowych pyłków (Diagramm des unteren Moores zusammengestellt nach den prozentuellen Daten).

sza się wydatnie ilość świerka. Jest to najprawdopodobniej jakiś okres przejściowy.

W tym poglądzie utwierdza nas okres następny, czwarty z rzędu, który już ma zdecydowanie wilgotny charakter, protegujący takie elementy, jak buka i jodłę.



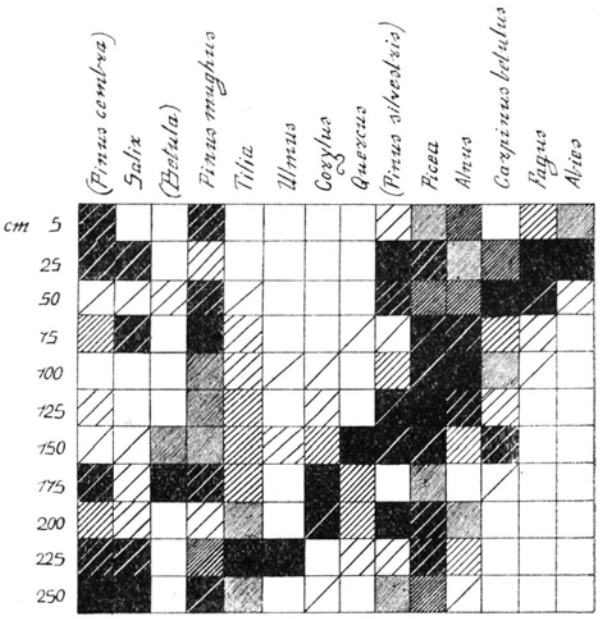
Ryć. 13. Diagramat torfowiska dolnego, zestawiony według liczb pyłków bezwzględnych (Diagramm des unteren Moores nach den absoluten Zahlen der Pollenkörner).

Podkreślić należy, że pojawiające się gatunki drzew w profilu torfowiska zachowują się konsekwentnie pod względem ekologicznym. W okresie zimnym rosną razem drzewa, o podobnych wymogach ekologicznych, *Pinus cembra*, *Betula*, *Salix*, *Pinus mughus*. W strefie ciepłej rosną *Quercus*, *Tilia*, *Corylus* i t. d.; w okresie wilgotnym, *Fagus* i *Abies*.

Analiza pyłkowa pozwala odczytać w profilu torfowiska tylko wyraźne zmiany klimatyczne. Słusznie możemy przypuszczać, że w obrębie tych czterech zasadniczych faz istniały jeszcze drobne wahnienia klimatyczne, powodujące obniżenie lub podniesienie górnej granicy lasów. Tych drobnych zmian nie udało się jednak uchwycić. Nie udało się z następującego powodu. Wchodzą tu w rachubę takie czynniki jak wiatr. Różnice bowiem odległości w górach, w linji powietrznej, są duże; stąd pyłki elementów dolno- i górno-reglowych mogły się razem odkładać w torfie, choć torfowisko leży dość wysoko ponad górną granicą lasów. Dopiero zmiany klimatyczne, które wykluczają pewne gatunki drzew wogóle lub

zmniejszają ich liczbę do minimum, zapisują się wyraźnie w torfowisku.

Ostatnia faza klimatyczna, jak to widać z ryć. 12 i 13, posiadała nie bardzo dawno swoje optimum rozwojowe na obszarze Czarnohory, bo już w głębokości 50 cm występują maksyma gatunków przewodnich buka i jodły. Za tym faktem, że buk i jodła nie tak dawno wycofały się na dół, przemawia jeszcze ta okoliczność, że buk dzisiaj w wielu

