

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne



WARSZAWA 1960

TREŚĆ — SOMAIRE

Vol. XXIX Nr 3

F. B. Faliński: Zastosowanie taksonomii wrocławskiej do fitosocjologii — Anwendung der sog. „Breslauer Taxonomie” in der Pflanzensoziologie	333
F. Kadej: Regeneration der Scheitelzelle bei Farnwurzeln — Regeneracja komórki wierzchołkowej w korzeniu	363
H. Birecka, W. Szymańska, A. Ścibor-Marchocka: Badania nad alkaloidami łubinu białego (<i>Lubinus albus</i>) w czasie jego wegetacji — Changes of alkaloid content in plants of <i>Lupinus albus</i> during their vegetation	369
J. Zurzycki: Studies on the centrifugation of chloroplasts in <i>Lemna trisulca</i>	385
S. Więckowski: Daily changes in the concentration of chlorophyll in growing leaves	395
J. Kochman: Przyczynek do znajomości flory głowni polskich. III. — A contribution to the knowledge of Polish <i>Ustilaginales</i> . III.	413
E. Mikulska: Inkluzje tłuszczowe w chloroplastach — Inclusions lipidiques dans les chloroplastes	431
W. Truszkowska i H. Moroniowa: Badania grzybów wywołujących zgniliznę kolb kukurydzy — Observations des champignons nuisibles sur épis de maïs	457
A. Wałek-Czernecka i M. Kwiatkowska: X-ciała u <i>Althaea rosea</i> (L.) Cav. — X-bodies in <i>Althaea rosea</i> (L.) Cav.	483
A. Stachurska: <i>Juglandaceae</i> in the interglacial deposits of Suszno	495
W. Matuszkiewicz, A. Matuszkiewicz: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Waldgesellschaften des Riesengebirges	499

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Vol. XXIX Nr 3



WARSZAWA 1960

RADA REDAKCYJNA -- CONSEIL DE RÉDACTION

B. HRYNIEWIECKI (WARSZAWA), ST. KULCZYŃSKI (WROCŁAW),
B. NIKLEWSKI (POZNAŃ), FR. X. SKUPIEŃSKI (ŁÓDŹ),
W. SZAFER (KRAKÓW), P. WIŚNIEWSKI (LUBLIN),
J. ZABŁOCKI (TORUŃ).

KOMITET REDAKCYJNY — COMITÉ DE RÉDACTION

† K. BASSALIK (WARSZAWA), W. GAJEWSKI (WARSZAWA),
A. GAJEWSKA (WARSZAWA).

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — DZIAŁ CZASOPISM
Warszawa 1, Miodowa 10

Nakład 916 + 144	Oddano do składu 5.VII.60 r.
Ark. wyd. 15,75, druk. 12,5 + 11 wklejek	Podpisano do druku 10.X.60 r.
Papier druk. sat. kl. IV, 70 g. 70 × 100	Druk ukończono w październiku 1960 r.
Cena zł 35.—	Zam. 285 C-38
Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich nr 8	

Dnia 27 czerwca 1960 roku zmarł prof. dr Kazimierz Bassalik długoletni redaktor „Acta Societatis Botanicorum Poloniae”. Polskie Towarzystwo Botaniczne oraz Redakcja poniosły bolesną i niepowetowaną stratę.

Le 27-ème Juin 1960 a decedé le professeur Kazimierz Bassalik rédacteur depuis plusieurs années d'Acta Societatis Botanicorum Poloniae. Le Société Botanique de Pologne et la rédaction d'Acta ont subi une grande douloureuse perte.

Zastosowanie taksonomii wrocławskiej do fitosocjologii

*Anwendung der sog. „Breslauer Taxnomie“
in der Pflanzesoziologie*

J. FALIŃSKI

WSTĘP

Taksonomia wrocławska powstała między innymi jako wynik poszukiwań metody porządkowania diagramu Czekanowskiego (Perkal 1953). Matematyczne podstawy taksonomii wrocławskiej są omówione w pracy Ogólnej Grupy Zastosowań Państwowego Instytutu Matematycznego pod redakcją Łukasiewicza (1951).

Taksonomia wrocławska, zwana również metodą dendrytową, podobnie jak metoda diagramu Czekanowskiego, jest graficzną metodą przedstawiania podobieństwa między elementami danego zbioru. Obie metody prowadzą do podziału zbioru na grupy elementów.

Są dwie zasadnicze różnice między tymi metodami:

1. Dendryt wykazuje tylko najwyższe podobieństwa między elementami, podczas gdy diagram Czekanowskiego przedstawia podobieństwa (lub różnice) każdego elementu zbioru z każdym z pozostałych.

2. Diagram Czekanowskiego daje uporządkowanie liniowe, dendryt zaś porządkuje elementy po linii mogącej się rozgałęziać. Dendryt przedstawia się graficznie jako układ biegnących w różnych kierunkach odcinków. Odcinki te łączą według zasady najmniejszej odległości punkty, przedstawiające poszczególne elementy zbioru. Teoretycznie każde dwa punkty połączone mają być tylko jedną linią, w praktyce jednak nie zawsze jest to możliwe.

Dotychczas czyniono szereg prób zastosowania taksonomii wrocławskiej w różnych dziedzinach nauki, gospodarki i techniki (Perkal 1953).

Z nauk biologicznych metodą dendrytową zainteresowała się w szczególności antropologia i fitosocjologia. Próbowano również stosować taksonomię wrocławską do sytematyki roślin (Kuźniewski 1956, Kowal, Kuźniewski 1958, 1959).

W fitosocjologii ważną rolę odegrała metoda dendrytowa przy opracowaniu systematyki borów mieszanych, ciepłolubnych dąbrów, lasów łągowych, zespołów olsowych (W. Matuszkiewicz i współpracownicy — 1955, 1956a, 1957, 1958), buczyn i zespołów pokrewnych (A. Matuszkiewicz 1958).

Warto dodać, że wspomniani wyżej autorzy stosowali jednocześnie metodę diagramu Czekanowskiego i metodę dendrytową. Wyniki otrzymane obiema metodami były zazwyczaj zgodne, a co więcej, wzajemnie się uzupełniały.

We wszystkich tych przypadkach dendryty przedstawiały uporządkowanie zbiorowisk według zasady największego podobieństwa florystycznego. W innych pracach (A. Matuszkiewicz 1955, W. i A. Matuszkiewicz 1956b) przy pomocy dendrytów ilustrowano wzajemne podobieństwa między płatami roślinnymi (zdjęciami fitosocjologicznymi), co pozwalało na określanie tendencji i kierunków zmian w zbiorowisku.

Jak dotąd, brak jednak szczegółowego omówienia zastosowania tej metody do fitosocjologii, chociaż wzbudziła ona zainteresowanie za granicą (Ružička 1958). Praktyczne wskazówki do sporządzania dendrytu znajdzie czytelnik w podręczniku matematyki Perkala (1958).

Niniejsza praca ma za zadanie przedstawić w możliwie wyczerpujący sposób techniczną stronę opracowywania dendrytu, sposób jego interpretacji, zastosowanie do porządkowania tablicy zdjęciowej. Szersze omówienie wyników, otrzymanych przy użyciu tej metody, znajdzie czytelnik w pracy Falińskiego (1958).

I. MATERIAL

Przy demonstracji metody dendrytowej, omawianiu sposobu interpretacji i rozwiązywaniu innych zagadnień związanych z zastosowaniem tej metody do fitosocjologii, posłużyłem się następującymi, nie publikowanymi dotąd, własnymi materiałami:

1. Tabela zdjęciowa złożona z 10 zdjęć wykonanych w lipcu 1958 r. w zespole *Querceto-Carpinetum* w Dolinie rzeki Świętojańskiej Młynówki pod Górowem Ilaweckim (Nadleśnictwo Ilawka, woj. Olsztyn).
2. Tabela transektu wykonanego na zboczu na granicy zespołu *Pineteto-Quercetum serratuletosum* Mat. 1955 i *Querceto-Piceetum* Mat. 1955 na obszarze rezerwatu w oddziale 101 nadleśnictwa Strzałowo (pow. Mrągowo, woj. Olsztyn).
3. Tabela zawierająca 27 zdjęć wykonanych na kępach w rezerwacie «Niebieskie Źródła» nad Pilicą (pow. Opoczno, woj. Kielce) w czerwcu 1957 r. Powierzchnię zdjęciową stanowiła każdorazowo cała kępa bez względu na jej wielkość.

Querceto-Carpinetum w dolinie Świętojańskiej Młynówki koło Górowa Iławckiego
(Zbiorowisko zniekształcone wyrębem)

Nr zdjęcia	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22
Nachylenie terenu w °	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Ekspozycja	-	-	-	-	E	-	-	-	-	8
pH gleby na głębokości 3 cm	5,0	5,0	5,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,2	6,0	5,5
pH gleby na głębokości 30 cm	5,2	5,8	5,5	5,2	5,5	5,8	5,5	5,8	5,0	5,0
Żwarcie koron - A ₁ w %	50	30	50	60	50	60	60	70	70	30
" " - A ₂ w %	0	0	0	20	10	20	0	0	10	0
" " krzewów - B w %	10	30	40	40	20	70	20	40	20	40
" " runa - C w %	100	100	80	100	100	70	100	70	70	60
Liczba gatunków	34	28	30	33	24	34	20	31	48	36
A ₁ Quercus robur	2	1	1	1	2	2	3	2	2	2
Picea excelsa	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2
Tilia cordata			2							
Alnus glutinosa					1			3	1	
A ₂ Quercus robur				2		2				
Carpinus betulus					1					
Picea excelsa									1	
Fraxinus excelsior									1	
Salix caprea									1	
B Sorbus aucuparia	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2
Corylus avellana	+		1	2	2	3	1		1	
Acer platanoides		2				1				
Sambucus niger		2	2			+		3		
Tilia cordata		1			1				2	
Carpinus betulus						1				
Populus tremula							+			+
Sambucus racemosa								2		
Padus avium								2		
Quercus robur								+	1	
Frangula alnus									1	
Picea excelsa								+		
Fraxinus excelsior									+	
C ₁ Acer platanoides	+		+					+		
Laphne mezerium	+		1	+				+	+	+
Quercus robur		+	+		+	+		+		
Sorbus aucuparia				2			+		+	+
Lonicera xylosteum			1						+	
Corylus avellana			+	+				+		+
Populus tremula				1	+					+
Tilia cordata									1	
Frangula alnus									+	
Rubus idaeus	1	2	2	2	4	1	2	3	2	1
Deschampsia caespitosa		+	+							
Aegopodium podagraria	2	1	2	+	2	+	2		3	2
Milium effusum		+			+	+		+		1
Dactylis Aschersoniana	+		+	+	+	+		+	+	1
Geum urbanum			+	+						+
Pteridium aquilinum	4							1		
Dryopteris filix-mas	+	3	1	2	2	1	2	3	1	1
Athyrium filix-femina	2	3	1	4	+		2	2	1	2
Lysimachia vulgaris	+							+	+	
Polygonatum verticillatum										+
Lapsana communis							+		+	+
Dryopteris spinulosa								+		
Poa nemoralis										+
C ₂ Convallaria maialis	2			1		2			1	
Polygonatum multiflorum	1	+		+	+					
Equisetum pratense	2	4		4	1	2	2	1		2
Phyteuma spicatum	+	2		+					+	+
Stellaria nemorum	1	+	+		5	2	4	5	+	+
Stellaria holostea	1			1		1			+	+
Carpinus betulus	1							+	2	+
Mycelis muralis	+		+						+	1
Ranunculus lanuginosus	+			+	+	+	+	+	+	+
Actaea spicata		+	+		+	+			+	
Platanthera chlorantha		+								
Urtica dioica		+		1	+	+				
Galeopsis pubescens		+					1	+	+	
Scrophularia nodosa			+			2				2
Vicia silvatica				2						
Paris quadrifolia					+	+		+	+	+
Myosotis palustris						+				+
Melica nutans									+	+
Hypericum perforatum									+	+
Vicia sepium									+	+
C ₃ Hepatica nobilis	1	2	1	+		1			1	+
Galeobdolon luteum	+		2	3	+	2	2	3	3	3
Asperula odorata	2									
Fragaria vesca	1	+		+		1			1	1
Anemone nemorosa	+	2	+	+				+	+	1
Oxalis acetosella	3	2	4	1	1	1	1	1	1	
Mejanthemum bifolium	+	+	1			1		+		+
Ajuga reptans		1	1	1					+	+
Viola Riviniana			+			+		+	+	+
Ranunculus polyanthemos				+						
Veronica chamaedrys									1	

Przy powoływaniu się w tekście na te tabele będziemy się posługiwać wyżej podaną numeracją. Tablice współczynników, pochodzące od danych tabel zdjęciowych, otrzymają numerację typu dziesiętnego, np. tablica współczynników, opracowana na podstawie tabeli 1, otrzyma nr 1.1.

II. DEMONSTRACJA METODY

Tablica współczynników

Podstawą do opracowywania dendrytu jest tzw. tablica Czekanowskiego, stosowana również do sporządzania diagramu. Tablica taka w konkretnym przypadku zawiera wartości współczynników podobieństwa florystycznego między poszczególnymi zdjęciami lub zbiorowiskami roślinnymi. Tablicę tę dalej będę nazywał tablicą współczynników.

Ponieważ jednak wyjście od niej może utrudnić zrozumienie samej metody, rozpocznę od podania kilku wskazówek dotyczących jej opracowywania.

Nawet pobieżny przegląd jakiegokolwiek tabeli zdjęciowej pozwala zauważyć, że pewne zdjęcia są bardziej podobne pod względem swego składu florystycznego, to znaczy, że mają dużo gatunków wspólnych, o innych zaś można powiedzieć, że bardzo różnią się od pozostałych, to znaczy nie posiadają gatunków wspólnych lub mają ich niewiele.

Sporządzanie tablicy współczynników składa się z następujących czynności.

1. Obliczanie gatunków wspólnych

Chodzi tu o porównanie pod względem składu florystycznego kolejno każdego zdjęcia z każdym innym, to znaczy o policzenie, ile ma gatunków wspólnych zdjęcie 1 z 2, 1 z 3, 1 z 4 itd., 2 z 3, 2 z 4 itd., 3 z 4 itd. Praktycznie wykonuje się to dość szybko przy zastosowaniu usprawnienia zaproponowanego przez prof. A. Demianowicza (informacja ustna A. i W. Matuszkiewiczów). Używa się w tym celu paska papieru o długości takiej, jaką zajmuje cyfrowa część tabeli zdjęciowej i szerokości 3—4 cm. Pasek papieru dzielimy kreskami pionowymi na kolumny odpowiadające szerokością zapisowi poszczególnych zdjęć w tablicy zdjęciowej. Jeszcze lepiej jest uciąć paski z poliniowanego papieru, na którym sporządzono tabelę zdjęciową. W kolumnie odpowiadającej zdjęciu pierwszemu z lewej strony tabeli wpisujemy wyraźnie numer tego zdjęcia. Następnie pasek przesuwamy stopniowo ku dołowi

nego lewego rogu. Na przecięciu odpowiedniego wiersza i kolumny wpisujemy sumy gatunków każdej pary zdjęć, a pod nimi w tej samej kratce liczbę gatunków wspólnych. Do tego celu najwygodniej użyć papieru milimetrowego, dostatecznie trwałego i równo poliniowanego. Ponieważ tablica ta jest symetryczna względem przekątnej, wystarczy wypełnić tylko jedną jej część, najlepiej dolną lewą, zostawiając górną prawą na współczynniki podobieństwa.

Po wypełnieniu pierwszej kolumny z sumami warto zwrócić uwagę przy wypełnianiu następnych, że będą one zawierały sumy różniące się od sumy w poprzedniej kolumnie o tę samą wartość. Zamiast więc każdorazowo dodawać dwie dość duże zwykle liczby, można do sum z poprzedniej kolumny dodawać lub odejmować spostrzeżoną różnicę.

3. Obliczanie współczynników podobieństwa

Współczynnik podobieństwa

Każdej parze porównywanych zdjęć przyporządkujemy drogą umowy pewną liczbę, którą nazywamy współczynnikiem podobieństwa (miarą podobieństwa, odległością systematyczną — Kulczyński 1940).

Współczynnik podobieństwa dowolnej pary zdjęć przyjmujemy jako wyrażenie:

$$P = \frac{2 \cdot c \cdot 100}{a + b} \quad (2)$$

Jest to wzór Sørensen (1948) stosowany w Polsce pod nazwą wzoru Jaccarda i Steinhausa (Sławiński 1950). Poszczególne symbole oznaczają:

P — współczynnik podobieństwa wyrażony w procentach $0 \leq P \leq 100$,

c — liczba gatunków wspólnych dla danej pary zdjęć,

a — liczba gatunków w pierwszym zdjęciu,

b — liczba gatunków w drugim zdjęciu.

Mianownik jest więc sumą gatunków dwu porównywanych zdjęć.

Podobieństwo dwóch zdjęć fitosocjologicznych (zbiorowisk) jest tym większe, im więcej posiadają gatunków wspólnych w stosunku do ogólnej liczby gatunków. Dwa zdjęcia o dokładnie tym samym składzie gatunkowym będą miały współczynnik podobieństwa równy 100%. Para zdjęć o mniejszej liczbie gatunków wspólnych otrzyma współczynnik P odpowiednio niższy. Współczynnik P pary zdjęć nie posiadającej gatunków wspólnych jest równy zeru.

Zamiast obliczać współczynnik P przez każdorazowe podstawianie

wartości a , b , c do wzoru, można go dla niższych wartości odszukać w tablicach, a dla wyższych odczytać na monogramach Falińskiego (1958). Współczynniki zapisujemy na wspomnianej już tablicy (tabl. 1.1)

Tabela 1¹
Wartości „ $a+b$ ”, „ c ” i „ P ”

	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22
12		61,3	65,6	74,6	55,2	64,7	51,8	58,5	61,0	65,7
13	62 19		62,1	59,0	65,4	71,0	58,3	50,8	52,6	50,0
14	64 21	58 18		57,1	51,8	62,5	48,0	59,0	56,4	63,6
16	67 25	61 18	63		59,6	71,6	56,6	46,9	59,2	75,4
17	58 16	52 17	54 14	57 17		62,1	68,2	50,9	50,0	43,3
18	68 22	62 22	64 20	67 24	58 18		55,5	55,4	58,5	62,8
19	54 14	48 14	50 12	53 15	44 15	54 15		47,1	47,0	50,0
20	65 19	59 15	61 18	64 15	55 14	65 18	51 12		48,1	47,8
21	82 25	76 20	78 22	81 24	72 18	82 24	68 16	79 19		61,9
22	70 23	64 16	66 21	69 26	60 13	70 22	56 14	67 16	64 26	

Objaśnienie tablicy:

	12	13
12		P
13	$a+b$ c	

w jej prawej górnej części. Umieszczenie na jednej tablicy wartości $a + b$, c i P podyktowane jest tylko względami praktycznymi, to znaczy łatwością znalezienia odpowiadających sobie liczb w wypadku stwierdzenia pomyłek lub pojawienia się wątpliwości co do wysokości P .