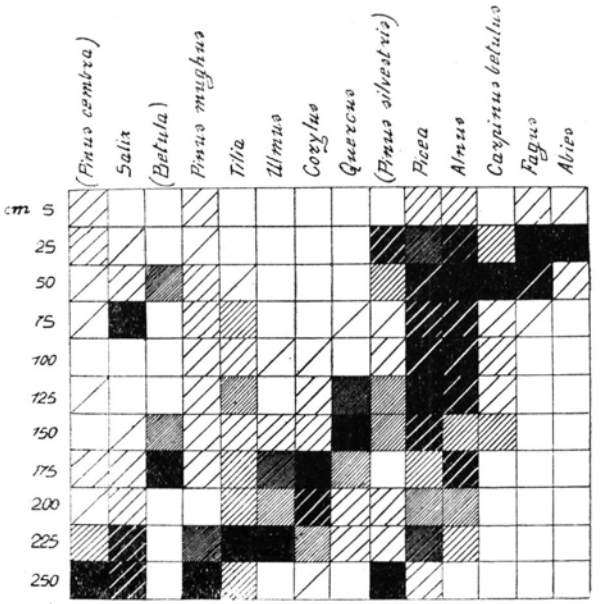


Ryć. 14. Diagramat torfowiska górnego, zestawiony według liczb procentowych pyłków (Diagramm des oberen Moores nach den prozentuellen Daten).

miejscach Czarnohory stanowi górną granicę lasów, o czem była już poprzednio mowa. Są to niejako ostatnie placówki cofającego się elementu dolno-reglowego. Także fakty natury fytosocjologicznej nie sprzeciwiają się takiemu ujęciu rzeczy, bo często elementy flory zielnej, n. p. *Majanthemum bifolium, Moehringia trinerva* i t. d., które zwykliśmy oglądać w lesie reglowym, spotyka się dziś w pasie kosówki. Wielkie skupienia *Vaccinietum* docierają aż do krainy alpejskiej, trudno zaś przypuścić, by one rozwinęły się tak potężnie tylko na drodze wegetatywnej. Ten ostatni problem wymaga jeszcze ściślejszych badań zapomocą metod socjologicznych.

Torfowisko górne.

Analiza torfowiska górnego dała z pewnemi odchyleniami te same rezultaty, (ryć. 14 i 15). Na samem dnie spotyka się maksymalne ilości *Salix*, *Pinus mughus*, wyżej *Tilia*, *Quercus*, *Corylus*, później zjawia się *Carpinus betulus* i wreszcie pod samą powierzchnią *Fagus* i *Abies*. Torfowisko górne jest naogół uboższe w pyłki, aniżeli dolne (tabela III i IV.) Porównywując bezpośrednio pyłki znalezione w torfowisku górnem z elementami drzewnemi torfowiska dolnego, przypuszczaćby



Ryć. 15. Diagramat górnego torfowiska, zestawiony według liczb pyłków bezpośrednich. (Diagramm des oberen Moores nach den absoluten Zahlen der Pollenkörner).

można na pierwszy rzut oka, że mamy tu do czynienia z torfowiskiem młodem, którego powstanie przypada gdzieś na początek okresu klimatycznego bukowo-jodłowego. Biorąc jednak pod uwagę stosunek pyłków w kolejno po sobie następujących poziomach torfowiska dolnego, widzimy, że błędną byłaby taka paralelizacja. Przypatrzmy się bowiem zachowaniu się takich elementów, jak *Quercus*, *Corylus*, *Tilia* w torfowisku górnem i następnie w dolnem, biorąc pod uwagę w tem ostatniem profil od rozpoczęcia się fazy bukowo-jodłowej (tabela I.) W torfowisku górnem zachowują się te trzy gatunki drzew w ten sposób, że w partjach dolnych torfowiska

występują początkowo w nikłych ilościach, później osiągają swoje maksyma, a następnie ilość ich ulega obniżeniu, jak to ilustruje ryć. 14 i 15. Natomiast w torfowisku dolnem wspomniane gatunki posiadają w okresie bukowo-jodłowym zdecydowaną tendencję depresji. Nie można zatem powstania torfowiska górnego odnosić do czasu istnienia fazy bukowo-jodłowej w torfowisku dolnem i jego z tą tylko fazą porównywać.

Rzut oka na ryć. 14 i 15 nasuwa nam inną interpretację. Oto zachowanie się elementów drzewnych w torfowisku górnem w obrazie spektralnym jest zasadniczo takie samo, jak w torfowisku dolnem z tą tylko różnicą, że w dole mamy do czynienia z profilem wysokim, w górze zaś ze skróconym. Za takiem stanowiskiem przemawia ryć. 16. Przedstawia nam ona profil dolnego torfowiska w skróceniu. Zsumowano kolejno po trzy poziomy w jeden i wykreślono spektrum. Zestawienie rycin 14—16 przemawia za tem, że torfowisko w górze mimo swej płytkości odpowiada wiekiem i zachowaniem się flory pyłków torfowisku dolnemu. Niejasnem wydawaćby się mogło tylko zachowanie się brzozy w torfowisku górnem, której maksymum powinno wypaść na dole, jakby się tego można było spodziewać na podstawie analogji z torfowiskiem dolnem [1]).