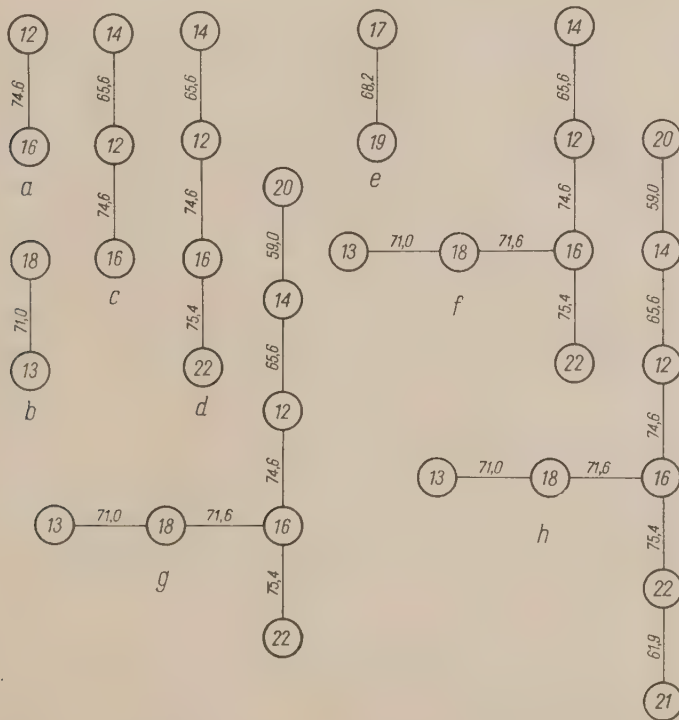
Konstrukcja dendrytu

Zasada konstrukcji dendrytu sprowadza się do łączenia każdego zdjęcia (lub zbiorowiska) ze zdjęciem (lub zbiorowiskiem) do niego najbardziej podobnym. Ponieważ w naszym przypadku miarą podobieństwa jest wysokość współczynnika P , łączymy ze sobą te zdjęcia (zbiorowiska), które wykazują jego najwyższą wartość.

Przed przystąpieniem do konstrukcji dendrytu należy zaznaczyć na tablicy współczynniki (np. przez obwiedzenie kolorowym ołówkiem) najwyższy współczynnik podobieństwa w każdym zdjęciu (tabl. 1.1).

Niżej przedstawie kolejne etapy konstrukcji dendrytu 10 zdjęć zestawionych w tablicy 1. Wartości współczynników podobieństwa między nimi zawarte są w tablicy 1.1.

Graficznym symbolem każdego zdjęcia niech będzie kółko z odpowiadającym mu numerem w środku. Pierwsze z brzegu tablicy jest zdjęcie

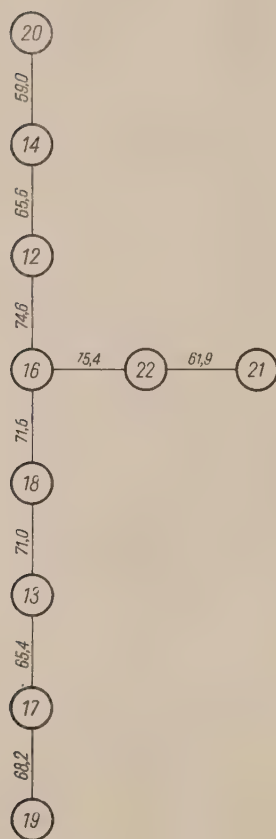


Ryc. 1.2. Konstrukcja dendrytu 10 zdjęć z *Querceto-Carpinetum*

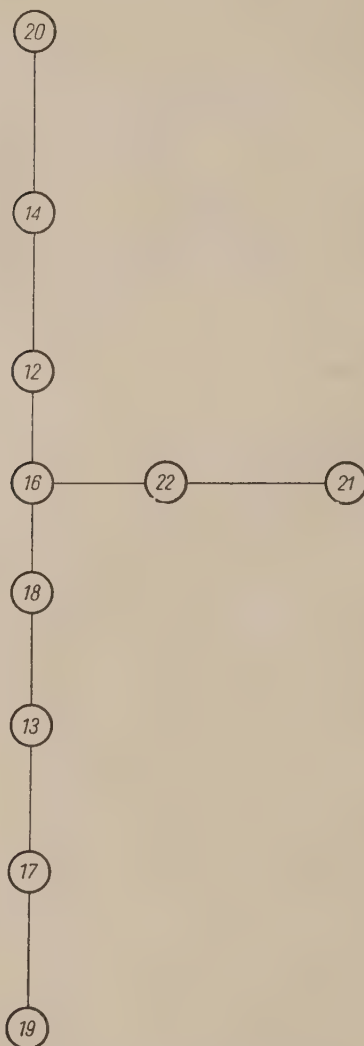
nr 12. Najwyższy współczynnik podobieństwa ($P = 74,6\%$) ma ze zdjęciem nr 16. Rysujemy więc symbole obu zdjęć i łączymy je odcinkami, nad którymi piszemy wartość P (ryc. 1.2a).

Następne zdjęcie w tablicy współczynników, nr 13, ma najwyższy współczynnik podobieństw ze zdjęciem nr 18 ($P = 71,0\%$). Rysujemy więc symbole obu zdjęć i łączymy je (ryc. 1.2b).

Zdjęcie nr 14 jest najbardziej podobne do zdjęcia nr 12. Rysujemy symbol zdjęcia nr 14 i łączymy odcinkiem ze zdjęciem nr 12 (ryc. 1.2c).



Ryc. 1.3. Dendryt 10 zdjęć z *Querceto-Carpinetum*



Ryc. 1.4. Dendryt 10 zdjęć z *Querceto-Carpinetum*, w którym wartości współczynnika P przedstawiono różnej długości odcinkami

Następnie łączymy zdjęcie nr 16 z powodu najwyższego współczynnika ($P = 75,4\%$) ze zdjęciem nr 22 (ryc. 1.2d).

Zdjęcie nr 17 z tego samego powodu trzeba połączyć ze zdjęciem nr 19 (ryc. 1.2e).

Zdjęcie nr 18 jest najbardziej podobne do zdjęcia na 16 ($P = 71,6\%$). Oba zdjęcia figurują już na naszych rysunkach (ryc. 1.2a, 1.2b); należy je

tylko połączyć. Łącząc je otrzymujemy dendryt złożony z pięciu zdjęć (ryc. 1.2f).

Zdjęcie nr 19 powinniśmy połączyć ze zdjęciem nr 17, lecz uczyniliśmy już to wcześniej dla zdjęcia nr 17—19 (ryc. 1.2e).

Zdjęcie nr 20 wykazuje najwyższy współczynnik P ze zdjęciem nr 14 ($P = 59,0\%$). Postępujemy w wiadomy sposób (ryc. 1.2g).

Zdjęcie nr 21 należy połączyć ze zdjęciem nr 22 ($P = 61,9\%$), co przedstawione jest na ryc. 1.2h. Zdjęcie nr 22 już poprzednio zostało połączone ze zdjęciem nr 16 (ryc. 1.2d). W ten sposób wyczerpaliśmy wszystkie zdjęcia. Ostatecznie otrzymaliśmy dwie części dendrytu (ryc. 1.2e i 1.2h), które należy połączyć ze sobą według zasady najwyższego podobieństwa. Zaczynamy zawsze od mniej licznej części dendrytu (ryc. 1.2e). Szukamy teraz w tablicy współczynników najwyższego P dla pary zdjęć, z których jedno pochodzi z mniej licznej części dendrytu, a drugie z liczniejszej.

Dla zdjęcia nr 17 znajdujemy w liczniejszej części dendrytu zdjęcie nr 13 ($P = 65,4\%$). Zdjęcie nr 19 ma najwyższe P w drugiej części dendrytu również ze zdjęciem nr 13 ($P = 58,3\%$). Przyjmujemy połączenie pierwsze z uwagi na wyższą wartość P .

Otrzymany dendryt dla wszystkich dziesięciu zdjęć (ryc. 1.3) należy jeszcze przerysowując rozciągnąć, tak aby otrzymać możliwie najdłuższą część liniową.

Przy okazji można liczbowe wartości współczynnika podobieństwa opuścić, określając podobieństwa między sąsiednimi zdjęciami przy pomocy odcinków o różnej długości. Odległość między symbolami zdjęć będzie wówczas tym mniejsza, im większe jest podobieństwo (wyższy współczynnik podobieństwa). Ryc. 1.4 przedstawia narysowany w ten sposób dendryt z ryc. 1.3.

Wielkość współczynnika podobieństwa między zdjęciami sąsiadującymi w dendrycie można również pokazać w inny sposób, np. używając odcinków o jednakowej długości, ale różnej grubości (tym grubsza linia, im wyższy P), lub stosując linie na różny sposób przerywane.

III. PRZYKŁAD INTERPRETACJI DENDRYTU

Do interpretacji najbardziej przydatny jest dendryt, którego odcinki różnej długości dodatkowo opisano wartościami współczynnika P . Otrzymany wyżej dendryt (ryc. 1.3 i 1.4) składa się z głównego pnia i jednego odgałęzienia i stanowi przykład dość łatwy do interpretacji. Dendryt o takim pokroju nazywamy prawie liniowym.

Podstawą do interpretacji dendrytu jest tabela zdjęciowa. Ponieważ zdjęcia uporządkowane są w dendrycie według zasady największego po-

dobieństwa, jest celowe ich umieszczenie w tej kolejności w tabeli zdjęciowej (tabl. 1.2). Interpretację ułatwia również uporządkowanie zstępujące gatunków w tabeli zdjęciowej.

Właściwa interpretacja dendrytu będzie polegała na znalezieniu w tabeli zdjęciowej uzasadnienia dla otrzymanego uporządkowania zdjęć. Chodzi więc o wyjaśnienie, dlaczego pewne płaty roślinne wykazują większe podobieństwo do siebie, tworząc bardziej jednorodne grupy. Analizujemy wtedy, które płaty stanowią postacie skrajne i dlaczego, które zaś są postaciami przejściowymi.

Wyjaśnimy to bliżej na przykładzie dendrytu grupującego 10 zdjęć ze zniekształconego fragmentu *Querceto-Carpinetum* (ryc. 1.3f i 1.4g). Rozpocząć najlepiej od jakiegoś zdjęcia skrajnego w dendrycie, np. od nr 20, przebiegając kolejno następne. W tabeli zdjęciowej spostrzegamy, że zdjęcie to różni się wybitnie od następnych, przede wszystkim brakiem kilku gatunków. Jego podobieństwo do zdjęć następujących po nim w dendrycie sprowadza się do posiadania gatunków występujących bardzo pospolicie w drzewostanie, podszyciu i runie. Oprócz tego posiada kilka gatunków nie występujących w ogóle w innych zdjęciach, np. w drzewostanie: *Alnus glutinosa*, w podszyciu: *Padus avium* i *Sambucus racemosa*, w runie: *Dryopteris spinulosa*. Położenie zdjęcia 20 przed zdjęciami nr 14 i 12 spowodowane jest występowaniem w jego runie *Acer platanoides* i częściowo *Quercus robur*, *Stellaria nemorum*, *Majanthemum bifolium*, tj. gatunków, które występują tylko w najbliższych zdjęciach.

Zdjęcia następne, tj. nr 14, 12, 16, 22 i 21, scharakteryzowane są obecnością *Daphne mezereum*, nie występującego w innych zdjęciach i kilku innych gatunków: *Phyteuma spicatum*, *Hepatica nobilis*, *Fragaria vesca*, *Millium effusum*, które wykazują istotne przywiązanie do tych zdjęć, chociaż pojawiają się jeszcze w następnych. Zresztą łatwo prześledzić w tablicy stopniowe zastępowanie się gatunków w zdjęciach, co spowodowało nawet liniowy kształt dendrytu.

W pozostałych czterech zdjęciach pojawiają się ponownie gatunki, które już występowały w zdjęciach nr 20, 14 i 12, np.: *Stellaria holostea*, *Quercus robur*.

Analizując skład florystyczny zauważyć można, że zdjęcia położone na końcach odgałęzień dendrytu (nr 20, 21 i 19) zawierają elementy obce w lesie grądowym (*Populus tremula*, *Frangula alnus*, *Lysimachia vulgaris*, *Veronica chamaedrys*). Zatem zdjęcia te uważać możemy za odbiegające od typu *Querceto-Carpinetum*. Każde z nich reprezentuje skrajną formę tego zespołu, zapewne z tendencją zmian ku innym typom lasów. Wyłączenie tych skrajnych zdjęć z typu potwierdza również proponowana metoda podziału dendrytu na grupy jednorodne (patrz rozdz. V).

IV. ZDJĘCIA PODOBNE I NIEPODOBNE. GRUPY TYMCZASOWE

Zagadnienie podobieństwa, mimo że wyrażane metodami statystycznymi, jest w swej istocie zagadnieniem logicznym i stanowi przedmiot badań jednego z działów logiki, mianowicie teorii relacji. Wiele ciekawych uwag na ten temat znajduje się w pracy Guinocheta i Casala (1953), omawiającej analizę różniczkową Czekanowskiego.

Z pewnych, przedstawionych w tej pracy, racji logicznych wynika potrzeba przyjęcia wartości $P = 50\%$ jako dolnej granicy, powyżej której dwa zdjęcia są podobne.

Przyjęcie jakiegś, choćby umownej, granicy jest w tym przypadku nieodzowne, nie tylko w celu sprecyzowania pojęcia podobieństwa między płatami lub zbiorowiskami roślinnymi, ale wymagają tego również cele taksonomiczne. Chodzi tu o znalezienie kryterium do łączenia elementów (zdjęć, zbiorowisk) w grupy.

Graficzne schematy podobieństwa, jakie otrzymujemy w wyniku zastosowania taksonomii wrocławskiej, reprezentują w typowych przypadkach grupy lub szeregi elementów (zdjęć, zbiorowisk). Należy tylko znaleźć sposób ich wyodrębnienia.

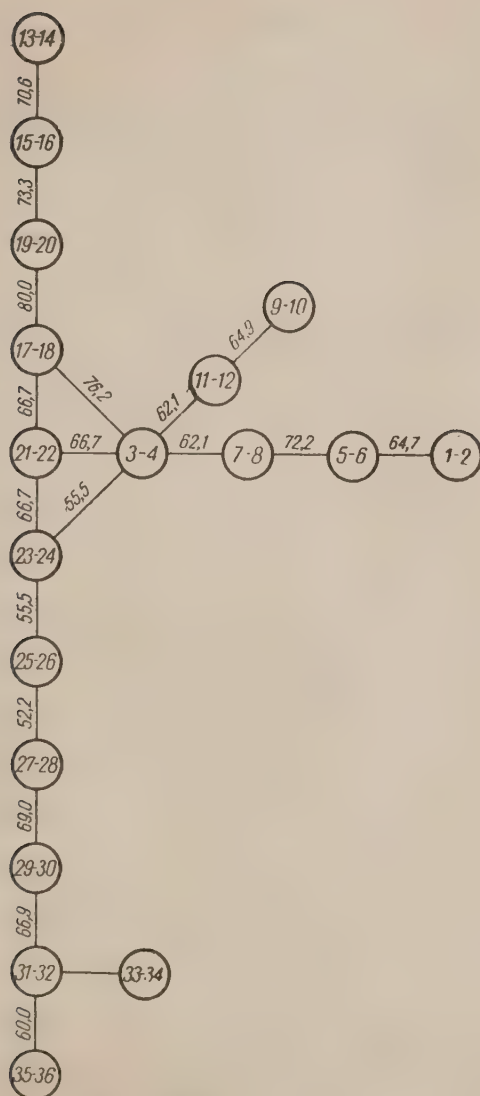
Zasada tzw. podziału wrocławskiego (Perkal 1953) proponuje dzielić dendryt na grupy na podstawie zwiększenia odległości (w naszym przypadku obniżenia wartości współczynnika P) między sąsiadującymi elementami (zdjęciami, zbiorowiskami) w dendrycie. Istnieje przy tym możliwość podziału dendrytu na żadaną dowolnie ilość grup przez odrzucenie kolejno mniejszych odległości. Możliwość ta wyraźnie obniża wartość tzw. podziału wrocławskiego. Jeżeli jednak sprawę odwrócimy umawiając się, że dendryt rozpadnie się na grupy tylko w miejscach, gdzie wartość P jest równa lub niższa od $50,0\%$, otrzymamy w danym przypadku zawsze taką samą ilość grup. W myśl tej zasady podzielono na grupy dendryty przedstawione na rycinach 2.1 oraz 3.1. W praktyce jednak taka zasada podziału prowadzić może do sytuacji, w której grupa zawiera zdjęcia lub zbiorowiska nie mające gatunków wspólnych.

Przykład: Wszystkie połączenia w dendrycie transektu (ryc. 2.1) oparte są na P większym od 50% , więc cały dendryt mógłby uchodzić za grupę. Lecz znajdują się w tym dendrycie powierzchnie próbne, nie posiadające ani jednego gatunku wspólnego: powierzchnia nr 2 z nr 31, 33, 34. Zaliczanie ich więc do jednej grupy byłoby nonsensem. Wobec tego proponuję, aby grupy otrzymane w ten sposób nazywać grupami tymczasowymi. Przyjęcie jako zasady podziału dowolnie wyższego

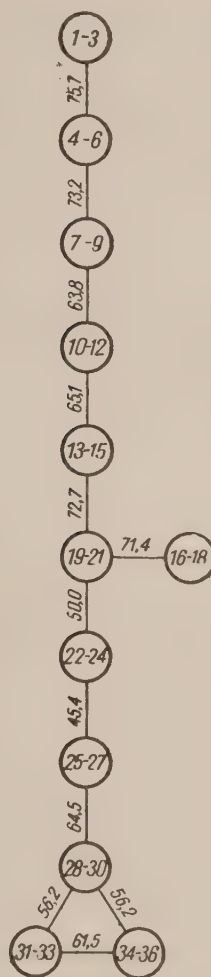


Ryc. 2.1. Dendryt transektu dla pojedynczych powierzchni

współczynnika P również nie daje gwarancji, że w grupie znajdą się tylko zdjęcia mające gatunki wspólne. Niebezpieczeństwo to wzrasta, zwłaszcza w dendrytach o kształcie prawie liniowym, nie mówiąc już o tzw. lineamentach (patrz rozdz. VI). Dzieje się to na skutek zastępowania się gatunków kolejno w sąsiadujących ze sobą w dendrycie zdjęciach.



Ryc. 2.2. Dendryt transektu dla powierzchni połączonych po dwie



Ryc. 2.3. Dendryt transektu dla powierzchni połączonych po trzy

Podanie zasady lepszego podziału, który będzie wolny od tych niedomagań, wymaga przyjęcia następującej definicji pary zdjęć podobnych (pary zbiorowisk podobnych):

Dwa zdjęcia (dwa zbiorowiska) są podobne, jeżeli mają więcej niż połowę gatunków wspólnych, to znaczy współczynnik podobieństwa wyższy od 50%.

Nowa zasada podziału na tzw. grupy jednorodne jest omówiona w następnym rozdziale.

Grupy tymczasowe i grupy jednorodne pozostają względem siebie (przy tej samej granicy P) w stosunku nadrzędności, wyjątkowo w stosunku zmienności, nigdy zaś w stosunku krzyżowania.

V. ZASADA PODZIAŁU DENDRYTU NA GRUPY JEDNORODNE

Propozycja I: Do jednej grupy należą tylko zdjęcia, z których każda dowolna para ma współczynnik podobieństwa P większy od 50%. Oznacza to, że każde zdjęcie z każdym ma więcej niż połowę gatunków wspólnych. Taką grupę nazywam jednorodną. Praktycznie można taką grupę wyodrębnić w dendrycie przy użyciu diagramu Czekanowskiego lub tablicy współczynników. Praca polega na notowaniu dla każdego zdjęcia tych zdjęć z grupy wyodrębnionej tymczasowo (patrz rozdział poprzedni), które mają z nim $P > 50\%$. Łatwo przy tym spostrzec, że zdjęcia odległe w dendrycie prawie nigdy nie mają $P > 50\%$, a większość zdjęć wyraźnie nawiązuje do zdjęcia centralnego w dendrycie lub w grupie wyodrębnionej tymczasowo. Dalsza praca polega na kolejnym odrzucaniu zdjęć, które mają mało $P > 50\%$.

Propozycja II: Dążenie nasze musi być skierowane na otrzymanie możliwie jak najmniej grup, przy czym grupy powinny być jak najbardziej liczne. Postępując bez tego zastrzeżenia moglibyśmy stworzyć olbrzymią ilość grup, np. dwu, a nawet jednozdjęciowych, których wartość systematyczna byłaby wątpliwa.

Guinochet i Casal (1957) zauważyli, że można by przeprowadzić idealną klasyfikację tworząc dla każdego elementu zbioru odrębną klasę. Oczywiście taka klasyfikacja będzie pozbawiona jakiejkolwiek wartości.

Stosując w praktyce I i II propozycję, otrzymujemy w dendrycie grupy centralne, kilka peryferyjnych i kilka pojedynczych zdjęć. Każda wyodrębniona na tej zasadzie grupa zdjęć jest jednorodna i stanowi zapewne jakąś jednostkę fitosocjologiczną. Jest jednak każdorazowo rzeczą badacza rozstrzygnąć, z jaką jednostką fitosocjologiczną mamy wtedy do czynienia.

Sposób wyodrębniania grup jednorodnych w dendrycie zademonstruję na przykładzie z dendrytem transektu (ryc. 2.1).

Rozpoczynamy od zdjęcia (powierzchni) nr 4.

Wypisujemy z tablicy współczynników numery zdjęć o wartości $P > 50\%$:

dla zdjęcia nr 4: 1 — 23.

Więc jest tylko możliwe zaliczenie do jednej grupy zdjęć od nr 1 do 23.

Dla zdjęcia nr 3: 1 — 11 oraz 13 — 23.

Jeżeli z tytułu wysokiego współczynnika ($P = 94,7\%$) zaliczymy do jednej grupy zdjęcie 3 i 4, to wykluczamy, aby do tej grupy należało zdjęcie nr 12, które ze zdjęciem nr 3 ma $P < 50\%$.

Dla zdjęcia nr 2: 1 — 9, 12 — 14, 16 — 19 oraz 21.

Jeżeli zdjęcie nr 2 będzie należało do grupy zdjęć nr 3 i 4, nie można będzie tu zaliczyć zdjęć mających $P \leq 50\%$, choćby z jednym z tych trzech zdjęć. Wykluczone więc są zdjęcia: nr 10, 11, 12, 15, 20, 22, 23 i wszystkie następne.

Dla zdjęcia: nr 6: 1 — 9 oraz 16 — 17;

nr 8: 1 — 10;

nr 7: 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 16 — 19 i 21.

Włączenie zdjęć nr 6, 7, 8 do jednej grupy ze zdjęciami 2, 3, 4 spowodowałoby dalsze z niej wykluczenie zdjęć nr: 1, 5, 13, 14, 16 — 22. Należy więc zrezygnować z włączenia tych zdjęć do wyodrębnianej grupy, ponieważ wówczas wypadną z niej inne zdjęcia zmniejszając znacznie liczebność grupy.

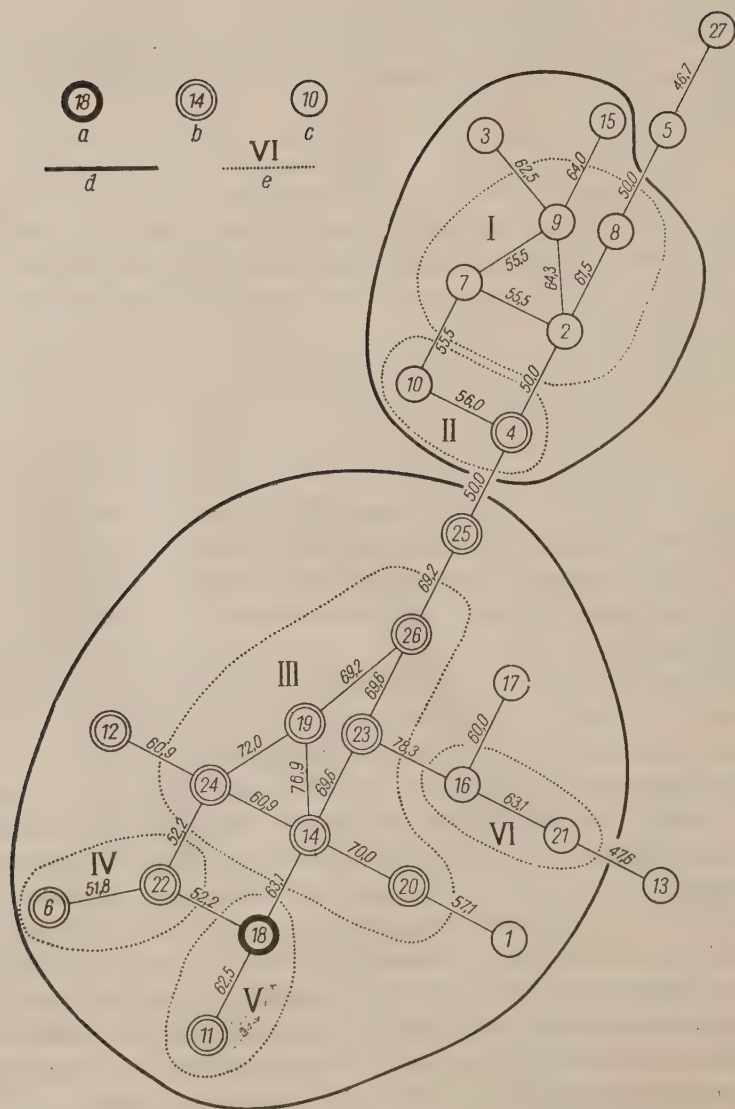
Ze zdjęć nr 6, 7, 8 tworzy się odrębna grupa, której wartość P dla dowolnej pary jest większa od 50% .

Dalsze postępowanie jest podobne do opisanego wyżej.

W pewnym miejscu spotkamy się z trudnością wyboru, czy włączyć do grupy zdjęcie nr 19 czy 9, ponieważ wzajemnie się wykluczają ($P < 50\%$), nawiązując przy tym do innych zdjęć grupy. Włączając zdjęcie nr 9 spowodujemy nie tylko odpadnięcie zdjęcia nr 19, ale i rozłączenie zdjęć nr: 5, 10, 11 i 12. Włączamy więc do wyodrębnianej grupy zdjęcie nr 19, a zdjęcie nr 9 zajmie centralne miejsce w grupie zdjęć nr 5, 10, 11 i 12. Rycina 2.1 przedstawia ostateczny podział dendrytu na grupy jednorodne, których jest 8. Pozostały przy tym pojedyncze zdjęcia, które nie dają się zaliczyć do żadnej z grup. Stanowią one bądź skrajne przypadki, bądź zajmują miejsce pośrednie między grupami.

Jeżeli według demonstrowanej wyżej zasady podzielimy dendryt z *Querceto-Carpinetum* (ryc. 1.3), otrzymamy jedną grupę centralną i trzy pojedyncze zdjęcia odbiegające od typu (nr 19, 20, 21).

Dendryt roślinności kęp z rezerwatu «Niebieskie Źródła» rozpada się wtedy na 6 grup i 9 pojedynczych zdjęć (ryc. 3). Interpretacja florystyczna tego podziału zawarta jest w tabeli zdjęciowej (tabl. 3).



Ryc. 3. Dendryt roślinności 27 kęp w rezerwacie «Niebieskie Źródła». Objaśnienia:
 a — na kępie *Alnus glutinosa* w postaci siewki, b — *Alnus glutinosa* w postaci drze-
 wa; c — *Alnus glutinosa* w postaci krzewu; d — granice grup tymczasowych, e —
 granice i numery grup jednorodnych

Tabela 3

Roślinność kęp w rezerwacie „Niebieskie źródła” nad Pilicą

Nr kępy	27	5	8	2	7	9	15	3	10	4	25	26	23	14	19	24	20	1	12	6	22	18	11	13	21	16	17	
Maksymalne wyniesienie kępy nad poziom wody w m	03	04	03	05	04	02	04	01	04	04	04	04	05	05	06	07	03	04	04	04	06	05	05	04	05	04	05	
Powierzchnia w m ²	43	06	08	15	42	08	12	07	11	25	17	24	14	17	11	12	18	18	12	20	06	04	11	06	10	06	24	
Kształt kępy: P - płaska		P	P	P	P	P	P	P	P	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	P	P	P	P	P	
K - kopulasta																												
Nr grupy w dendrycie					I				II						III					IV				VI				
Liczba gatunków	18	12	12	14	22	14	11	18	32	18	14	12	11	12	14	11	0	13	12	15	12	7	9	14	7	12	18	
Scutellaria galericulata	+	3	+	+	1	1	+	+	+										1		+			+				
Lycopus europaeus	+	3	+	+	1	1	+	1	+	+										+	+	+			3	2	3	2
Alnus glutinosa - krzew	3	3	3	3	5	2	3	2	4	2				2					1									
Galium plaustris	+	2	1		2	+	+	1	2	2	+								1	+			+					
Rhamnus cathartica - krz.			2	1	3	2			2	2															2		2	
Peucedanum palustre	1	3	1	1	2	1		1	2	3		+	+	2	+	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	
Filipendula ulmaria	2		5	1	3	2		1	2	3		+	+	2	1	1	1	2	1		1	1	2	3	1	1	2	
Valeriana sambucifolia			1	1	+	1	2	+	1	+		+	+	+	+	+	1							+	+			
Carex paniculata			2	3	2	2	2	1	2	2	1				2	2		3	1	1		+	1				1	
Valeriana officinalis					+	+	1																					
Epilobium parviflorum							1	+	+	+																	+	
Iris pseudoacorus	+								+	+																		
Rumex acetosa		1							+	2					+	+		1	+									
Carex riparia		1							2	2																		
Stachys palustris			+	2					1	1	+										1							
Lapsana communis									1	1	1														+			
Glyceria aquatica	+	+					2		+	+	1	1													1	2	2	2
Dryopteris spinulosa	1				2				+	2	3	1	3	1	2			3	1	2	5	4		2				
Alnus glutinosa - drzewo									3	3		1	3	3	2	3	4	4	2						2	3	2	
Frangula alnus - krzew	2				1	2			1	+		1	+	+	+	3	2	1								1	1	
Lysimachia vulgaris		+	1																1	+								
Humulus lupulus	1																											
Padus avium - krzew						2																						
Rumex hydrolopathum	1					1		+											2									
Sorbus aucuparia-krzew											1									3	2							
Poa trivialis								2						1	3								3	4		4	3	
Carex elongata	1					1		1																				
Paris quadrifolia	1																			3	1	3		3				
Carex gracilis	2	1	+		+						+	2	1															
Rupatrium cannabinum	1	+		2	1					+									+		1			1				
Stellaria palustris																							1					
Lychnis flos-cuculi			+	+				+			+								+									
Cardamine pratensis			+	+																	+							
Solanum dalcamera				3						1									1							+		
Oenanthe aquatica									1	+																		
Equisetum palustre						2			+	+																		
Aegopodium podagraria						1			+	+											+							
Mentha aquatica									+	+															+			
Viburnum opulus - krzew						2								1												3	2	
Caltha palustris						+				2								3	3		+				+		+	
Rhamnus cathartica-runo							+				+																	
Ranunculus acer								1		+									+									
Cardamine amara									+	1										1					+		2	
Geum rivale										1																	1	
Taraxacum officinale										+																		
Dryopteris thelypteris																2	1											

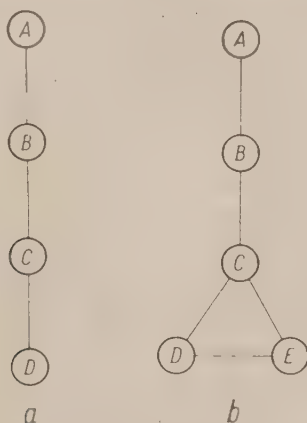
Gatunki sporadyczne /występujące tylko na jednej z kęp/:

Serophularia nodosa /27/, Juniperus communis-krzew /8/, nalot /7/, Leontodon autumnalis /3/, Potentilla anserina /3/, Glechoma hederacea /10/, Helcus lanatus /10/, Sium latifolium /10/, Belis perennis /10/, Potentilla erecta /10/, Ribes Schlechtendalii - krzew /25/, Majanthe un bifolium /14/, Frangula alnus - runo /19/, Padus avium - runo /24/, Cornus sanguinea - krzew /6/, runo /6/, Alnus glutinosa - runo /10/, Mentha longifolia /13/, Meryanthos trifoliata /13/, Achillea millefolium /13/, Cirsium palustre /16/.

VI. KSZTAŁT DENDRYTU A ZAGADNIENIE JEDNORODNOŚCI MATERIAŁU

Przedstawione w tej pracy dendryty są różnorodne pod względem swojego kształtu. Różnorodność ich jest w rzeczywistości o wiele większa. Bez względu na to, od którego zdjęcia rozpoczniemy budowę dendrytu, otrzymujemy zawsze taki sam dendryt. Położenie zdjęć w dendrycie jest jednoznaczne. Otrzymanie dwóch różnych dendrytów na podstawie tej samej tablicy współczynników może być spowodowane tylko i wyłącznie przez błędy w konstrukcji.

Zdaniem twórców taksonomii wrocławskiej (Perkal 1958) nie są dendrytami figury przedstawiające uporządkowanie elementów zbioru:



Ryc. 4. Graficzne schematy podobieństwa, które nie są dendrytami

(zdjęć, zbiorowisk) przy pomocy linii nie rozgałęziającej się (ryc. 4). Ponieważ jednak w praktyce i przy użyciu właściwych metod otrzymuje się także takie schematy podobieństwa, jest uzasadnione traktowanie ich również jak figur świadczących o podobieństwie.

Proponuję zatem graficzne schematy podobieństwa otrzymane według metody taksonomii wrocławskiej dzielić na:

1. Gałęziste figury podobieństwa, czyli dendryty,
2. Liniowe figury podobieństwa, czyli lineamenty*.

W typowych przypadkach dendryty przedstawiają grupy elementów, a lineamenty szeregi elementów.

Lineamenty powstają zwykle wtedy, gdy brak w tablicy współczynników choćby jednego zdjęcia mającego wysokie współczynniki P z po-

* Łacińskie: *lineamentum* — linia, kreska, zarys, kontury.

zostałymi, tj. zdjęć, które w dendrycie lub grupie dendrytu zajmą miejsce centralne.

Zdjęcia uporządkowane liniowo charakteryzują się kolejnym zastępowaniem się gatunków. Na skutek tego zdarzają się wypadki, że dwa zdjęcia dość odległe w dendrycie (w sensie geometrycznym) nie mają w ogóle gatunków wspólnych, mimo że zdjęcia pośrednie są połączone wysokimi współczynnikami P .

Lineament przedstawia zatem najczęściej zdjęcia porządkujące się według reakcji roślinności na określony czynnik. Zdjęcia skrajne w lineamencie stanowią wtedy albo początek, albo koniec działania danego czynnika, a zdjęcia pośrednie — etapy przejściowe. Stąd wyodrębnienie większych grup w lineamencie jest zazwyczaj trudne, a często nawet niemożliwe. Nie oznacza to oczywiście bezużyteczności lineamentu. Jego największa wartość polega na wykazaniu liniowego charakteru zmian danej roślinności oraz możliwości śledzenia tendencji i kierunków zmian. Odległości (wysokości P) między zdjęciami w lineamencie charakteryzują być może wzrastanie lub malenie roli danego porządkującego czynnika siedliska. Przykładem mogą być tutaj lineamenty transektów.

Lineament wykazywać może również zmiany sezonowe w rozwoju roślinności. Można więc na przykład skonstruować lineament (lub dendryt) z wyników kolejnych obserwacji fenologicznych na jednej powierzchni próbnej. Jest oczywiste, że lineament da uporządkowanie odpowiadające kolejności czynionych obserwacji. Wartość zasadniczą będą tu miały wysokości współczynnika P między każdorazowo odnotowanymi stanami fenologicznymi roślin na danej powierzchni próbnej. Zmniejszenie odległości w lineamencie wskazywać będzie na zwiększenie tempa zmian i odwrotnie.

Gałęziste figury podobieństwa, czyli dendryty, mogą składać się z kilku lub jednej grupy. W pierwszym przypadku każda liczniejsza grupa ma zdjęcia centralne. Klasyczny przykład dendrytu i jego zastosowania do celów systematyki fitosocjologicznej znajduje się w pracy A. Matuszkiewicz (1958).

Dalsze studia nad zastosowaniem taksonomii wrocławskiej do fitosocjologii winny iść w kierunku wyświetlenia roli, jaką w szacie roślinnej odgrywają płaty lub zbiorowiska, które w dendrycie zajmują bądź miejsca skrajne, bądź pośrednie między grupami. Ich skrajny lub przejściowy charakter, jak o tym możemy się przekonać na podstawie tablic fitosocjologicznych, nie budzi wątpliwości. Wszelkie próby powiązania tych spostrzeżeń z wiadomościami o siedlisku przyniosą prawdopodobnie rozwiązanie. Wreszcie celowe wydaje się sprawdzenie każdorazowo w terenie wyniku otrzymanego metodą dendrytową.

VI. WYKORZYSTANIE DENDRYTU DO PORZĄDKOWANIA TABLICY ZDJĘCIOWEJ I DIAGRAMU CZEKANOWSKIEGO

Opracowanie tabeli zdjęciowej wymaga z reguły dokonania zmian w kolejności zdjęć, w celu wykazania wzajemnych różnic i podobieństw florystycznych. Czynność ta napotyka na olbrzymie trudności, które wzrastają z liczbą zdjęć w tabeli.

Ilość możliwych uporządkowań zdjęć w tablicy jest równa silni z liczby zdjęć ($n!$). Dla pięciu zdjęć jest możliwych uporządkowań:

$$5! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 = 120.$$

Dla dziesięciu zdjęć istnieje 3 628 800 kombinacji, dla dwudziestu: 2 432 902 008 176 640 000 kombinacji.

Ponieważ najczęściej dla fitosocjologa kolejność zdjęć A, B, C, jest równoznaczna z kolejnością C, B, A, ilość możliwych kombinacji zmniejsza się o połowę, tj. równa się:

$$\frac{n!}{2}, \quad (3)$$

Jest to jednak zawsze liczba olbrzymia i poszukiwanie najlepszego uporządkowania na drodze kolejnego przesuwania zdjęć w tablicy jest zazwyczaj bezowocne. Bezowocność takich poszukiwań jest spowodowana jeszcze inną przyczyną.

W tabeli zdjęciowej i diagramie Czekanowskiego potrzebne jest liniowe uporządkowanie n zdjęć, które zwykle z powodu wielokrotnych nawiązań dają się uporządkować tylko w wielowymiarowej przestrzeni, tj. można je połączyć linią rozgałęziającą się (dendryt).

Opracowując więc dendryt zdjęć z danej tabeli zdjęciowej znajdujemy najlepsze położenie każdego zdjęcia względem sąsiednich. Jeżeli dendryt jest liniowy w dosłownym tego słowa znaczeniu (lineament), to znalezione uporządkowanie jest najlepsze i bez żadnych zmian nadaje się do diagramu Czekanowskiego i tabeli zdjęciowej. Takie figury należą jednak do wielkiej rzadkości, a obecność choćby jednego bocznego odgałęzienia stwarza natychmiast trzy możliwe uporządkowania. Na przykład, chcąc ustawić w tabeli zdjęciowej lub diagramie Czekanowskiego zdjęcia uporządkowane dendrytem nr 1.3, mamy do wyboru kolejności:

- a. 20—14—12—16—18—13—17—19— i dalej 22—21,
- b. 20—14—12—16—22—21 i dalej 18—13—17—19,
- c. 21—22—16—18—13—17—19 i dalej 12—14—20.