Wyniki.

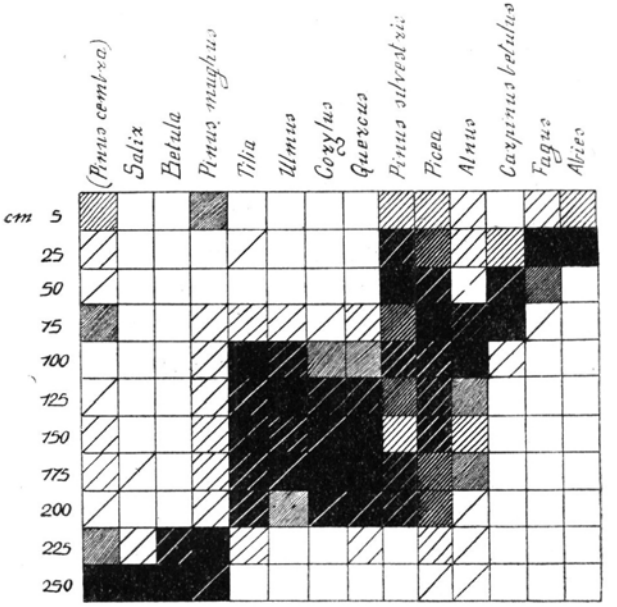
Zbierając razem wyniki analizy obydwu torfowisk, podkreślić należy, że Czarnohora przechodziła w okresie podyluwjalnym przez cały szereg faz klimatycznych, którym odpowiadały pewne typy lasów. Pierwsza faza zimna umożliwiała wegetację limbie, kosówce, wierzbie, brzozie i świerkowi (mały procent). Drugi okres protegował lasy dębowo-lipowe z gęstem podszyciem leszczyny; był to niewątpliwie okres ciepły i suchy. Trzeci najmniej wyraźny zaznaczył się rozwojem maksymalnym graba i świerka; była to faza wilgotna. Czwarty okres popierał elementy o charakterze atlantyckim buka i jodłę.

Podany wyżej schemat zmian klimatycznych, stojących w związku z sukcesją obszarów leśnych w okresie polodowcowym, miał prawie

---

[1]) Na diagramacie spektralnym torfowiska górnego, zbudowanym na cyfrach bezpośrednich (ryć. 15), przypada maksymum dla *Pinus silvestris* w jednym poziomie z *P. cembra* i z *P. mughus*. Ten dziwny dosyć wynik należy położyć na karb małej ilości materjału sosnowego. Wogóle tam, gdzie wykresy spektralne opierają się na małej ilości pyłków, nazwy tych gatunków ująłem na diagramatach w nawias. Mała bowiem ilość materjału pyłkowego nie odzwierciedla dokładnie zmian, jakim drzewo ulegało w czasie.

ten sam przebieg we wszystkich centrach górskich Europy. Znamy dane, odnoszące się co do wysokogórskich torfowisk w Alpach Szwajcarskich, w Górach Olbrzymich i w Górach Kruszcowych (Czechy). Badania pyłkowe dotyczące tych obszarów dają wyniki podobne jak analiza tortowisk Czarnohory. Jakkolwiek głębokość tortowisk alpejskich i czeskich nie przekracza 250 cm, niemniej jednak zaznaczają się w nich trzy zasadnicze okresy w rozwoju flory leśnej, w epoce polodowcowej: 1) okres zimny z *Pinus cembra*, *Pinus montana*, *Betula*,

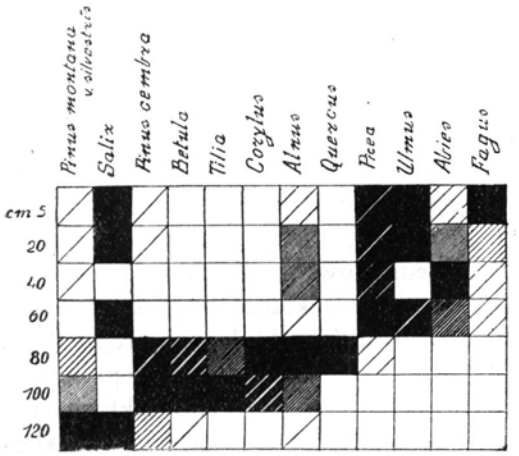


Ryć. 16. Diagramat dolnego torfowiska, według liczb procentowych pyłków, zredukowany do grubości górnego torfowiska. (Diegramm des unteren Moores nach prozentuellen Daten reduziert zur Dicke des oberen Moores).

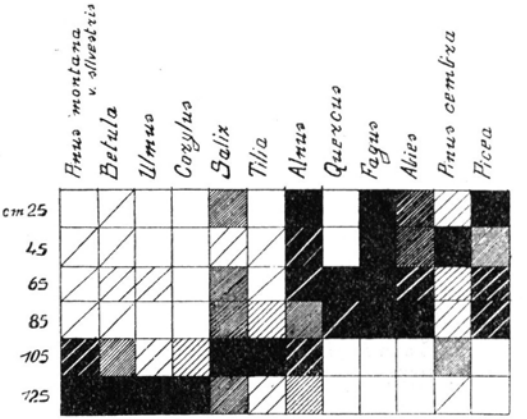
Salix, 2) okres o charakterze kontynentalnym, ciepły i suchy, protegujący rozwój lasów mieszanych (dąb, lipa, leszczyna i t. d.) i wreszcie okres atlantycki, bukowo-jodłowy.

Dla dowiedzenia owej zgodności przynajmniej w ogólnych zarysach, wybrałem dwa najgłębsze torfowiska alpejskie, z Riedboden i z Bieler-Höhe, przedstawiając ich wyniki według wyżej omówionej metody. Jak to widać z załączonych ryć. 17 i 18, w profilu tych torfowisk zaznaczają się mniej lub więcej wyraźne 3 okresy. Nie widać tu jednak takiego konsekwentnego ugrupowania elementów drzewnych, jak w torfowiskach Czarnohory. Widzieliśmy tam gatunki

o pewnych określonych wymogach ekologicznych, występujące razem: w okresie n. p. jak największego rozprzestrzenienia dębu, leszczyny, lipy i t. d., nie obserwujemy n. p. pyłków buka albo jodły, bo ich wymagania ekologiczne są wprost przeciwne, aniżeli wymagania dębu, leszczyny i t. d. Układ flory w profilu torfowiskowym, konsekwentny pod względem ekologicznym, jest do pewnego stopnia kryterjum ścisłego zbadania danego torfowiska. Nie da to się jednak powiedzieć w całości o torfowiskach alpejskich, przynajmniej co do dwu, których tutaj do porównania użyłem. Może jeszcze z najbardziej konsekwentnym układem flory leśnej, ze względu na jej ekologię, spotykamy się w profilu torfowiska w Riedboden (rys. 17): na dole znaczne ilości *Pinus montana* i *Salix*, co stoi w zgodzie z charakterem tego okresu. Natomiast w okresie drugim wśród największego zagęszczenia się elementów o charakterze kontynentalnym, pojawiają się maksymalne ilości pyłków *Pinus cembra*. Z punktu widzenia ekologicznego jest to rzecz dość dziwna. W istocie jednak najprawdopodobniej mamy tu do czynienia z *Pinus austriaca*, z której istnieniem trzeba się liczyć w dawniejszych okresach klimatycznych na obszarze Alp Szwajcarskich. Jej wielkości modalne, jak wspomniano, pokrywają się z wielkościami *Pinus cembra*.



Ryć. 17. Diagramat torfowiska w Riedboden, według liczb procentowych. (Diagramm des Moores von Riedboden nach den prozentuellen Daten).



Ryć. 18. Diagramat torfowiska w Bieler-Höhe, według liczb procentowych. (Diagramm des Moores von Bieler-Höhe nach den prozentuellen Daten).

Pinus austriaca pod względem klimatycznym ma podobne wymagania jak *Quercus*, *Tilia* i t. d.