Którą z tych kolejności należy wybrać — niełatwo zdecydować. Trudność wyboru nie oznacza jednak bezużyteczności samego dendrytu do porządkowania tabeli i diagramu, ponieważ znaleźliśmy dla wielu zdjęć uszeregowanie, które daje się wykorzystać bez zmian. Zresztą ułożenie zdjęć w każdej z tych trzech możliwych kolejności daje wynik godny uwagi.

Dotychczasowe doświadczenia przy wykorzystaniu dendrytu do porządkowania diagramów i tabeli zdjęciowej pozwalają podać tylko kilka ogólnych uwag:

1. Ustalanie kolejności zdjęć w tabeli na podstawie dendrytu rozpoczynamy od skrajnego zdjęcia.
2. Kolejność zdjęć w głównym pniu dendrytu zachowujemy zawsze wtedy, gdy boczne odgałęzienia połączone są z nim niskimi wartościami P .
3. Zdjęcia centralne w dendrycie lub w grupie winny zająć podobne miejsce w tabeli.
4. Jeżeli główny pień dendrytu składa się ze zdjęć mało do siebie podobnych, a w odgałęzieniach wartość P jest wyższa, rezygnujemy z kolejności przedstawionej w głównym pniu i zapisujemy kolejno zdjęcia każdej następnej grupy.

VIII. DENDRYTY I LINEAMENTY TRANSEKTÓW

Niżej przedstawione rozumowanie wymaga przyjęcia następujących założeń:

1. Jeżeli roślinność zmienia się regularnie na zboczu w określonym kierunku, to jest to spowodowane zmianą czynników siedliskowych.
2. Zmienność roślinności na zboczu polega na kolejnym zastępowaniu się gatunków w następujących po sobie płatach, więc jest to zmienność liniowa.
3. Jeżeli zmienność ta ma charakter liniowy, to graficzny schemat podobieństwa wytyczonego na zboczu transektu powinien mieć kształt liniowy (lineament), a kolejność powierzchni próbnych w lineamencie odpowiadać będzie ich kolejności w transekcje.

Tabela 2 stanowi zestawienie materiałów uzyskanych z wytyczenia transektu na zboczu. Wzdłuż liny wytyczono kolejno 36 powierzchni próbnych w kształcie kwadratu o boku 1 m. Wykonano więc właściwie 36 zdjęć fitosocjologicznych, na bardzo małych powierzchniach, numerowanych kolejno poczynawszy od wierzchołka zbocza. Tabela 2 posłużyła do opracowania według poznanej zasady dendrytu. Numery w dendrycie odpowiadają numerom powierzchni próbnych w transekcje. Otrzyma-

liśmy dendryt, a nie spodziewany lineament (ryc. 2.1). Mogą stąd płynąć dwa wnioski:

- 1) zmienność roślinności na zboczu nie ma charakteru liniowego, albo
- 2) powierzchnie 1 m^2 są zbyt małe, aby były w stanie odzwierciedlać istotne tendencje zmian w roślinności porastającej zbocze.

Przyjmujemy do sprawdzenia wnioszek drugi, opierając się na przypuszczeniu, że prosty przypadek może spowodować brak na danej powierzchni próbnej akurat tych gatunków, które są czułe na zmiany działania czynników siedliskowych. Sprawdzenia wniosku dokonać tylko można używając większych powierzchni próbnych. Ponieważ w transekcie każda powierzchnia próbna graniczyła od góry z poprzedzającą (z wyjątkiem pierwszej), a od dołu z następną, nie stoi na przeszkodzie, aby sąsiednie powierzchnie połączyć po dwie lub trzy. Oczywiście jest to tylko dopuszczalne w transekcie, a nigdy przy zdjęciach fitytosocjologicznych.

Połączono więc powierzchnie 1 z 2, 3 z 4 itd. W ten sposób powstały powierzchnie o wielkości 2 m^2 , w stosunku do pierwotnych bogatsze w gatunki. Dla nich opracowano nowy dendryt (ryc. 2.2). Dendryt ma kształt bardziej liniowy, a większość powierzchni jest uszeregowana w kolejności transektu. Wyodrębniające się w nim grupy powierzchni dają się scharakteryzować obfitym występowaniem pewnych gatunków. I tak na powierzchniach od 1—12 występuje zawsze *Melica nutans*, od 1—22 *Hepatica nobilis*, od 27—36 *Rubus idaeus* (patrz tabela 2).

Powiększenie powierzchni próbnych do 3 m^2 przez łączenie w jedną trzech sąsiednich ((1—3, 4—6) pozwala na opracowanie dendrytu prawie liniowego (tylko z jednym bocznym odgałęzieniem). Kolejność powierzchni próbnych jest przy tym w zasadzie zgodna z transektem (ryc. 2.3).

Jak wynika z dendrytów, powiększenie powierzchni próbnych pozwala wykazać liniowy charakter zmian roślinności na zboczu. Podkreślam, że dendryt znalazł tu dodatkowe zastosowanie, mianowicie przy określaniu dolnej granicy wielkości powierzchni próbnej. Granica ta dotyczy oczywiście tylko tego konkretnego transektu.

Zasady interpretacji graficznych schematów podobieństwa dla transektów wymagają jeszcze szczegółowego opracowania i przedyskutowania.

IX. OCENA METODY DENDRYTOWEJ

1. Taksonomia wrocławska jest metodą obiektywną. Jej obiektywność jest tego rodzaju, że można skonstruować maszynę budującą dendryty (Perkal 1953). Spiesznej mechanizacji wymaga jednak nie samo konstruowanie dendrytu, a wcześniejsze prace, to jest opracowywanie

tablicy współczynników. Konstruowanie dendrytu przez samego badacza ma cenną zaletę, ponieważ zmusza do uważnego zapoznania się z tablicą współczynników i ułatwia późniejszą interpretację. Opracowywanie tablicy współczynników, mimo że znacznie ostatnio ułatwione przez zastosowanie do obliczania gatunków wspólnych metody prof. Demianowicza i zastąpienie żmudnych rachunków tablicami Falińskiego (1958), jest ciągle czynnością, która wymaga wiele nakładu pracy i wysiłku. Istnieje przy tym obawa popełnienia omyłek.

Budowa maszyny, obliczającej gatunki wspólne na zasadzie metody prof. Demianowicza, nie stanowi problemu technicznego. Wymaga tylko użycia baterii liczników elektromagnetycznych i zastąpienia tradycyjnej tablicy zdjęciowej płytą perforowaną lub matrycą układaną ze specjalnych klocków.

2. Uporządkowanie zdjęć w dendrycie jest jednoznaczne. Na podstawie danej tablicy współczynników zbudować można tylko jeden dendryt. Otrzymanie dwóch różnych dendrytów może być spowodowane tylko błędami w konstrukcji.

3. Niekiedy, zwłaszcza wśród antropologów, wygłaszano sądy, że metoda dendrytowa jest mało selektywna i nie zawsze potwierdza wyniki badań osiągnięte na innej drodze.

Zarzut małej selektywności jest zupełnie bezpodstawny. Jeżeli w dendrycie wyodrębnianie grup jest niemożliwe, to nie jest to winą samej metody, lecz jest spowodowane charakterem materiału wziętego do badań. Przy tym istnieją możliwości: albo materiał jest źle zebrany i nie charakteryzuje prawidłowo zbiorowiska, albo jest dobrze zebrany, a zbiorowisko jest bardzo jednorodne, więc wyróżnianie grup jest niemożliwe. Wreszcie, przy prawidłowo zebranych materiale, może się okazać, że zbiorowisko jest na tyle niejednorodne, że każde zdjęcie stanowi dla siebie wybitnie odrębny płat.

4. Metoda dendrytowa pozwala klasyfikować zbiorowiska roślinne różnej rangi, śledzić i ilustrować wzajemne podobieństwa i różnice między płatami i — być może — określać tendencje i kierunki zmian w szacie roślinnej. Prócz tego dendryt jest pomocny przy porządkowaniu tablicy zdjęciowej i diagramu Czekanowskiego.

5. Na osobną uwagę zasługuje możliwość konstruowania dendrytów gatunków na tle zbiorowisk. Są to tak zwane dendryty dualne. Ograniczona ilość miejsca nie pozwoliła na demonstrację takiego dendrytu. Opracowywanie dendrytu dualnego można oprzeć na zwykłej tabeli zdjęciowej. Na jej podstawie porównujemy każdy gatunek z każdym pod względem występowania w poszczególnych zdjęciach fitosocjologicznych, czyli liczymy w ilu zdjęciach występują jednocześnie oba gatunki każdej

pary. Stosunek liczby zdjęć wspólnych do sumy zdjęć, w których występują oba gatunki będzie miarą podobieństwa (skojarzenia) gatunków. Uzyskane wartości liczbowe podstawiamy do wzoru Sørensen'a (1948) i gromadzimy w tablicy współczynników według poznanej zasady. Poszczególne symbole wzoru Sørensen'a (2) będą wtedy oznaczały:

- P — współczynnik skojarzenia gatunków w % (Motyka 1947),
 $a + b$ — suma zdjęć, w których występują oba gatunki,
 c — liczba zdjęć wspólnych.

Konstrukcja dendrytu dualnego jest identyczna jak w wypadku zwykłego dendrytu.

6. Należy postawić pytanie, w jakim stopniu dendryt ilustruje rzeczywiste podobieństwo florystyczne między zdjęciami. Zależy to oczywiście w dużym stopniu od samej tablicy współczynników. Obliczając sumy gatunków i liczby gatunków wspólnych traktowano wszystkie gatunki jednakowo bez względu na ich stopień pokrycia. Wzięto więc pod uwagę tylko fakt, czy dany gatunek występuje w zdjęciu (1), czy nie (0).

Z socjologicznego punktu widzenia nie jest jednak obojętny fakt, czy np. *Stellaria nemorum* występuje w stopniu pokrycia „+” czy „5” i czy jest jej więcej lub mniej od innego gatunku, np. *Stellaria holostea*.

Ważną próbę uwzględnienia stopnia pokrycia przy obliczaniu współczynników podobieństwa stanowią prace o dąbrowach Białowieży A. Matuskiewicz (1955) i zespołach leśnych leśnictwa Ruda k. Puław W. i A. Matuskiewiczów (1956 b). Autorzy traktowali współczynnik podobieństwa jako stosunek sumy stopni, pokrywania gatunków wspólnych obu zdjęciom (c) do sumy stopni pokrywania wszystkich gatunków w obu zdjęciach ($a + b$).

Waloryzowanie wartości a , b i c stopniami pokrycia pozwala przynajmniej w części uwzględnić rolę gatunków w płacie roślinnym.

Nie mniej ważną sprawą jest uwzględnienie pionowego zróżnicowania roślinności, zwłaszcza w zespołach leśnych. Traktowanie jednakowo dębu w drzewostanie i jego nalotu w runie byłoby oczywiście czystym absurdem. Pewnym, chociaż nie najlepszym, wyjściem z tej sytuacji jest wypisanie danego gatunku w tabeli zdjęciowej tyle razy, w ilu warstwach występuje. Przy obliczaniu gatunków wspólnych i sum gatunków traktujemy każdy zapis, jakby dotyczył odrębnego gatunku (patrz tabela 1). Jest to o tyle uzasadnione, że skala wymagań ekologicznych i stosunki socjalne tego samego gatunku są różne w różnych warstwach fitocenozy. Czy uwzględnić przy tym tylko warstwy zasadnicze, czy również podrzędne — nie potrafimy zdecydować.

7. Przy opracowywaniu dendrytu zbiorowisk (na podstawie tablicy zbiorczej z kilku tabel zdjęciowych) zróżnicowania wymaga przede

wszystkim pospolitość gatunków określana stopniami stałości. Obecność gatunków waloryzuje się wtedy stopniem stałości i uwzględnia się przy obliczaniu współczynnika P (Matuszkiewicz W., Polakowska M. 1955).

8. Trudności wyżej opisane nie wynikają z samej metody dendrytowej, lecz spowodowane są niemożliwością sprowadzenia skomplikowanych faktów przyrodniczych do prostych liczb.

Mimo tych trudności i zastrzeżeń, przy użyciu metody dendrytowej, osiągnięto ciekawe rezultaty w fitosocjologii. Zmechanizowanie czynności przygotowujących tablicę współczynników i opracowanie niektórych szczegółów z zakresu interpretacji dendrytu może uczynić z tej metody ważne narzędzie pracy fitosocjologa i przyrodnika w ogóle.

X. STRESZCZENIE

1. Taksonomia wrocławska, zwana metodą dendrytową, znalazła ważne zastosowanie w różnych dziedzinach nauki, techniki i gospodarki (Perkal 1953). Do fitosocjologii wprowadzili ją A. Matuszkiewicz (1955) oraz W. Matuszkiewicz i M. Polakowska (1955).

2. Dendryt łączy zdjęcia fitosocjologiczne (lub zbiorowiska) według zasady największego podobieństwa florystycznego przy pomocy linii rozgałęziającej się.

Niekiedy, mimo użycia właściwej metody, otrzymany schemat podobieństwa nie jest dendrytem, to znaczy, że przedstawia zbiór zdjęć (lub zbiorowisk) połączonych linią nie rozgałęziającą się. Takie schematy podobieństwa proponuje autor nazwać liniowymi figurami podobieństwa, czyli lineamentami.

3. W pracy niniejszej zademonstrowano przygotowanie tablicy współczynników oraz konstrukcję dendrytu. Tablica współczynników zawiera wartości współczynnika podobieństwa P , obliczonego według wzoru Sørensen'a (2) dla każdej pary zdjęć. Wartość współczynnika P mieści się w granicach 0—100%. Dwa zdjęcia są tym podobniejsze im mają współczynnik P bliższy 100%. Konstrukcja dendrytu polega na łączeniu odcinkami zdjęć wykazujących najwyższe wartości P .

4. Ważniejsze zastosowania metody dendrytowej w fitosocjologii:

a. porządkowanie zdjęć fitosocjologicznych (lub zbiorowisk) w grupy i szeregi,

b. ukazanie wzajemnych nawiązań i podobieństwa między zdjęciami (lub zbiorowiskami),

c. duża pomoc przy porządkowaniu tablicy zdjęciowej i diagramu **Czekanowskiego**.

5. Przy okazji omawiania metody dendrytowej zdefiniowano dwa zdjęcia jako podobne, jeżeli mają więcej niż połowę gatunków wspólnych, to znaczy współczynnik podobieństwa wyższy od 50%.

6. W pracy przedstawiono również sposób podziału dendrytu na grupy jednorodne. Grupy jednorodne są to takie grupy, w których każda dowolna para zdjęć ma więcej niż połowę gatunków wspólnych (P większe od 50%).

7. Dalsze studia nad zastosowaniem taksonomii wrocławskiej do fitosocjologii winny iść w kierunku opracowania zasad interpretacji dendrytów i lineamentów oraz wyjaśnienia roli, jaką w szacie roślinnej odgrywają płaty lub zbiorowiska zajmujące w graficznych schematach podobieństwa miejsca skrajne lub pośrednie między grupami.

Dziękuję uprzejmie prof. dr W. Matuszkiewiczowi za podane mi cenne rady i wskazówki oraz prof. dr J. Perkalowi za łaskawe przedyskutowanie ze mną niektórych problemów związanych z zastosowaniem taksonomii wrocławskiej.

Instytut Botaniki PAN

w Warszawie

Pracownia Fitosocjologii Leśnej

(Wpłynęło dn. 2.11.1959 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die „Breslauer Taxonomie“. „Dendrit“-Methode genannt, fand wichtige Anwendung auf verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, der Technik und auch der Wirtschaft (Perkal 1953). In die Pflanzensoziologie wurde sie durch Matuszkiewicz A. (1959), Matuszkiewicz W. und Polakowska M. (1955) eingeführt.

2. Der Dendrit verbindet pflanzensoziologische Aufnahmen nach dem Prinzip der grössten floristischen Ähnlichkeit, mittels einer sich verzweigenden Linie.

Es kann zutreffen, dass das erhaltene Ähnlichkeitsschema trotz Anwendung der richtigen Methode kein Dendrit ist, sondern eine geradlinig angeordnete Sammlung von Aufnahmen (oder Gesellschaften) darstellt. Der Verfasser schlägt vor, derartige Ähnlichkeitsschema als Linealähnlichkeitsfiguren, also Lineamenta zu benennen.

3. In dieser Arbeit demonstriert der Verfasser die Vorbereitung einer Tabelle der Ähnlichkeitskoeffizienten, sowie die Konstruktion des Dendrits. Die Koeffiziententabelle enthält Werte der Ähnlichkeitskoeffizienten P berechnet nach der Formel von Sørensen (2) für jedes Aufnahmepaar. Der Wert des Koeffizienten P liegt zwischen 0 und 100%. Die Konstruktion des Dendrits beruht auf der Verbindung durch Linienabschnitte je solcher Aufnahmen, welche die höchsten P -Werte aufweisen.

4. Wichtigere Anwendungen der „Dendrit“-Methode in der Pflanzensoziologie sind folgende:

a. bei der Ordnung von pflanzensoziologischen Aufnahmen oder Gesellschaften in Gruppen und Reihen,

b. beim Nachweis von gegenseitigen Anknüpfungen und Ähnlichkeiten zwischen den Aufnahmen oder Gesellschaften,

c. als Hilfe bei der Ordnung der Ähnlichkeitstabelle nach Czekanowski.

5. Anlässlich der Besprechung der „Dendrit“-Methode wurde hier definiert, dass zwei Aufnahmen ähnlich sind, wenn sie mehr als die Hälfte gemeinsamer Arten aufweisen, d.h. wenn der Ähnlichkeitskoeffizient höher als 50% ist.

6. Es wurde auch Art und Weise der Aufteilung eines Dendrits in homogene Gruppen dargestellt. Homogen sind solche Gruppen, in welchen jedes beliebige Aufnahme-paar mehr als die Hälfte gemeinsamer Arten (P grösser als 50%) aufweist.