Trudno jednak zdobyć się na interpretację drugiego torfowiska alpejskiego z Bieler-Höhe, (ryć. 18). W okresie drugim (suchym i ciepłym) spotykamy tu w dwu kolejno po sobie następujących poziomach po jednym pyłku dębu, (którego tak niskie ilości można złożyć na karb przypadku) i równocześnie w tychże samych poziomach zjawiają się pojedyńcze pyłki *Fagus silvatica*, występujące w tak nikłych ilościach aż do samej powierzchni tortowiska. Trudno coś powiedzieć o charakterze takiego okresu, kiedy pojawiające się elementy przewodnie występują w jednakowych ilościach i pojawiają się razem, kiedy właściwie powinny się wykluczać. Tę sprzeczność wytłumaczyć można tylko niedostateczną ilością zbadanych preparatów. Niejasności, jakie zakradają się często do wyników analizy pyłkowej, pochodzą w dużej mierze, ze zbyt szczupłego materjału faktycznego. Ilość przeliczonych pyłków z dwu tortowisk alpejskich razem (Bieler-Höhe, Riedboden) nie przekracza sumy 2000 (zaznaczając przytem, że próbki pochodzące z tortowisk górskich zawierają wogóle więcej pyłków, aniżeli z tortowisk nizinnych), podczas gdy ilość pyłków znalezionych przezemnie w obu torfowiskach Czarnohory wynosi ponad 112.000.

Z Instytutu Systematyki i Morfologji Roślin U. J. K. we Lwowie.

Literatura.

1. Zapałowicz, H. Roślinna szata Gór Pokucko-Marmaroskich. — Sprawozd. Komisji Fizjograf. XXIV (1899).

2. Dokturowsky, W. S. Über die Stratigraphie der russischen Torfmoore. Sonderabdruck aus Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar Jan. — Febr. 1925.

3. Rudolph, K. und Firbas, F. Die Moore des Riesengebirges. — Sonderabdruck aus den Beiheften zum Botan. Centralblatt Bd. XLIII. Abtlg II, Heft 2/3.

4. Firbas, F. Über einige hochgelegenen Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. — Zeitschrift für Botanik. 18 Band, 1925/1926.

5. Gams, H. Die Wandlungen der alpinen Baumgrenze. — Aus der Heimat. Heft 6. 1927.

Zusammenfassung.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf zwei alpine Torfmoore der Ostkarpathen. Das betreffende Material wurde im August 1927, während einer phytosoziologischen Excursion in Czarnohora (Hauptrücken der Ostkarpathen) unter Führung des H. Prof. Kulczyński gesammelt.

Die beiden erforschten Torfmoore liegen hoch oberhalb der gegenwärtigen Waldgrenze in dem Tale des Baches „Kizi“ (Nordabhänge des Czarnohora Rückens), südwestlich des Dorfes Bystrzec (Bezirk Kosów) (vgl. Karte fig. 10). An dem oberen südlichen Talende dicht unter dem Hauptrücken der Czarnohora zwischen den Gipfeln Munczel und Kizie-Ułohy liegen übereinander zwei glaziale Kessel, welche mit zwei Torfmooren erfüllt sind. Der untere Kessel ist durch eine Endmoräne abgeschlossen und liegt in der Höhe von 1760 m u. M., 395 m oberhalb der heutigen oberen Waldgrenze, der obere durch eine Felsenschwelle abgeschlossen liegt ca 40 m höher (1798 m u. M.). Die Tiefe des unteren Torfmoores beträgt 775 cm, des oberen nur 250 cm. Das Torfprofil des unteren Torfmoores besteht aus einer 250 cm dicken Torfschicht, unterhalb dieser liegt eine ca 150 cm dicke, diatomeenreiche, schwarze und humusreiche Seeschicht und unter der letzten wurde eine 375 cm dicke, graue Tonschicht festgestellt. Die mittlere Seeschicht zeigt, dass das Torfmoor sich auf der Stelle eines Gebirgsees gebildet hatte. Dieselben Verhältnisse zeigt das obere Torfmoor, nur sind hier die Schichten viel dünner.

Die Baumarten, welche nach pollenanalytischer Methode im Torfprofil festgestellt wurden, gehören grösstenteils den Elementen, welche in der Umgebung der Torfmoore heute nicht hervortreten oder gar solchen Elementen, welche auf dem Gebiete der eigentlichen Ost-Karpathen heute überhaupt nicht representiert sind. Die Eiche z. B. wächst heute im Radius von ca 50 km von Czarnohora-Rücken überhaupt nicht. Ihre nächsten Standorte befinden sich bei Bohorodczany (435 m), Starunia (450 m), Nadwórna (435 m), wo sie mit *Corylus avellana* und *Betula verrucosa* dichte Gebüsche bildet. *Corylus avellana*, welche im Gebirge selbst nur einzeln vorkommt, erreicht schon bei Bystrzec in der Höhe von 775 m ihre obere Verbreitungsgrenze. *Tilia ulmifolia* ist in der Czarnohora selten; man begegnet diese Art einzeln bei Häusern. Am linken Ufer des Czeremosz Czarny tritt sie als Strauch auf. *Ulmus montana* tritt an manchen Orten in Buchenwäldern eingesprengt auf und dringt bis ca 925 m in die Höhe. *Alnus glutinosa* mit *A. incana* gemischt wächst im Vorgebirge an Bächen und Mooren. *A. incana* bildet an den Bächern dichte Gebüsche und dringt in Kizie-Tal bis 1015 m hoch. *Carpinus betulus* tritt erst in der Umgebung von Nadwórna vor (50 km von Czarnohora). An höheren Stellen kommt sie nur vereinzelt entlang der Wege und bei Häusern gepflanzt vor. *Pinus silvestris* ist in dem Gebiete sehr selten; erst bei Worochta sind die nächsten Standorte dieser Art festgestellt.

In der näheren Umgebung des Torfmoores finden wir folgendes Bild: in der unteren Waldstufe begegnen wir Buchen und Tannenwälder mit beträchlicher Beimischung von *Picea excelsa* (diese letztere Art rivalisiert mit der Buche). In der oberen Waldstufe kommen reine Fichtenwälder hervor mit einer grösseren Beimischung von *Pinus cembra*. Die obere Waldgrenze wird durch *Picea excelsa* und *Pinus cembra* gebildet. Die beschriebenen Waldverhältnisse sind nicht überall in den Ostkarpathen in obiger Weise ausgebildet. Südlich der Czarnohora z. B. im Trostienca-Tal wird die obere Waldgrenze durch die Buche gebildet, welche im Kewele-Tal bis 1500 m, in Świdów bis 1350 m vordringt.

Das Hervortreten der Buche auf der oberen Waldgrenze ist in den Ostkarpathen eine ziemlich häufige Erscheinung. Die Buchenwälder der oberen Waldstufe treten in einer typischen Ausbildung hervor. Die Kräuterflora, welche diese Buchenbestände an der oberen Waldgrenze begleitet, spricht dafür, dass diese Wälder einen natürlichen Waldbestand darstellen. Das Hervortreten der Buche hie und da in den Ostkarpathen ist wahrscheinlich eine Relikterscheinung, welche in den postglazialen Klimaschwankungen und postglazialen Waldgrenzenschwankungen ihre Erklärung finden kann.

Über der Waldgrenze (von der Höhe 1450—1500 m) findet man das Knieholz und *Alnus viridis* mit mehr oder weniger zerstreuten Exemplaren von *Pinus cembra* und *Picea excelsa*, welche hier nur in Zwergforme auftreten. In diesen letztgenannten Horizonten hoch über der oberen Waldgrenze liegen die beiden erforschten Torfmoore.

Zur Erforschung der Torflagern wurden in Abständen von 25 cm Torfproben mittels eines Kammerbohres entnommen. Die Torfproben wurden dann mit verdünnter Natronlauge gekocht. Aus jeder Probe wurden 15 mikroskopische Präparate bereitet. In jedem Präparat wurden die gesammten Pollenkörner gezählt. Die Pollenmengen jeder einzelnen Art, welche in den entsprechenden Horizonten aller Bohrungen gefunden wurden, wurden miteinander summiert und in den Tabellen I und III zusammengestellt. Die auf dieser Tabelle zusammengestellten Zahlen entsprechen also der Pollenmenge jeder Art in 75 ± gleichgrossen mikroskopischen Präparaten, welche aus einem und demselben Torfhorizonte entnommen wurden. Auf den Tabellen II und IV wurden die Pollenmengen in Prozentzahlen bezüglich der gesammten Pollenanzahl in jedem Horizont ausgedrückt. Die beiden Tabellen bilden das faktische statistische Material für alle weiteren syntetischen Schlüsse. Das floristisch-historische Bild, welches sich aus den Tabellen I und III ablesen lässt, ist ziemlich genau dasselbe,

welches durch den Tabellen II und IV repräsentiert wird. Die vertikallen Zahlenreihen auf den beiden Tabellen geben uns einen ziemlich klaren Einblick in die Mengenveränderungen jeder einzelnen Art im Laufe der Zeit an.