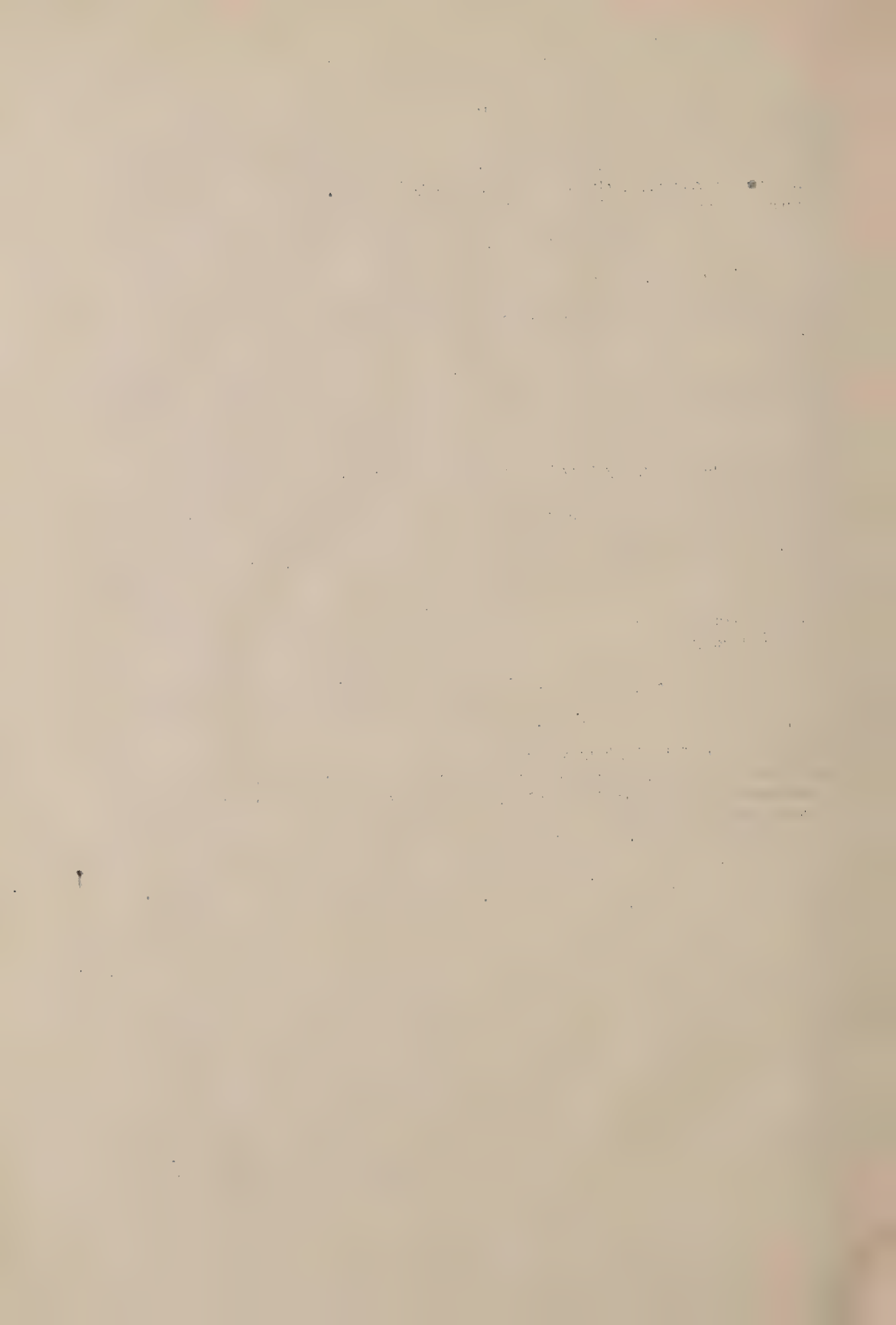
7. Weitere Studien über die Anwendung der „Breslauer Taxonomie“ in der Pflanzensoziologie sollten folgende Tragen in Angriff nehmen: die Bearbeitung der Interpretationsprinzipien der Dendriten und Lineamenta, als auch die Aufklärung der Rolle, die in der Pflanzendecke solche Bestände oder Gesellschaften spielen, welche im graphischen Ähnlichkeitsschema Rand- oder Mittelstellungen einnehmen.

*Botanisches Institut der Polnischen
Akademie der Wissenschaften
Laboratorium für forstliche Vegetationskunde
in Warszawa*

LITERATURA

- Czekanowski J., 1909, Zur Differenzialdiagnose der Neanderthalgruppe, Korrespondenz-Blatt d. D. G. f. Anthr. und Urgesch. 11 (6/7), Braunschweig.
- Faliński J. B., 1958, Nomogramy i tablice współczynników podobieństwa między zdjęciami fitosocjologicznymi według wzoru Jaccarda i Steinhausa, *Acta Soc. Bot. Pol.* 27 (1): 115—130.
- Florek i inni, 1951. Taksonomia wrocławska, *Przegląd Antropologiczny*, 17: 193—207, Poznań.
- Guinochet M., Casal P., 1957, Sur l'analyse différentielle de Czekanowski et son application à la phytosociologie, *Bulletin du Service de la Carte Phytogéographique, Série B* 2 (1): 25—33.
- Łukaszewicz J., 1951, Sur la liaison et la division des points d'un ensemble fini, *Colloquium Mathematicum*, 2: 282—285, Wrocław.
- Kowal T., Kuźniewski E., 1958, Metoda dendrytowa i sposób jej stosowania, *Wiadomości Botaniczne*, 2 (3): 141—147.
- Kowal T., Kuźniewski E., 1959, Uogólnienie metody dendrytowej i zastosowanie jej do systematyki roślin na przykładzie rodzajów *Chenopodium* L. i *Atriplex* L., *Acta Soc. Bot. Pol.*, 28 (2): 249—262.
- Kulczyński S., 1940, Torfowiska Polesia, 2, Kraków.

- Kuźniewski E., 1956, Rodzaj *Sagittaria* w świetle Taksonomii Wrocławskiej, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 25 (2): 275—284.
- Matuszkiewicz A., 1955, Stanowisko systematyczne i tendencje rozwojowe dąbrów białowieskich, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 24 (2): 459—494.
- Matuszkiewicz A., 1958, Materiały do fitosocjologicznej systematyki buczyn i pokrewnych zespołów (związek *Fagion*) w Polsce, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 27 (4): 675—725.
- Matuszkiewicz W., Polakowska M., 1955, Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 24 (2): 421—458.
- Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz A., 1956a, Materiały do fitosocjologicznej systematyki ciepłolubnych dąbrów w Polsce, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 25 (1): 28—72.
- Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz A., 1956b, Pflanzensociologische Untersuchungen im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 25 (2): 331—400.
- Matuszkiewicz W., Borowik M., 1957, Materiały do fitosocjologicznej systematyki lasów łęgowych w Polsce, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 26 (4): 719—756.
- Matuszkiewicz W., Traczyk H., Traczyk T., 1958, Materiały do fitosocjologicznej systematyki zespołów olsowych w Polsce, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 27 (1): 21—44.
- Motyka J., 1947, O celach i metodach badań geobotanicznych, *Annales UMCS, Sectio C, Suppl. I*, Lublin.
- Perkal J., 1953, Taksonomia Wroclawska, Konferencja Antropologiczna w sprawie metod taksonomicznych we Wrocławiu w dniach od 27.XII do 29.XII.1951. 82—96, Poznań.
- Perkal J., 1958, Matematyka dla rolników, Część I, Warszawa, PWN, 254.
- Ružička M., 1958, Anwendung mathematisch-statistischer Methoden in der Geobotanik, (Synthetische Bearbeitung von Aufnahmen). *Biologia*, 13 (9): 647—661, Bratislava.
- Sławiński W., 1950, Podstawy fitosocjologii, Cz. III, Lublin.
- Sørensen T., 1948, A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, *Det Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr.* 1—34.



Regeneration der Scheitelzelle bei Farnwurzeln

Regeneracja komórki wierzchołkowej w korzeniu paproci

F. KADEJ

Bei Versuchsreihen über die Regenerationsfähigkeit von Farnwurzelspitzen ist bislang noch kein einziger Fall der Wiederherstellung einer neuen Scheitelzelle bekannt geworden (C l o w e s 1959).

Unabhängig davon, ob die Wurzelspitze in weiterer Entfernung von der Grenze der Wurzelhaube dekapitiert oder nur die Haube selbst entfernt wurde, zum Aufbau eines neuen Meristems mit einer neuen Scheitelzelle kam es nicht. Früher oder später bildeten sich alle noch zurückgebliebenen Teile des Meristems in Dauergewebe um (P r a n t l 1874, S i m o n 1904, N e m e c 1915).

Die Feststellung, dass die Farnwurzeln nach Beschädigung ihres Bildungszentrums, sich verglichen mit den Wurzeln anderer Pflanzengruppen, abweichend verhalten, erregt Aufmerksamkeit, zumal ein solches Verhalten ernst zu nehmende Folgen für die Interpretation der Meristeme ergeben kann.

In vorliegender Arbeit soll über einige Ergebnisse kurz berichtet werden, die sich aus einer ersten Versuchsreihe ergeben haben. Diese wurde grösstenteils an Wurzeln von *Davalia solida* durchgeführt.

Besondere Beachtung verdienen die Ergebnisse folgender drei Versuche.

1. Die Wurzelspitze wurde durch einen Querschnitt dekapitiert, der ungefähr durch die Mitte der Scheitelzelle führte.

2. Der Querschnitt ging durch die Wurzelhaube unterhalb der Scheitelzelle, ohne diese selbst zu verwunden.

3. Die Scheitelzelle allein wurde durch Einstich mit einer dünnen Nadel beschädigt.

Die so behandelten Wurzeln liess man sodann auf ihrem gewöhnlichen Standort im Glashaus in unterschiedlichen Zeitabschnitten bis zu drei Wochen sich weiter entwickeln.

Die grundlegenden Beobachtungen erfolgten an Mikrotomschnitten.

Es ergaben sich folgende Ergebnisse:

Die Wurzeln, deren Scheitelzelle durch die Operation nicht beschädigt worden war, wuchsen weiterhin in normaler Weise.

Alle Wurzeln, deren Scheitelzelle auf irgendeine Art beschädigt worden war, stellten ihr Wachstum vollständig ein (vergl. auch N e m e c 1905). Was aus den Meristemen solcher Wurzeln wurde, hing von der Art der Beschädigung ab.

Wenn der Querschnitt verhältnismässig weit über der Scheitelzelle geführt worden war, gingen die meristematischen Teile des Regenerats in Dauergewebe über.

Verwundete der Quer-oder Schiefschnitt nur einen Teil des Meristems einschliesslich der Zellgruppe im Bildungszentrum, so liessen sich im Meristem des Regenerats zwei Zonen unterscheiden. In den Teilen, die der Wundfläche unmittelbar anlagen, machte sich eine rege Teilung bemerkbar (Wundreaktion), danach erfolgte Parenchymatisation, und schliesslich gingen diese Stellen in Kallus über. Die entfernter gelegenen meristematischen Teile des Regenerats behielten die ganze Zeit über ihren meristematischen Charakter. Jedoch konnte in diesen Teilen und zwar im Zentralzylinder oder in der Primärrinde, nichts festgestellt werden, was auf ein Wachstum des Meristems hinweisen würde, und keinesfalls auf ein Transversalmeristem, wie N e m e c berichtete.

Gestalt und Grösse, sowie der allgemeine Charakter der aufeinander folgenden Segmente waren im Hinblick auf ihre Lage grundsätzlich gleichartig mit den entsprechenden Segmenten der Kontrollwurzel.

In jedem Versuch liess sich das völlige Fehlen des Längenwachstums beobachten sogar dort, wo es zu vielen Zellteilungen kommt, wie Phot. 2 zeigt. Auf dieser kann man nur einige der Zellteilungen als Ergebnisse der Wundreaktion interpretieren. Die neue Ordnung der Zellen, die während der Kultur sich bildete, erinnert in auffallender Weise an die Situation, die in frühesten Zeitabschnitten der Regeneration bei den Angiospermen beobachtet werden konnte (K a d e j 1956). In welchem Zusammenhang diese Zellanordnung mit der Regeneration eines neuen Bildungszentrums bei Farnen steht, konnte bis jetzt noch nicht festgestellt werden. Es ist anzunehmen, dass sie eine bestimmte Stufe des Regenerationsprozesses darstellt, der zuletzt mit der Neubildung einer Scheitelzelle endigen würde. In dieser Versuchsreihe kam es nicht zur Ausbildung einer neuen Initialzelle im Verlauf von 6 Tagen.

Das Meristem bei Farnen ist jedoch fähig eine neue Scheitelzelle zu bilden, die sich in nichts von der ursprünglichen unterscheidet.

Diese Neubildung ergab sich bei jenem Versuch, bei dem die Wurzelspitze mit dünner Nadel vorsichtig verwundet worden war. Wahrscheinlich war nur die Scheitelzelle getroffen worden. Die Abb. 1 und Phot. 3 und 4 zeigen zentrale Längsschnitte von Wurzeln, die auf diese Art behandelt und neun Tage lang weiter aufgezogen wurden, bei ihnen traten zwei Initialzellen in Erscheinung.

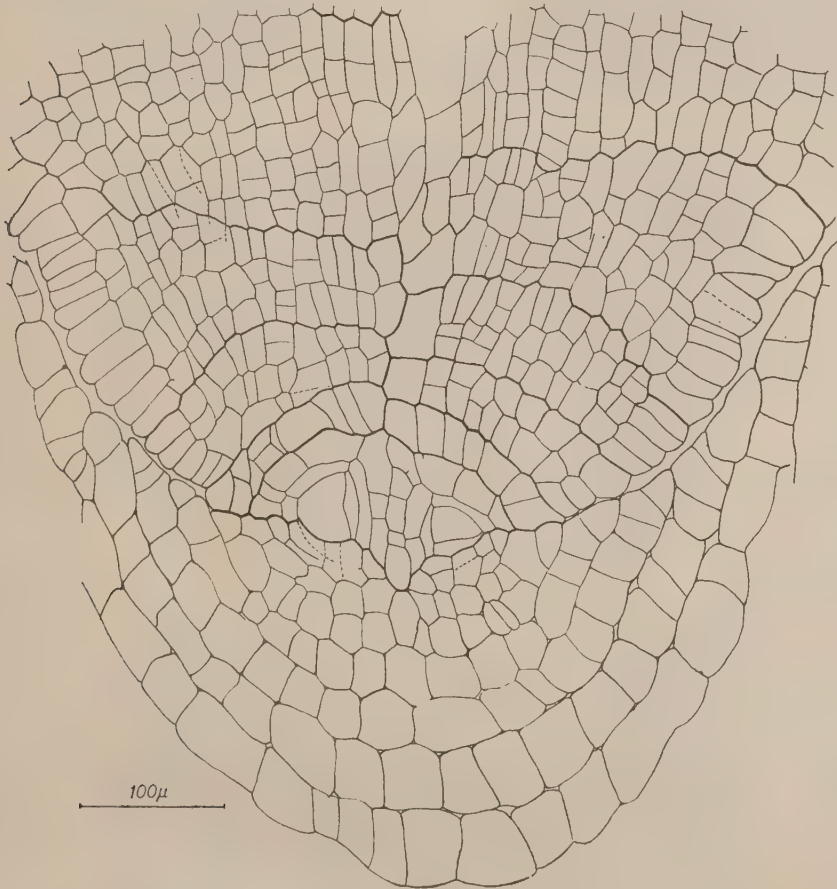


Abb. 1. Medianer Längsschnitt durch eine Wurzelspitze von *Davalia solida*, der die Scheitelzelle durch einen vorsichtigen Einstich mit einer Nadel verwundet worden war, nach 9 Tagen Kultur. Beachte die neu regenerierten Scheitelzellen. Die links liegende Scheitelzelle hat bis jetzt nur eine neue Zelle-Segment abgesondert. Dagegen sonderte die rechte wenigstens drei neue nachfolgende Zellen ab. Besondere Beachtung in der Neubildung neuer Segmente verdient die ungewöhnliche Regelmäßigkeit. Die ursprüngliche Grenze der Wurzelhaube hebt eine dickere Linie hervor. Ebenfalls wurden die Grenzen der älteren Segmente durch dickere Linien hervor-
gehoben

Aus der genauen Analyse der Zellanordnung ergibt sich, dass die neu-gebildeten Scheitelzellen sich zweifellos aus den Abkömmlingen der ursprünglichen Scheitelzelle entwickelt haben. Die senkrechten Zellkomplexe, die sich zwischen ihnen befinden, stammen wahrscheinlich aus dem Gebiet des Zentralzylinders.

Wie es zu dieser Absonderung kam und welchen Verlauf dieser Prozess nahm, der zur Entstehung der neuen Scheitelzellen führte, kann mittels dieser Versuche noch nicht entschieden werden. Aus der Zellanordnung der nächsten Umgebung dieser neuen Scheitelzellen geht hervor, dass die Art ihrer Aktivität schon von Anfang an unerwartet regulär und identisch mit der der normalen Scheitelzelle sein müsste. Zwischen der Organisation der übrigen Teile des Meristems, die fast unverändert blieben, und dem Ergebnis der Bildung der neuen Scheitelzellen ist eine sichtbare Trennungslinie erkennbar. Dieser Befund beweist, dass bis zur Zeit der vollständigen Absonderung des neuen Bildungszentrums Zellteilungen oder ein Wachstum provisorischer Art hier nicht stattgefunden hat. Eine derartige Situation war bisher während der Regeneration der Wurzelspitzen bei Angiospermen noch nicht beobachtet worden.

Nur die jüngsten Segmente eines Wurzelkörpers übernehmen verhältnismässig leicht die Funktionen einer Scheitelzelle. Wenn diese gleichzeitig mit der Scheitelzelle beschädigt wurden, kam es nicht zur Bildung einer neuen Scheitelzelle.

Beachtenswert ist die gleichzeitige Entwicklung von zwei Scheitelzellen an der Spitze des Regenerats. Diese Feststellung verlangt um so mehr Beachtung, als bei ähnlichen Versuchen mit Angiospermen ein gleichzeitig sich vollziehendes Entstehen von zwei Bildungszentren bis jetzt noch nicht beobachtet wurde.

Bei Farnen verläuft die Entstehung eines neuen Bildungszentrum sehr langsam. Die vollständige Absonderung einer in Gestalt und Grösse gleichartigen Scheitelzelle erfolgt erst ungefähr nach 7 bis 8 Tagen. Diese Tatsache wird durch die überaus geringe Anzahl von neuen Segmenten bestätigt, die von den zwei Bildungszellen abgesondert werden. (Phot. 3, 4).

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die Wurzelspitzen von *Davalia solida* sind zur Regeneration eines neuen Bildungszentrum fähig. Die neu entstandenen Scheitelzellen unterscheiden sich in nichts von den ursprünglichen. Es kann mehr als ein Bildungszentrum gleichzeitig abgesondert werden.



Alle Phot. stellen mediane Längsschnitte durch die Wurzelspitzen von *Daulia solida* dar. Die Länge aller Wurzeln betrug ungefähr 1,5 cm bei der Fixierung. Phot. 1. Die Wurzelspitze einer Kontrollwurzel; Phot. 2. Eine schief verwundete Wurzelspitze nach 6 Tagen Kultur. Der Pfeil zeigt Spuren der zerstörten Scheitelzelle. Die veränderte Zellanordnung erinnert in auffallender Weise die frühesten Entwicklungsstadien des Regenerats bei Angiospermen; Phot. 3. Eine Wurzelspitze, der die Scheitelzelle durch einen vorsichtigen Einstich mit einer Nadel verwundet worden war, nach 9 Tagen Kultur. Es entwickelten sich zwei Scheitelzellen; Phot. 4. Die selben zwei Scheitelzellen stark vergrößert

2. Nur die jüngsten Segmente eines Wurzelkörpers übernehmen verhältnismässig leicht die Funktionen einer Scheitelzelle.

3. Die Entstehung eines neuen Bildungszentrum verläuft sehr langsam.

4. Die Art der Neubildung von neuen Scheitelzellen ist an Hand dieser Versuche noch nicht festgestellt worden. Jedoch sprechen viele ernst zu nehmende Beobachtungen dafür, dass diese Art der Neubildung sich von der bei Samenpflanzen unterscheidet.

5. Die völlige Wachstumshemmung des Regenerats nach Verwundung oder Entfernung der Scheitelzelle verlangt um so mehr Beachtung, als Regenerate der Wurzeln von Angiospermen, die in ähnlichen Verhältnissen operiert wurden, nach der Operation sogar eine behebliche Beschleunigung des Wachstums aufweisen.

Dem Herrn Profesor Dr Henryk Teleżyński spreche ich verbindlichsten Dank für die wertvollen Ratschläge bei dieser Arbeit aus.

STRESZCZENIE

W badaniach nad regeneracją merystemów korzeni paprotników dotychczas nie zanotowano ani jednego przypadku odtworzenia nowej komórki wierzchołkowej.

Niezależnie od tego czy wierzchołki korzeni dekapitowano w dalszej odległości od granicy czepka, czy usuwano tylko sam czepek, do odtworzenia nowego merystemu z nową komórką szczytową nie dochodziło. Wcześniej czy później wszystkie pozostałe części merystemu stopniowo przekształcały się w tkanki stałe (Prantl 1874, Simon 1904, Nemeš 1915).

Odmienne zachowanie się korzeni paprotników po uszkodzeniu ich centrów twórczych, w porównaniu z korzeniami innych grup roślinnych, jest niezmiernie intrygujące. Tym bardziej, że z takiego zachowania wypływają poważne konsekwencje dotyczące interpretacji merystemów.

W niniejszej pracy podałem wyniki uzyskane na podstawie wstępnych eksperymentów, przeprowadzonych głównie na korzeniach *Davalia solida*.

Rezultaty badań nad regeneracją wierzchołków korzeni tego gatunku można ująć następująco:

1. Wierzchołki korzeni *Davalia solida* są zdolne do odtworzenia nowego centrum twórczego. Podczas regeneracji może wykształcić się więcej niż jedno centrum twórcze.

2. Nowe zastępcze komórki wierzchołkowe wykształciły się w obszarach leżących w najbliższym sąsiedztwie dawnej komórki szczytowej.

3. Proces odtwarzania się nowego centrum twórczego przebiega bardzo powoli.

4. Sposób odtwarzania się zastępczej komórki szczytowej, w obecnym etapie pracy, nie został jednoznacznie rozstrzygnięty. Jednakże istnieją po-

ważne podstawy, iż różni się on od sposobu regeneracji nowego centrum twórczego u roślin wyższych.

5. Całkowite zahamowanie wzrostu regeneratu po uszkodzeniu lub usunięciu komórki szczytowej jest niezmiernie interesujące tym bardziej, że regeneraty korzeni okrytonasiennych w podobnych warunkach operacji wykazują nawet znaczne przyspieszenie wzrostu w pierwszym okresie pooperacyjnym.

*Zakład Anatomii i Cytologii Roślin
Uniwersytetu Wrocławskiego*

(Wpłynęło dn. 26.2.1960 r.)

LITERATURVERZEICHNIS

- Clowes F. A. L., 1959, Apical meristems of roots, Biol. Rev. 34: 501—529
Kadej F., 1956, Przebieg regeneracji wierzchołka korzenia *Hordeum vulgare*, Acta Soc. Bot. Pol. 25: 681—712.
Nemec B., 1905, Über Regenerationerscheinungen an angeschnittenen Wurzelspitzen, Ber. d. Deutsch. Bot. Gesel. 23: 113—120.
Prantl K., 1874, Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes an Angiospermenwurzeln, Arbeit. d. Bot. Inst. in Wurzburg. 1: 546—562.
Simon S., 1904, Untersuchungen über die Regeneration der Wurzelspitze, Jahrb. f. Wiss. Bot. 40: 103—143.

Badania nad alkaloidami łubinu białego (*Lupinus albus*) w czasie jego wegetacji

Część II. Łubin gorzki

Changes of alkaloid content in plants of Lupinus albus during their vegetation

Part II. White bitter lupine

H. BIRECKA, W. SZYMAŃSKA, A. ŚCIBOR-MARCHOCKA

W poprzedniej publikacji (H. Birecka, A. Mazan, D. Szklarek 1959) przedstawiono wyniki badań nad zmianami zachodzącymi w ilościach alkaloidów u roślin łubinu białego pastewnego w czasie ich wegetacji. W niniejszej pracy prześledzono zmiany zarówno w składzie, jak i ilości tych związków w poszczególnych organach roślin populacji gorzkiej tego samego gatunku. Ponieważ jednym z głównych celów przeprowadzonych badań było porównanie obu form, dlatego też doświadczenia te były wykonane w tym samym czasie i w jednakowych warunkach.

METODYKA BADAŃ

Zakładanie i prowadzenie doświadczenia oraz czas siewu i wzejścia łubinu były analogiczne jak w przypadku łubinu białego pastewnego (H. Birecka, A. Mazan, D. Szklarek 1959). Sprzętu roślin (po trzy wazony w czasie wegetacji i 5 w fazie pełnej dojrzałości) dokonywano w następujących terminach, ścinając je zawsze w godzinach południowych:

1. 26.V — w wieku 16 dni,
2. 9.VI — w wieku 30 dni (początek zakładania pąków kwiatowych na pędzie głównym),
3. 25.VI — w wieku 46 dni (pełne kwitnienie pędu głównego, początek tworzenia się pędów bocznych),
4. 5.VII — w wieku 56 dni (początek zakładania pąków kwiatowych na pędach bocznych, na pędzie głównym utworzone bardzo małe strąki),

5. 19.VII — w wieku 70 dni (kwitnienie bardzo słabe pędów bocznych, żółknięcie dolnych liści),

6. 2.VIII — w wieku 84 dni (zielone duże strąki na pędzie głównym, bardzo nieliczne małe strąki na pędach bocznych),

7. 19.IX — w wieku 132 dni (rośliny w pełni dojrzałe).

W tych samych terminach (oprócz ostatniego sprzętu) zbierano sok płaczu w sposób analogiczny, jak w przypadku łubinu pastewnego.

Analizę alkaloidów wykonano metodą ilościową (H. Birecka, H. Rybicka, A. Ścibor-Marchocka 1959), używając dla ich rozdziału chromatograficznego faz: 1) butanol: HCl: toluen (I. Reifer, D. Kleczkowska, J. Przeździecka, 1959) i 2) butanol: 0,1 n HCl. Dla alkaloidów nie zidentyfikowanych chemicznie zastosowano współczynnik ekstynkcji — 0,10. Azot ogólny oznaczono metodą Kjeldahla.

WYNIKI BADAŃ

Wzrost roślin w ciągu wegetacji przebiegał na ogół normalnie. W wieku 70 dni obserwowano już żółknięcie liści dolnych, które w późniejszym okresie opadały (zbierano je oddzielnie). Po trzech miesiącach wegetacji zaczęły żółknąć i opadać liście środkowe, jak i częściowo górne pędu głównego, a później również i część liści pędów bocznych (w porównaniu z analogicznym w czasie doświadczeniem polowym z tą samą populacją łubinu omawiane rośliny w warunkach wazonowych wcześniej traciły liście. Należy również podkreślić, że w odróżnieniu od warunków polowych strąki wykształciły się w większości na pędzie głównym, udział pędów bocznych w ich plonie był minimalny). Właściwie rośliny dojrzały o około 7—10 dni przed ostatnim ich sprzętem. Nie ścięto ich jednak w tym czasie, czekając na pełne wyschnięcie łądy.

We wszystkich terminach sprzętu sok płaczu (ilości ml analogiczne do ilości otrzymywanych w przypadku łubinu pastewnego) wykazywał chromatograficznie na trzech fazach rozwijających (dodatkowa faza etanol: nasycony roztwór $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — M. Wiewiórowski, D. Bratek 1957) obecność lupaniny, hydroksylupaniny i alkaloidu o R_f analogicznym do R_f oksylupaniny. Ilość lupaniny była zawsze znacznie wyższa niż pozostałych zasad. Alkaloidy te można było wykryć nanosząc na chromatogram ilości ekstraktu nawet 5—10-krotnie mniejsze niż w przypadku łubinu pastewnego.

Plony roślin z poszczególnych zbiorów podane są w tabeli 1. Istotne przyrosty sumaryczne ciężaru liści obserwuje się do 56 dnia wegetacji, w okresie późniejszym są one już nieznaczne. Jednakże w tym czasie istotnie zwiększa się ciężar liści pędów bocznych. Proces wzrostu łądy pędu

głównego występuje do 84 dnia wegetacji (kiedy rośliny posiadają już duże wykształcone strąki). Przyrosty ich masy są nawet większe niż u łodyg pędów bocznych w analogicznych okresach czasu.

Sumaryczne plony roślin zwiększają się na ogół równomiernie do okresu kwitnienia pędów bocznych (70 dni). Największy jednak ich przyrost, bo około 40% plonu końcowego, występuje w ciągu następnych dwóch tygodni. Jest on głównie wynikiem zwiększenia się masy części generatywnych (łupiny i nasiona) oraz łodyg. W okresie późniejszym, aż do końca wegetacji, plon ogólny roślin nie ulega zmianie. Zwiększa się jedynie masa nasion przy jednoczesnym zmniejszeniu ciężaru łupin.

Tabela 1 — Table 1

Plony łubinu białego gorzkiego (8 roślin) w gramach suchej masy
Weight of white bitter lupine (8 plants) in g. d. m.

Części roślin Plant parts	Terminy sprzętu i wiek roślin w dniach Date of harvesting and age of plants in days						
	26.V 16 dni	9.VI 30 dni	25.VI 46 dni	5.VII 56 dni	19.VII 70 dni	2.VIII 84 dni	19.IX 132 dni
Liście pędu głównego							
Liście dolne	—	3,35	2,75	2,67	2,93	1,66	—
„ środkowe	—	3,26	3,50	3,51	3,20	2,37	—
„ górne	—	—	4,54 ¹	3,55	3,30	2,52	—
„ p. bocznych	—	—	—	3,57 ²	4,70	6,43	—
„ opadłe	—	—	—	—	—	2,76	15,08
Liście razem	—	6,61	10,79	13,30	14,13	15,74	15,08
Łodygi pędu głównego	—	2,87	8,97	13,17	16,14	21,94	} 22,99 ⁴
Łodygi pędów bocznych	—	—	—	0,93	1,63	3,34	
Łupiny	—	—	—	1,44 ³	6,76 ³	14,62	9,28
Nasiona	—	—	—	—	—	8,00	15,84
Część nadziemna	2,96	9,48	19,76	28,84	38,66	63,64	63,19
μ	0,11	0,56	1,73	1,95	1,64	2,02	3,41
Korzenie	1,77	2,60	3,58	6,09	8,42	9,28	— ⁵

1 Do liści górnych dołączono kwiaty (0,48 g) i ukazujące się pędy boczne (0,61 g).

2 Wraz z nielicznymi pączkami na pędach bocznych.

3 Są to strączki w całości, gdyż nie udało się oddzielić bardzo małych nasion od łupin.

4 Suma łodyg pędu głównego i bocznych.

5) Korzeni nie sprzątnięto w tym terminie.

Tabela 2 ilustruje sumaryczne ilości alkaloidów w poszczególnych częściach roślin. Względna ich zawartość w liściach zależna jest zarówno od czasu wykształcania się, jak i wieku tych organów. Im później wy-

Tabela 2 — Table 2

Sumaryczna zawartość alkaloidów w łubinie białym gorzkim

Total content of alkaloids in white bitter lupine

Części roślin Plant parts	Terminy spryzetu i wiek roślin w dniach Date of harvesting and age of plants in days											
	zawartość alkaloidów											
	26.V—16	9.VI—30	25.VI—46	5.VII—56	19.VII—70	2.VIII—84	19.IX—132					
	0/00	mg	0/00	mg	0/00	mg	0/00	mg	0/00	mg	0/00	mg
Liście pędu głównego:												
Liście dolne		2,21	7,5	1,24	3,4	1,15	3,1	1,26	3,7	1,05	1,8	—
" środkowe		6,47	21,1	2,93	10,3	2,36	8,3	2,22	7,1	1,21	3,0	—
" górne		—	—	9,87	44,7	5,56	19,7	5,00	16,6	1,86	4,8	—
" pędów bocznych		—	—	—	—	15,23	54,3	10,69	50,2	3,81	24,5	—
" opadłe		—	—	—	—	—	—	—	—	0,51	1,4	25,9
Łodygi pędu głównego		3,74	10,7	3,94	35,3	3,42	45,1	3,35	54,1	3,04	66,7	—
" pędów bocznych		—	—	—	—	5,68	5,3	6,43	10,4	3,77	12,6	24,6
Łupiny		—	—	—	—	12,70	18,3	25,51	172,5	8,66	126,7	63,1
Nasiona		—	—	—	—	—	—	—	—	7,88	63,0	211,7
Część nadziemna	7,91	23,5	4,15	39,3	93,7	5,35	154,1	8,17	314,6	4,79	304,5	325,3
Korzenie	2,55	4,4	2,14	5,6	5,6	2,31	14,0	2,00	16,9	1,52	14,2	—

kształcają się one, tym więcej zawierają alkaloidów. Szczególnie wysoką zawartością tych związków odznaczają się liście pędów bocznych. W miarę starzenia się roślin u wszystkich liści obserwuje się zmniejszenie zarówno względnej, jak i bezwzględnej ilości alkaloidów. Względna zawartość tych zasad w łodygach pędu głównego ulega niewielkim zmianom w czasie wegetacji, zmniejsza się znacznie tylko w okresie dojrzewania roślin. We wszystkich terminach sprzętu jest ona istotnie wyższa niż u liści dolnych, a od okresu kwitnienia nawet niż u liści środkowych. Względna zawartość alkaloidów w łodygach pędów bocznych jest wyższa niż w łodygach pędu głównego, ale w miarę starzenia się roślin znacznie się zmniejsza. Najwyższe jednak względne zawartości tych związków występują (oprócz sprzętu czwartego) w organach generatywnych. Jest rzeczą godną uwagi, że zawartość ta osiąga maksimum w strąkach bardzo młodych, w których udział nasion był jeszcze stosunkowo niewielki. W okresie późniejszym względna zawartość alkaloidów w łupinach zmniejsza się, natomiast w nasionach znacznie wzrasta. Duże nagromadzenie alkaloidów w roślinach wystąpiło w okresie od początku zakładania pąków kwiatowych do wykształcania się strąków na pędzie głównym (od 30 do 70 dnia wegetacji). W ramach tego okresu największy przyrost ilości tych związków, bo około 50% ich zawartości w dojrzałych roślinach przypadł na okres dwutygodniowy — między 56 a 70 dniem. Jest on głównie wynikiem zwiększenia się sumy alkaloidów w strąkach, przy jednoczesnym braku istotnych zmian pod tym względem w liściach. Wzrasta również w tym okresie, ale w stopniu niewielkim, zawartość tych związków w łodygach.

Od 70 dnia wzrostu sumaryczna ilość alkaloidów w części nadziemnej roślin nie ulega zmianie do końca wegetacji. W okresie tym jednak występują zmiany zawartości tych związków w poszczególnych organach. I tak w 84 dniu ilość ich w liściach, nawet najmłodszych, istotnie spada, natomiast w łodygach i w częściach generatywnych ulega zwiększeniu, wprawdzie stosunkowo bardzo nieznacznemu. Pod koniec wegetacji w częściach wegetatywnych sumaryczna zawartość alkaloidów znacznie zmniejsza się, jednocześnie w nasionach wzrasta bardzo istotnie. Przyrostowi temu towarzyszy również duży spadek ilości alkaloidów w łupinach.

Zarówno względna, jak i bezwzględna zawartość tych zasad w korzeniach w ciągu całego okresu wegetacji w porównaniu z częścią nadziemną jest bardzo mała.

Warto podkreślić, że zmiany zawartości azotu (tab. 3) w liściach w zależności od czasu ich wykształcenia i wieku układają się dość podobnie jak i zmiany ilości alkaloidów. Niemniej jednak, przy przyjęciu przeciętnej zawartości azotu w alkaloidach około 11% (do czego upoważnia domi-

Tabela 3

Zawartość azotu w
Nitrogen content

Części roślin Plant parts	Terminy sprzętu i wiek Date of harvesting and							
	9.VII — 30			25.VI — 46			5.VII	
	zawartość N		% udział alkaloidów w zawart. N (—100%)	zawartość N		% udział alkaloidów w zawart. N (—100%)	zawartość N	
	%	mg		%	mg		%	mg
Liście pędu głównego								
Liście dolne	3,50	117	0,7	3,05	84	0,4	2,47	66
„ „ środkowe	4,06	132	1,8	3,53	124	0,9	3,30	116
„ „ górne	—	—	—	3,98	181	2,7	4,22	150
„ „ pędów bocznych	—	—	—	—	—	—	5,02	179
„ „ opadłe	—	—	—	—	—	—	—	—
Łodygi pędu głównego	1,11	32	3,7	1,05	94	4,1	0,96	126
„ „ pędów bocznych	—	—	—	—	—	—	1,00	9
Część wegetat.	3,07	281	1,5	2,44	483	2,2	2,36	646
Łupiny	—	—	—	—	—	—	3,26	47
Nasiona	—	—	—	—	—	—	—	—
Część nadziemna	3,07	281	1,5	2,44	483	2,2	2,40	693
Korzenie	2,32	60	1,0	2,29	82	0,7	2,19	133

* Niestety z przyczyn przypadkowych nie można było w tej próbie oznaczyć zawartości azotu.

nująca ilościowo lupanina), uzyskane dane wskazują na to, że większej ilości azotu ogólnego w liściach towarzyszy zwiększenie procentowego udziału w nim alkaloidów, przy czym w miarę starzenia się liści, często, mimo jeszcze dużej zawartości azotu, udział ten znacznie maleje. Im więc liście są młodsze i im później wykształcają się na roślinie, tym większy jest udział alkaloidów w ogólnej ilości azotu. Nie przekracza on jednak 3,3%. Względna zawartość azotu w łodygach jest o wiele niższa niż w liściach, nawet najuboższych w ten składnik. Udział alkaloidów w tym azocie ulega stosunkowo b. małym wahaniom w miarę starzenia się roślin, ale we wszystkich przypadkach jest wyższy (szczególnie w łodygach pędów bocznych) niż nawet w najpóźniej powstałych liściach. Stosunkowo bardzo

— Table 3

łubinie białym gorzkim
in white bitter lupine

roślin w dniach
age of plant in days

— 56	19.VII—70			2.VIII — 84			19.IX — 132		
% udział alkaloidów w zawart. N (—100%)	zawartość N		% udział alkaloidów w zawart. N (—100%)	zawartość N		% udział alkaloidów w zawart. N (—100%)	zawartość N		% udział alkaloidów w zawart. N (—100%)
	%	mg		%	mg		%	mg	
0,5	2,32	68	0,6	2,11	35	0,5	—	—	—
0,8	3,09	99	0,8	2,23	53	0,6	—	—	—
1,4	4,01	132	1,4	2,98	75	0,7	—	—	—
3,3	4,91	231	2,4	3,71	239	1,1	—	—	—
—	—	—	—	0,92	25	0,6	1,75	264	1,1
3,9	1,03	166	3,5	0,91	200	3,7	0,85	195	1,4
6,2	0,98	16	7,2	1,39	46	3,0			
2,4	2,23	712	2,2	1,64	673	1,9	1,20	459	1,2
4,3	*			2,15	314	4,4	1,26	117	6,0
				2,48	198	3,5	4,33	686	3,4
2,2				1,86	1185	2,8	2,00	1262	2,8
1,2	2,24	189	1,2	1,85	172	0,9			

wysoki udział badanych związków w ogólnej ilości azotu obserwuje się w strąkach, szczególnie w łupinach. Jest on w nich zawsze wyższy niż w organach wegetatywnych, ustępując pod tym względem jedynie w jednym wypadku łodygom pędów bocznych. Udział alkaloidów w azocie korzeni jest we wszystkich terminach sprzętu istotnie niższy niż w części nadziemnej.

Skład jakościowy badanych zasad w łubinie białym (tab. 4) jest podobny do składu stwierdzonego przez nas uprzednio (H. Birecka, H. Rybicka i A. Scibor-Marchocka 1959). Nie znaleziono jedynie angustifoliny, która mogła występować, ale w zbyt małych ilościach (przy stosunkowo dużym jej R_f), aby móc ją wykryć. Przy stosowanych rozcień-

zeniach, tylko w nielicznych przypadkach stwierdzono obecność w roślinach sparteiny i zasady, a_y , przy tym w ilościach bardzo małych. Sparteina występuje w liściach roślin stosunkowo młodych (30-dniowych). Nieco większe jej ilości stwierdza się we wszystkich liściach w 84 dniu wegetacji, kiedy już sumaryczna zawartość alkaloidów nie wzrasta. Nie znaleziono jej ani w łodygach (poza jednym wypadkiem), ani w korzeniach, ani też w organach generatywnych.