Da die zeitlichen Mengenveränderungen jeder einzelnen Art einen ± gleichhohen Wert für das Bestimmen der Klimaschwankungen besitzt, habe ich eine graphische Methode angewandt, welche in klarer Weise einen Einblick in die Mengenveränderungen aller Arten gibt. Ich habe nämlich in den vertikalen Zahlen den maximalen Wert *(N)* für *100* angenommen und alle anderen Werte der Reihe durch den Ausdruck $\frac{100}{N}$ multipliziert. Die auf diese Weise erhaltenen Werte werden auf unserem Schema in einer 10-gradiger Skala ausgedrückt. Die höchsten Werte 90—100 wurden durch schwarze Felder, die niedrigsten 0—10 durch weisse Felder gekennzeichnet. Das endgültige Schema, welches in den Abbildungen 11—15 dargestellt ist, gibt uns einen Einblick in die zeitlichen Veränderungen aller festgestellten Arten. Wir sehen nämlich, dass die maximale Entwicklung der Eiche, Linde, Haselnuss etc. miteinander zusammenfallen und für die mittleren Torfhorizonten charakteristisch ist, die Maxima dagegen der Buche und Tanne liegen in jüngeren Horizonten.

Einer besonderen Besprechung erfordern die Mengenzahlen der *Pinus*-Arten, welche auf unseren Tabellen figurieren. Die Bestimmung der *Pinus*-Arten stützt sich auf der Grösse der Pollenkörner. Nach meinen Untersuchungen lassen sich die drei in Betracht kommenden *Pinus*-Arten nämlich *P. cembra, P. mughus, P. silvestris* ziemlich exakt auf Grund der Pollengrösse unterscheiden. Der modale Wert nämlich für *P. silvestris* beträgt 58·9 – 61·2 μ, für *P. mughus* von 69·6—71·9 μ, *P. cembra* 80·3—82·7 μ. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die Bestimmung von *Pinus* Pollen nach diesen Werten nicht immer ganz sicher ist. Die Schwierigkeit liegt darin, dass manche andere *Pinus*-Arten auch die obenerwähnten Grössen aufweisen können. *P. austriaca* ist z. B. von *P. cembra* nicht zu unterscheiden. Die Unterscheidung von *P. silvestris* und *P. mughus* auf Grund der Pollengrösse besitzt auch nur einen lokalen Wert. Nach meinen bisherigen Beobachtungen ist der oberwähnte modale Wert nur für manche polnische Föhre charakteristisch [1]). Die Föhre aus dem südlichen

[1]) Es wurden in dieser Hinsicht die Föhre aus dem Torfmoore in Janów (Roztocze) Biłohorszcza (Roztocze), Howiłów (Podolien) und manche Herbar-Exemplare erforscht.

Siebenbürgen, welche in dieser Hinsicht untersucht wurde [1]), zeigt dagegen die modalen Werte, welche normal *Pinus mughus* charakterisieren.

Die folgende Zusammenstellung drückt die modalen Werte von oben besprochenen Beobachtungen aus:

80·3—82·7 μ (*Pinus cembra, P. austriaca*).

69·6—71·9 μ (*Pinus mughus, P. silvestris* aus Siebenbürgen).

58·9—61·2 μ (*Pinus silvestris*).

Da *Pinus austriaca* auf dem Gebiete der Czarnohora sehr unwahrscheinlich ist, habe ich die modalen Werte 80·3—82·7 μ der *P. cembra* zugeschrieben, die modalen Werte 69·6—71·9 μ als *P. mughus* und die Werte 58·9—61·2 μ als *P. silvestris* anerkannt.