Spośród badanych alkaloidów w czasie wegetacji roślin we wszystkich ich organach dominuje lupanina. Największy przyrost jej ilości wystąpił między 56 i 70 dniem, stanowiąc ponad 80% sumarycznego wzrostu alkaloidów w tym okresie, a około 50% zawartości w plonie końcowym.

Ilość hydroksylupaniny w częściach nadziemnych do 84 dnia wegetacji wahała się od 8 do 12% zawartości lupaniny (tab. 5). W roślinach zaś dojrzałych dochodzi do 21%. Szczególnie mało hydroksylupaniny jest w liściach, natomiast w znacznie stosunkowo większych ilościach występuje ona w łodygach, przede wszystkim pędu głównego. Jest rzeczą charakterystyczną, że w początkowym okresie strąki zawierały bardzo mało hydroksylupaniny, to samo odnosi się i do nasion. W 70 dniu wegetacji, kiedy stwierdzono największy przyrost sumy alkaloidów w strąkach, zawierały one 141 mg lupaniny i 5 mg hydroksylupaniny, części zaś wegetatywne odpowiednio 103 i 15 mg. W okresie następnym bezwzględna zawartość hydroksylupaniny znacznie wzrasta jedynie w łupinach. W fazie zaś pełnej dojrzałości największe ilości tego alkaloidu stwierdza się w nasionach, chociaż w stosunku do lupaniny więcej jest go nadal w łupinach. W korzeniach stosunek między obu alkaloidami jest bardziej korzystny dla hydroksylupaniny niż w części nadziemnej we wszystkich okresach rozwoju roślin.

Sumaryczna zawartość alkaloidu, którego R_f odpowiada oksylupaninie, do 70 dnia wegetacji jest istotnie wyższa niż ilość hydroksylupaniny. W okresie tym szczególnie jest go dużo w łodygach i liściach górnych pędu głównego oraz liściach pędów bocznych. Stosunkowo znaczny przyrost zawartości tego alkaloidu między 56 i 70 dniem jest głównie wynikiem zwiększenia się jego ilości w organach generatywnych. W okresie zaś następnym obserwuje się w nich istotne jego zmniejszenie. Pod koniec wegetacji ogólna ilość tego alkaloidu w roślinach znacznie spada.

Zawartość zasady a_x — przy użytym współczynniku ekstynkcji — do 84 dnia wzrostu występuje we wszystkich organach w stosunkowo bardzo małych ilościach. Pod koniec zaś wegetacji znacznie wzrasta, niewiele ustępując zawartości hydroksylupaniny. Przyrost ten jest wynikiem głównie zwiększenia się ilości tego alkaloidu w organach generatywnych, szczególnie w nasionach.

Tabela 4 — Table 4

Zawartość poszczególnych alkaloidów w łubinie białym gorzkim (mg)
Content of particular alkaloids in white bitter lupine (mg)

Części roślin Plant parts	Terminy sprzętu i wiek roślin w dniach date of harvesting and age of plant in days																																									
	26.V—16						9.VI—30						25.VI—46						5.VIII—56						19.VII—70						2.VIII—84						19.IX—132					
	zawartość alkaloidów w 8 roślinach w mg																																									
	spar- teina	lupa- nina	hydro- ksylu- panina	(oksy- lupa- nina?)	a _x	a _y	spar- teina	lupa- nina	hydro- ksylu- panina	(oksy- lupa- nina?)	a _x	a _y	spar- teina	lupa- nina	hydro- ksylu- panina	(oksy- lupa- nina?)	a _x	a _y	spar- teina	lupa- nina	hydro- ksylu- panina	(oksy- lupa- nina?)	a _x	a _y	spar- teina	lupa- nina	hydro- ksylu- panina	(oksy- lupa- nina?)	a _x	a _y	spar- teina	lupa- nina	hydro- ksylu- panina	(oksy- lupa- nina?)	a _x	a _y						
Liście pędu głównego																																										
Liście dolne							0,6	5,2	0,4	0,8	0,4	0,1	śl	2,5	0,1	0,3	0,5	śl	śl	2,5	0,1	0,2	0,1	śl	—	3,0	0,4	0,3	śl	—	0,1	1,1	0,1	0,1	0,4	—	—	—	—			
„ środkowe							1,1	14,5	1,0	3,9	0,5	0,1	śl	7,5	1,2	0,9	0,4	0,3	—	7,0	—	0,6	0,5	0,2	—	5,9	0,2	0,7	0,3	—	0,7	1,9	0,1	0,3	—	—	—	—				
„ górne							—	—	—	—	—	—	—	32,3	—	9,3	2,6	0,6	—	16,3	—	2,3	0,7	0,4	—	13,6	0,5	2,0	0,5	—	0,7	2,7	0,6	0,5	0,3	—	—	—	—			
„ pędów							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37,5	2,5	7,6	5,68	0,9	—	38,6	3,7	5,2	2,7	—	2,9	16,4	1,5	3,7	—	—	—	—				
„ bocznych							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
„ opadłe							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Łodygi pędu																																										
głównego							—	6,3	1,2	2,5	0,7	—	—	20,8	4,3	9,6	0,6	—	—	30,3	9,1	5,2	0,5	—	—	35,8	8,6	8,6	1,1	—	—	47,2	9,9	6,8	2,6	0,2	—	—	—			
„ pędów							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
„ bocznych							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,4	0,8	0,9	0,2	śl	0,4	7,0	0,7	2,0	0,3	—	—	8,2	0,5	3,3	0,4	0,2	—	—	—			
Łupiny							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,2	1,1	2,6	1,2	0,2	—	141,3	4,7	24,8	1,6	0,1	—	98,0	16,5	9,1	2,8	0,3	—	—	—			
Nasiona							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Część nadziemna	—	17,8	2,2	3,1	0,4	—	1,7	26,0	2,6	7,2	1,6	0,2	śl	63,0	5,6	20,1	4,1	0,9	śl	110,2	13,6	19,4	9,0	1,7	0,4	245,2	18,8	43,6	6,5	0,1	4,4	235,0	29,9	25,9	8,3	1,0	—	219,3	46,3	16,6	35,2	7,9
Korzenie	—	3,3	0,5	0,6	śl	—	—	3,4	0,5	1,3	0,4	—	—	3,2	0,6	1,1	0,5	0,2	—	7,8	2,6	1,7	1,9	—	—	12,8	1,3	2,1	0,7	—	—	10,8	1,5	1,5	0,2	0,2	—	—	—	—	—	

DYSKUSJA

Omówione wyżej doświadczenia dotyczą łubinu białego gorzkiego. Pod względem dynamiki rozwoju rośliny te nie różniły się od roślin pastewnej populacji średniowczesnej opisanej w części I. Pewne jednak różnice wystąpiły w dynamice wzrostu. Do 70 dnia wegetacji przyrosty masy u populacji gorzkiej były na ogół mniejsze niż u pastewnej, natomiast w ciągu następnych dwóch tygodni znacznie większe. Końcowy plon łubinu gorzkiego jest tylko niewiele wyższy od plonu pastewnego. Skład jakościowy alkaloidów u obu form jest podobny, oczywiście sumaryczne ich ilości są bardzo różne. O ile u formy pastewnej względna zawartość tych związków wahała się od 0,01 do 0,04%, to u formy gorzkiej od 0,1 do 2,5%, w zależności od organu i wieku rośliny. Należy podkreślić, obok podobieństw, istotne różnice między tymi populacjami w dynamice gromadzenia alkaloidów w części nadziemnej (tab. 6).

U populacji pastewnej, od okresu wytworzenia pąków kwiatowych, zawartość alkaloidów wzrasta na ogół równomiernie do 84 dnia wegetacji, osiągając w tym czasie maksymalne wartości. Również równomiernie zwiększa się ilość tych związków w strąkach. W fazie pełnej dojrzałości udział ich w tych organach jest mniejszy niż w częściach wegetatywnych (ciężar jednak nasion w tym okresie stanowi 31,6% plonu ogólnego, a zawartość alkaloidów 34,6% całkowitej ilości w roślinach).

U populacji natomiast gorzkiej względny przyrost zawartości alkaloidów do 56 dnia wegetacji jest mniejszy niż u formy pastewnej, jednak znacznie się zwiększa między 56 i 70 dniem osiągając już w tym okresie maksymalną wartość. Na ten właśnie interwał czasu przypada również największy przyrost ilości alkaloidów w częściach generatywnych. Następne, bardzo istotne, zwiększenie zawartości tych związków w strąkach występuje pod koniec wegetacji, przy czym udział ich w tych organach jest znacznie większy niż w częściach wegetatywnych (ciężar nasion stanowi wtedy 25,1% plonu ogólnego, a zawartość alkaloidów 65,1% całkowitej ilości w roślinach). To duże zwiększenie zawartości badanych zasad w organach generatywnych łubinu gorzkiego w najpóźniejszym okresie jest najprawdopodobniej wynikiem znacznego dopływu do nich alkaloidów z części wegetatywnych, czego nie obserwuje się — w każdym bądź razie w takim stopniu — u populacji pastewnej.

Istotne wydają się różnice między badanymi populacjami pod względem zmian ilości alkaloidów w liściach w miarę ich starzenia. O ile u łubinu pastewnego w liściach, szczególnie dolnych i środkowych, z wiekiem ich obserwowano wzrost zawartości względnej alkaloidów, to u analogicznych liści populacji gorzkiej występował znaczny spadek ilości tych związków. Oczywiście trudno sądzić, w jakim stopniu było to skutkiem

Tabela 5—

Zawartość niektórych alkaloidów w %

Content of some alkaloids in

Części roślin Plant parts	Zawartość alkaloidów w Alkaloid content in percentage								
	26.V — 16			9.VI — 30			25.VI — 46		
	hydroksylu- panina	(oxylupa- nina?)	a _x	hydroksylu- panina	(oxylupa- nina?)	a _x	hydroksylu- panina	(oxylupa- nina?)	a _x
Liście pędu głównego									
Liście dolne				8	15	8	3	12	20
„ środkowe				7	27	3	16	12	5
„ górne				—	—	—	—	29	8
„ pędów bocznych				—	—	—	—	—	—
„ opadłe				—	—	—	—	—	—
Łodygi pędu głównego				19	38	10	21	46	3
„ pędów bocznych				—	—	—	—	—	—
Łupiny				—	—	—	—	—	—
Nasiona				—	—	—	—	—	—
Część nadziemna	12	18	2	10	28	6	9	32	7
Korzenie	16	22	śl	15	40	12	18	34	16

procesu przemieszczenia, a w jakim skutkiem ewentualnych przemian na inne związki, szczególnie w okresie pierwszych dwóch miesięcy wzrostu. Istotne zmniejszenie zawartości alkaloidów w miarę starzenia miało miejsce również w liściach górnych pędu głównego, jak i w liściach pędów bocznych. U łubinu zaś pastewnego względne ilości tych zasad z biegiem czasu nie ulegały zmianom. Jeśli u populacji gorzkiej pod koniec wegetacji znacznie zmniejszyła się zawartość alkaloidów również i w łodygach, to u pastewnej ilość ich pozostała na tym samym poziomie, jak w wieku 84 dni.

Zmiany sumarycznej zawartości alkaloidów w różnych częściach łubinu białego gorzkiego, szczególnie w liściach i organach generatywnych, w zależności od ich wieku jak i wieku całej rośliny, są podobne do zmian obserwowanych przez szereg autorów u tego samego, względnie innych gatunków łubinu (Iwanow 1932, Meyer 1942, Liebin 1947, Byśzewski 1957), a nawet częściowo u takich roślin jak *Atropa* czy *Datura* (Augustowska, Kaczmarek 1956, Rowson 1954).

Szereg autorów zwraca uwagę na pewną dodatnią korelację między zawartością azotu a zawartością alkaloidów (Guillaume 1930, Iwa-

— T a b l e 5

w stosunku do ilości lupaniny
percentage of lupanine content

‰ ilości lupaniny
of lupanine content

5.VII — 56			19.VII — 70			2.VIII — 84			19.IX — 132		
hydroksylu- panina	(oxylupa- nina?)	a _x	hydroksylu- panina	(oxylupa- nina?)	a _x	hydroksylu- panina	(oxylupa- nina?)	a _x	hydroksylu- panina	(oxylupa- nina?)	a _x
2	9	3	14	10	—	10	9	40	—	—	—
—	8	7	3	12	5	4	14	—	—	—	—
—	14	4	3	15	3	21	18	10	—	—	—
7	20	15	10	13	7	9	23	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	14	30	—	32	17	15
30	17	2	24	24	3	21	14	5	27	11	4
24	27	5	10	28	4	7	45	5			
8	20	9	3	17	1	17	9	3	30	5	25
—	—	—	—	—	—	1	3	3	17	7	15
12	18	8	8	18	3	12	11	4	21	8	16
33	22	24	10	17	5	15	15	2			

n o w 1932, M e y e r 1942). Uzyskane przez nas wyniki wskazują na to, że związek między tymi wielkościami jest bardziej skomplikowany. Zależy on od charakteru organu, od jego wieku, jak i wieku całej rośliny, prawdopodobnie również od gatunku i charakteru jego populacji. I tak w naszym przypadku łodygi i łupiny zawierały w porównaniu z innymi organami nadziemnymi najmniej azotu, a procentowy udział alkaloidów w tym azocie był największy. Przy wyższej zawartości azotu w liściach, zwiększała się na ogół nie tylko ilość alkaloidów, ale również i udział ich w tym składniku ulegał wzrostowi. Jednakże nie wyłącznie zawartość azotu o tym decydowała. W dużej mierze zależało to od wieku samego liścia, jak i całej rośliny. Na przykład w liściach młodych rośliny 30-dniowej przy zawartości 4,06‰ N udział w niej alkaloidów wynosił 1,8‰, w liściach młodych rośliny 46-dniowej odpowiednio 3,98 i 2,7‰, w tychże liściach po upływie 10 dni zawartość azotu wynosiła 4,22, a udział w nim alkaloidów 1,4‰.

U form pastewnych łubinów B y s z e w s k i (1957) nie stwierdził korelacji między zawartością azotu a ilością alkaloidów.

Tabela 6—Table 6

Zmiany w wysokości plonu i zawartości alkaloidów (w %) w czasie wegetacji pastewnej i gorzkiej populacji łubinu białego
Changes in yield and alkaloid content during the growth of fodder and bitter white lupine

Nr	Populacja	Wiek roślin w dniach Age of plants — days											
		16	30	43*	46	56	69* — 70		84	132			
		Ciężar części nadziemnej i zawartość w niej alkaloidów w % plonu końcowego											
1	Pastew- na	plony	6,9	22,5	32,1	54,3	w tym strąki 6,4	76,1	w tym strąki 27,3	95,5	w tym strąki 40,0	100 (55,5 g)	49,0
2		alkaloidy	5,0	15,7	39,8	65,5	7,6	80,6	19,9	99,1	31,4	100 (10,1 mg)	40,8
3	Gorzka	plony	4,7	15,0	31,3	45,6	2,3	61,2	10,7	100,8	35,8	100 (63,2 g)	39,7
4		alkaloidy	7,2	12,1	28,8	47,4	5,6	96,6	53,1	93,6	58,3	100 (325,5 mg)	84,5

* Liczby odnoszą się do populacji pastewnej (różnice te wynikają z niejednakowych terminów sprzętu). Niestety w opublikowanej części I wkładły się błędy w obliczeniu ilości dnl wegetacji.

Jest rzeczą charakterystyczną, że we wszystkich terminach sprzętu w naszym doświadczeniu udział alkaloidów w azocie korzeni był znacznie niższy niż przeciętnie w części nadziemnej. Shibata (cyt. wg Rowsona 1954) stosując N^{15} u *Datura* (u której, jak wiadomo, alkaloidy tworzą się głównie w korzeniach) stwierdził 0,38% pobranego azotu w alkaloidach korzeni, a tylko 0,08% w alkaloidach części nadziemnej. Uprzednie nasze doświadczenie (H. Birecka, D. Szklarek, A. Mazan 1960, H. Birecka, E. Nalborczyk, T. Sebyła 1960) wskazują na to, że część nadziemna łubinów jest głównie odpowiedzialna za syntezę alkaloidów i że istnieje duże prawdopodobieństwo poważnego udziału łodyg obok liści w tym procesie. Oczywiście przyjęcie procentowego udziału alkaloidów w azocie określonego organu za pewne kryterium miejsca syntezy tych związków byłoby niesłuszne. Udział ten bowiem może być wynikiem m. in. również procesu przemieszczania, jak i przemian na inne związki. Niemniej jednak mógłby on służyć jako dodatkowy wskaźnik, przy zachowaniu dużej ostrożności w interpretacji wyników.

Stwierdzony przez nas charakter gromadzenia w czasie alkaloidów u łubinu gorzkiego w warunkach wazonowych w pewnym stopniu różni się od dynamiki tego procesu w warunkach polowych (dane jeszcze nie opublikowane). W tym ostatnim przypadku istotne zwiększenie ilości alkaloidów obserwowano do 90, a nie tylko do 70 dnia wegetacji. Należy jednak zaznaczyć, że w polu opadanie liści było późniejsze, a przy tym na okres między 70 i 90 dniem przypadało wykształcanie się dużej ilości strąków na pędach bocznych, czego prawie zupełnie brak było w kulturach wazonowych. Inny również charakter gromadzenia się alkaloidów obserwował Van der Kuy (1956) u tego samego gatunku roślin. Sądząc z dynamiki ich wzrostu i rozwoju, różnią się one bardzo istotnie od badanej przez nas populacji. Niemniej jednak i czynniki tego autora wskazują, iż największy przyrost alkaloidów wystąpił w okresie wykształcania się strąków.

Na uwagę w naszym doświadczeniu zasługuje fakt, że w tym okresie bardzo dużemu zwiększeniu zawartości alkaloidów w młodych strąkach (w których udział nasion w tym czasie był jeszcze niewielki) nie towarzyszyło obniżenie ilości tych związków w organach wegetatywnych, jak to miało miejsce w ostatnich tygodniach wegetacji. Należy również podkreślić, że stosunek ilościowy między poszczególnymi alkaloidami w młodych strąkach istotnie różni się od stosunku stwierdzonego w łodygach i liściach. Fakty te nasuwają przypuszczenie, że w organach generatywnych łubinu białego, a szczególnie w łupinach, może również przebiegać proces syntezy alkaloidów. Na możliwość udziału tego typu organów w tworzeniu alkaloidów wskazują niektórzy badacze (Mothes, Romeike 1951,

ci sami 1958). Oczywiście zaobserwowane fakty nie przekreślają prawdopodobieństwa, że przyrost ilości tych związków w łupinach może być wynikiem procesu ich przemieszczenia.

Stosunki ilościowe między alkaloidami w poszczególnych organach ulegały w czasie wegetacji istotnym zmianom. W liściach na ogół trudno stwierdzić jakąś prawidłowość w tych zmianach. Na uwagę może zasługuje fakt, iż w każdym terminie sprzętu procentowy udział alkaloidu odpowiadającego chromatograficznie oksylupaninie był tym większy, im młodsze były liście. W łodygach w ciągu całego okresu wegetacji sumaryczny udział dwu zasad bardziej utlenionych niż lupanina był stale wyższy niż w liściach.

Zmiany w stosunkach ilościowych między alkaloidami w częściach generatywnych, w miarę ich kształtowania się i dojrzewania, wskazują na to, że w organach tych zachodzą przemiany badanych zasad. Istotnym na to dowodem są zmiany zachodzące zwłaszcza w zawartości oksylupaniny w strąkach między 70 a 84 dniem wegetacji.