In den untersten Schichten des 775 cm tiefen Torfmoores kommen in ansehnlicher Menge die Pollen von *Pinus, Betula, Salix* und verhältnismässig wenig von *Picea*. Die modalen Werte für *Pinus*-Pollen weisen auf *P. cembra* und *P. mughus* auf. Eine tiefgreifende Änderung tritt bei 650 cm ein. Hier treten Pollen von *Tilia, Corylus* und *Quercus* auf, es steigt dabei ansehnlich die Menge von *Picea*-Pollen, dagegen sinkt die Zahl derjenigen Arten herab, welche in den unteren Torfschichten dominierten. Es ist auffalend, dass in der Eichenmischwald Zeit die modalen Werte für *Pinus* auf *Pinus silvestris* weisen. Etwas höher erscheint *Ulmus* und später *Carpinus betulus*. Die maximale Anzahl von *Carpinus betulus*-Pollen fällt mit dem Maximum von *Picea* zusammen. In der Nähe der Oberfläche ändert sich wieder das Bild. Es verschwinden *Corylus, Tilia, Quercus* und an ihre Stelle treten *Fagus* und *Abies*-Pollen. In den oberen Schichten des Torfmoores lässt sich eine deutliche Tendenz in der Richtung auf die gegenwärtigen Waldverhältnisse erkennen. Buchen und Tannen-Pollen treten zurück, es steigt dagegen die Menge von *Pinus*-Pollen.

Wir können also auf Grund des obigen Bildes die post-glaziale Waldgeschichte auf dem Gebiete von Czarnohora in folgende Hauptphasen gliedern: 1) die Phase der maximalen Entwicklung von *Pinus cembra, P. mughus, Betula* und *Salix*-Arten. Dies entspricht einer kalten Klimaperiode. 2) Das darauf folgende Vorkommen von *Quercus, Tilia, Corylus* deutet auf eine trockene und warme Zeit. 3) Das in den höheren Schichten bemerkbare Zurücktreten der warm-temperierten Arten von *Quercus, Tilia, Corylus* und die Zunahme von *Picea* und *Carpinus betulus* weist auf feuchtes Klima an. 4) Die obersten Schich-

---

[1]) Die Untersuchung wurde von H. Tymrakiewicz ausgeführt.

ten des Torfmoores gehören einer deutlich feuchten Periode zu. Als pflanzenführende Arten treten besonders *Fagus silvatica* und *Abies pectinata* vor. Dasselbe Entwicklungsschema gilt auch für das obere Torfmoor. Es stellt uns dieselbe Entwicklung aber in ansehnlicher Verkürzung dar (vergl. Fig. 14—16).

Die hier beschriebenen Ergebnisse stimmen in grossen und ganzen mit ähnlichen Untersuchungen an fast allen Gebirgszentren Europas (Vorarlberg, Riesengebirge, Erzgebirge). Zum Beweis habe ich in den Fig. 17 und 18 die Untersuchungsergebnisse an den Torfmooren in Bieler-Höhe und Riedboden mit meiner Methode dargestellt. Auch hier treten drei deutliche Perioden auf: 1) eine kalte mit *Pinus cembra, P. montana, Betula, Salix;* 2) eine kontinentale, warme und trockene mit Eiche, Linde und Haselnuss und drittens eine feuchte mit *Fagus* und *Abies*. Die Gruppierung der Elemente ist aber hier in Bezug auf ökologische Lebensbedingungen viel weniger konsequent, als in den Torfmooren Czarnohoras. So treten in Riedboden in der kontinentalen Periode maximale Mengen von *Pinus cembra* auf, was ökologisch nicht leicht erklärbar ist. Es dürfte sich wohl um *Pinus austriaca* handeln, welche in ökologisch-klimatologischer Hinsicht dieselben Bedingungen erfordert wie *Quercus* und *Tilia*. Viel schwieriger noch gestaltet sich die Interpretation des Torfmoores in Bieler-Höhe. Dort treten in einer und derselben Periode *Quercus* und *Fagus* auf. Dieses unklare Bild kann man nur dadurch erklären, dass zu wenig Pollenkörner untersucht wurden. Während die Zahl der Pollenkörner in Riedboden und Bieler Höhe nur 2000 betrug, wurden von mir rund 112.000 Pollenkörner untersucht.

Aus dem Institute für Morphologie und Systematik der Pflanzen der Universität Lemberg.