W odróżnieniu od łubinu badanego przez Van der Kuyp'a (1956) w populacji, która była przedmiotem naszych doświadczeń, stwierdzano bardzo rzadko obecność sparteiny (w ilościach w każdym bądź razie wykrywalnych) i to tylko w liściach. Uzyskane przez nas wyniki nie wskazują na to, aby lupanina przekształcała się w sparteinę szczególnie w łupinach, jak to przypuszcza cytowany autor. Możliwe, że rozbieżność wyników jest spowodowana różnicami między badanymi populacjami.

Rzadkie bardzo występowanie sparteiny w roślinach niekoniecznie świadczy o słabej jej syntezie. Przyczyną tego zjawiska może być również stosunkowo bardzo szybkie jej przekształcanie się na inne alkaloidy, np. lupaninę lub na związki o charakterze niealkaloidowym. Pojawienie się stosunkowo większych ilości sparteiny we wszystkich liściach w 84 dniu wegetacji może być raczej skutkiem, między innymi zmniejszenia intensywności jej przekształceń. Do takiego przypuszczenia upoważniają nas również wyniki uzyskane w doświadczeniach z łubinem białym, do którego wprowadzano lupaninę (Birecka, Sebyła 1960). Nawet po upływie 16 dni od zastosowania tego alkaloidu nie stwierdzono żadnego wzrostu ilości sparteiny.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

1. W warunkach kultur wazonowych największe nagromadzenie alkaloidów u łubinu białego gorzkiego wystąpiło już w 70 dniu wzrostu roślin. W następnym okresie sumaryczna zawartość tych związków nie ulegała zmianom.

2. Największy przyrost ilości alkaloidów obserwowano między 56 a 70 dniem wegetacji. Był on głównie wynikiem zwiększenia zawartości tych związków w młodych strąkach. W okresie tym nie stwierdzono zmniejszenia ilości alkaloidów w organach wegetatywnych.

3. Względna zawartość alkaloidów w liściach zależna jest zarówno od czasu ich wykształcenia, jak i wieku. Najzasobniejsze w te związki są młode liście starszych rozwojowo roślin. Zawartość alkaloidów w łodygach ulega tylko niewielkim zmianom w czasie wegetacji.

4. Wyższej zawartości azotu w liściach towarzyszy na ogół zwiększenie nie tylko ilości alkaloidów, ale również i procentowego ich udziału w tym składniku. Jednakże decydujący wpływ pod tym względem miał wiek samego liścia, jak i całej rośliny. Mimo stosunkowo najniższej zawartości azotu w łodygach i łupinach, w porównaniu z innymi organami nadziemnymi, udział alkaloidów w ich azocie jest największy.

5. Zawartość poszczególnych alkaloidów i stosunki między nimi w roślinie i jej organach ulegają zmianom w czasie wegetacji. We wszystkich jednak fazach rozwojowych dominuje ilościowo lupanina. Pod koniec wegetacji istotnemu zwiększeniu ulega zawartość hydroksylupaniny i zasady a_x , zmniejsza się natomiast ilość alkaloidu o R_f odpowiadającym oksylupaninie.

6. Między populacją pastewną i gorzką łubinu białego o podobnej długości okresu wegetacji istnieją znaczne różnice: a) w charakterze gromadzenia w czasie alkaloidów w stosunku do ich zawartości w roślinach dojrzałych, b) w zmianach ilości tych związków w liściach i łodygach w zależności od ich wieku, c) w stopniu zakumulowania alkaloidów w strąkach w stosunku do organów wegetatywnych.

SUMMARY

1. The greatest accumulation of alkaloids in bitter white lupine (in pot culture) took place already on 70th day of plant development. The total amount of these compounds did not change during the subsequent period of time.

2. The greatest increase of alkaloid content was observed between the 56th and 70th day. It was due mainly to the increment of these compounds in young pods. No decrement of alkaloids in the vegetative plant parts within this period of time was noticed.

3. The percentage of alkaloid content in leaves depends on the time of their formation as well as on their age. The young leaves of older plants show the highest content of these bases. But it decreases on ageing (in all leaves). The alkaloid content in stems shows little changes during plant development.

4. Higher nitrogen content in leaves is accompanied by an increase not only of the content of alkaloids, but also of their share in this

element. However the age of the leaves as well as of the whole plant has a decisive influence on it. The share of alkaloids in nitrogen of stems and pericarp is the highest in spite of the smallest content of this element in these parts as compared to other ones.

5. The content of particular alkaloids and the proportions between them in plants and their parts changes during the vegetation. However in all stages of development lupanine is the dominant base. At the end of vegetation the content of hydroxylupanine as well as of the base — a_x increases, and the amounts of the alkaloid, which R_f corresponds to oxylupanine, decreases.

6. There are significant differences between the fodder and bitter forms of white lupine concerning: a) the character of alkaloids accumulation in time, b) the quantitative changes of these compounds in leaves and stems in relation to their age, c) the rate of alkaloid accumulation in pods as compared to the vegetative plant parts.

LITERATURA

- Augustowska D., Kaczmarek F., 1956, Biul. Państw. Inst. Nauk. Leczn. Sur. Rośl. nr 3 (7).
- Birecka H., Rybicka H., Ścibor-Marchocka A., 1959, Acta Bioch. Pol. 6 (1).
- Birecka H., Mazan A., Szklarek D., 1959, Acta Soc. Bot. Pol. 28 (2).
- Birecka H., Szklarek D., Mazan A., 1960, Biul. Acad. Pol. Sci. 8 (5).
- Birecka H., Nalborczyk E., Sebyła T., 1960, ibidem.
- Birecka H., Sebyła T., 1960, ibidem.
- Byszewski Wł., 1957, Hodowla Roślin, Aklimat. i Nasien. 1 (3).
- Guillaume A., 1930, Recherches experimentales sur le lupin, Paris.
- Iwanow N. N., 1932, Trudy po prikladnoj botanikie, genietike i selekcii, 54.
- Van der Kuy A., 1956, Bijtrage tot kennis van alkaloid vorming bij enkele species van het genus Lupinus, S-Gravenhage, dysertacja.
- Liebin J., 1947, Doklady Wsiesojuz. Akad. Sielchodz. Nauk 4.
- Meyer K., 1942, Landw. Jahrb. 91, 418.
- Mothes K., Romeike A., 1951, Biol. Zbl., 70, 97.
- Mothes K., Romeike A., 1958, Encyklopedia of Plant Physiology 8.
- Reifer I., Przeździecka J., Kleczkowska D., Acta Bioch. Pol. 6 (1).
- Rowson J. M., 1954, J. Pharm. Belg. 26 (1—2).
- Wiewiórowski M., Bratek M. D., 1957, Acta Soc. Bot. Pol. 26 (1).

Studies on the centrifugation of chloroplasts in *Lemna trisulca*

J. ZURZYCKI

INTRODUCTION

Northen (1936—1939) demonstrated that to displace chloroplasts in plant cells the centrifugal force must exceed the initial starting acceleration defined as c_0 . The value of c_0 , interpreted as the viscosity or the elasticity of the protoplasm, is considered to be a characteristic trait of the cell as a whole. In cells with one chloroplast it is easy to define the value of c_0 but in cells with numerous chloroplasts some chloroplasts are centrifuged even by weak centrifugal forces while a few remain unaffected even by relatively high accelerations (Virgin 1951). In the latter kind of cells the value of c_0 must be defined according to arbitrarily accepted criteria.

The aim of this investigation has been to find the value of c_0 not for the whole cells but for the particular chloroplasts and to define the statistical variation of this value with regard to light conditions.

MATERIAL AND METHODS

For experiments leaves of the water plant *Lemna trisulca* were used. The plants were collected from a natural habitat when they were in full vegetation (July and August) and were cultivated in an aquarium in stabilized conditions during 2—3 weeks before the beginning of experiments. The observations were carried out on leaves 5—6 mm long in the part consisting of one layer of mesophyll.

An electric centrifuge was used. It was powered through two sliding contact resistances and could be accurately adjusted to the necessary number of revolutions. The speeds in the experiments ranged from 500 to 4500 r.p.m. and thus, since the radius of the centrifuge was 12 cm, the centrifugal accelerations ranged from 33xg to 2700xg. The plants were

placed in slides similar to those used in earlier experiments (Zurzycka and Zurzycki 1951) but made of a plastic plate and provided with a sliding cover glass. The clamps were placed inside the tubes of the centrifuge in tap water. This procedure made possible the orientation of plants with regard to the direction of the centrifugal force.

Since the return of chloroplasts at the end of centrifugation was very rapid (Virgin 1949) and clearly marked in the cells of *Lemna* leaves already two minutes after the centrifuge had stopped the leaves had to be fixed immediately. The time lapse between switching off at maximum speed and placing the leaves in the fixative was 20—30 seconds. Karpachenko's fluid was used as the fixative (I — 4.5 g of chromic acid and 36 ml of glacial acetic acid in 500 ml of water, II — 25 ml of 40 per cent formaline in 500 ml of water; equal parts of the two liquids were mixed directly before fixation). Control tests revealed that slight displacements of chloroplasts occurred even in the first minutes of fixation. To prevent these displacements the fixative was cooled in a refrigerator to 0—3°C and during the first hour of fixing the temperature was maintained at this low level. With this procedure no returns of chloroplasts were observed after centrifuging had stopped.

The leaves selected for the experiments were kept in light of 500 luxes during 4 hours. In these conditions practically all the chloroplasts assumed the flat arrangement. Then after counting the number of chloroplasts on the upper and under face of 10 cells in a chosen part of a leaf it was exposed to light of intensities inducing the desired arrangement of chloroplasts.

The following light intensities and irradiation times were applied:

- darkness 4 hours (apostrophe)
- 500 luxes 4 hours (epistrophe)
- 40 000 luxes 1 hour (parastrophe)
- about 130 000 luxes 2 hours (aggregation)

A low voltage lamp was used as source of light. Light was passed through a heat filter (Schott KG1 5 mm) and reached the objects either directly or through a system of lenses.

After centrifuging and one hour of fixing the undisplaced chloroplasts were again counted in 10 cells of the same part of the leaf as before. In this way it was possible to establish the percentage of chloroplasts which had not been displaced by centrifuging.

RESULTS

The separation of chloroplasts after various times of centrifuging was examined for 3 different centrifuging speeds, i.e. 1500, 3000 and 4000 r.p.m..

corresponding to 300xg, 1200xg and 2140xg. The time of centrifugation ranged from half a minute to 60 minutes. The results illustrated by the curves in fig. 1 indicate that all the chloroplasts were displaced only by the highest centrifugal acceleration. In the case of smaller accelerations the state of equilibrium reached after about 30 minutes remained unchanged by prolonged centrifuging. In the state of equilibrium some chloroplasts were and others were not displaced.

When the value c_0 is regarded as a property of individual chloroplasts and not of the cell as a whole it becomes obvious that the c_0 of the chloroplasts which were displaced was greater than the applied centrifugal acceleration, whereas the chloroplasts that remained undisplaced had



Fig. 1. The displacement of chloroplasts caused by centrifuging plotted against time. x-axis — time of centrifuging, y-axis — the percentage of displaced chloroplasts. The curves illustrate the course of centrifuging for accelerations of 300xg, 1200xg and 2140xg. Each point is the average of 4 measurements

a higher c_0 . Consequently, from the arrangement of chloroplasts after 30—40 minutes of centrifuging and by applying various accelerations it is possible to establish the statistical distribution of the value c_0 for the particular chloroplasts under specified conditions.

The statistical variation of the value c_0 for individual chloroplasts in various light conditions is illustrated by figs. 2—6. After the initial irradiation of 500 luxes (fig. 2) weak centrifugal forces lead to the displacement of only a few chloroplasts. For centrifuging half of the chloroplasts the acceleration must be about 800xg and all chloroplasts are displaced only when the acceleration is 2700xg. The frequency curve of c_0 is more or less symmetrical with the maximum at about 1000xg.

In darkness the chloroplasts assume the apostrophe arrangement and then their behaviour during centrifuging changes considerably (fig. 3). Even when low centrifugal accelerations are applied the proportion of displaced chloroplasts is relatively high (about 50 per cent at 300xg), but

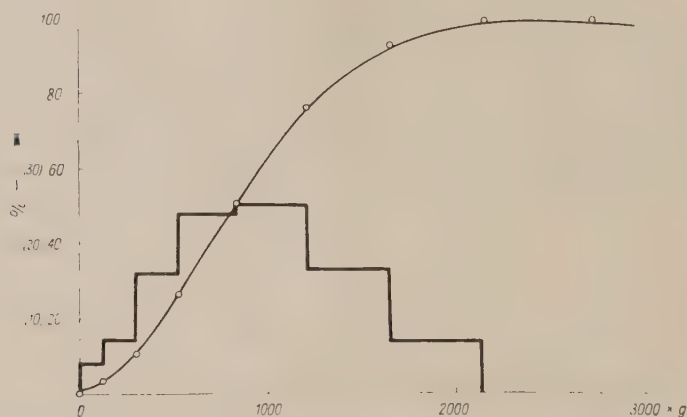


Fig. 2. Variation of the value c_0 of chloroplasts after exposure to light of 500 luxes for 4 hours (epistrophe). x-axis — centrifugal acceleration. Thin line — per cent of displaced chloroplasts after 40 minutes of centrifuging. Each point is the average of 4—5 measurements. Heavy stepped line — frequency distribution of the values of c_0 . Numbers along the y-axis refer to the thin line and numbers in brackets to the frequency curves

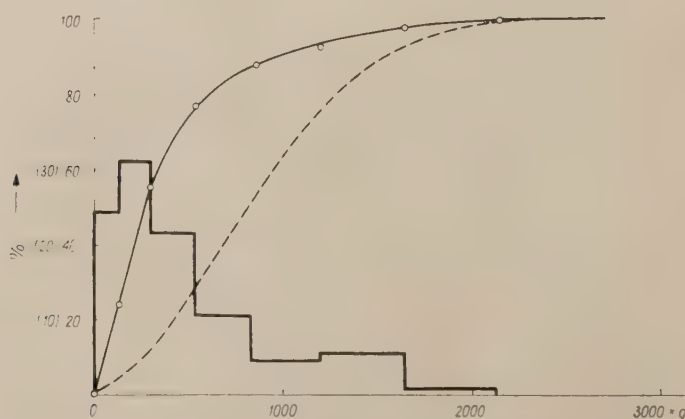


Fig. 3. Variation of the value c_0 of chloroplasts in leaves kept in darkness for 4 hours (apostrophe). Details as in fig. 2. Broken line — values for weak light

those that remain are very resistant to acceleration, so much that to displace the last chloroplasts the acceleration must be about 2500xg. The

frequency curve of c_0 is distinctly asymmetrical with one maximum at about 200xg and another faint maximum at about 1400xg.

In strong light of 40 000 luxes the chloroplasts assume the profile arrangement (parastrophe). The displacement of chloroplasts from this arrangement (fig. 4) proceeds similarly as in the case of epistrophe. Low

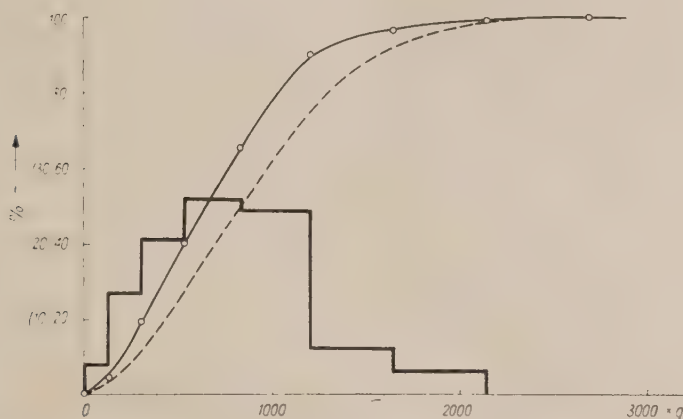


Fig. 4. Variation of the value c_0 of chloroplasts after exposure to light of 40000 luxes for 1 hour (parastrophe). Details as in fig. 2

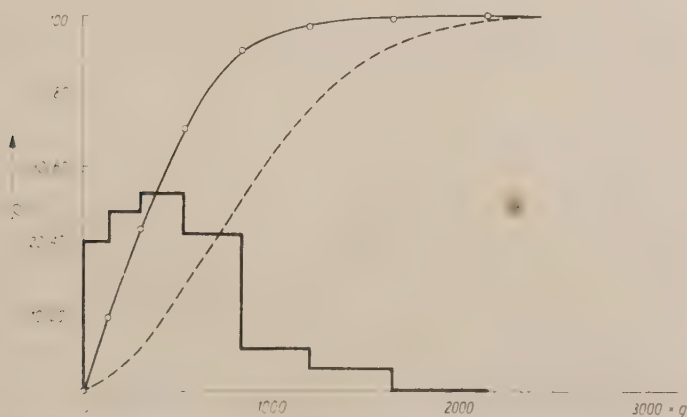


Fig. 5. Variation of the value c_0 of chloroplasts after exposure to light of 130000 luxes for 2 hours (aggregation). Details as in fig. 2

accelerations displace only a few chloroplasts. For displacing half of the chloroplasts the acceleration must be 640xg and for displacing all 2500xg. The frequency curve of c_0 is more or less symmetrical but, as compared

to the curve in fig. 2, is somewhat shifted in the direction of lower values with one maximum at about 800xg.

Very strong irradiation (130 000 luxes) causing the aggregation of chloroplasts (Zurzycki 1955) facilitates the displacement of chloroplasts by centrifuging (fig. 5). Half of the chloroplasts are displaced when the acceleration is 360xg and the most resistant when it is 2000xg. A large proportion of chloroplasts is displaced at low accelerations. The frequency curve of c_0 has one peak with the maximum at about 400xg. It is to be stressed, however, that the behaviour of chloroplasts in this last case is not fully comparable to their behaviour in other conditions;



Fig. 6. Variation of the value c_0 of chloroplasts in leaves first exposed to light of 500 luxes for 4 hours then to light of 40,000 luxes for 6—8 minutes. Details as in fig. 2

aggregated chloroplasts do not lie flat against the cell walls as in all the other arrangements and thus their adhesion is here different. Moreover, the grouping of chloroplasts in aggregations probably has some influence on the effects caused by centrifuging.

All the above mentioned arrangements of chloroplasts at the time of centrifugation in a state of equilibrium represent the adaptation of cells to existing light conditions. The question thus arose what would be the behaviour of chloroplasts in the state of disequilibrium proceeding their full adaptation? An answer to this question was sought by examining the susceptibility of chloroplasts to centrifuging in the course of the epistrophe-parastrophe phototactic reaction. Cells with chloroplasts in the flat arrangement (initial irradiation of 500 luxes) were centrifuged immediately after being exposed to strong light (40 000 luxes) for 6—8 minutes. Strong light induces phototactic displacements of chloroplasts so that after about 7 minutes some 20 per cent of them are already arranged

against the lateral walls of cells. When chloroplasts are centrifuged in the course of this reaction their behaviour (fig. 6) differs entirely from what is observed in stabilized conditions of both weak and strong light. A large proportion of chloroplasts (about 35 per cent) is displaced by very weak centrifugal accelerations, i.e. accelerations of less than 100xg. On the other hand, the ability of other chloroplasts to resist the centrifugal force is very little altered. The frequency curve of c_0 has two well marked peaks with one maximum at about 50xg and another one at about 700xg.

DISCUSSION

In cells with numerous chloroplasts there are considerable individual differences between chloroplasts in their tendency to be displaced by centrifuging. When the statistical distribution of these differences are known the state of a cell can be defined more accurately than by defining the value of c_0 for the whole cell with such arbitrarily chosen criteria as e.g. the acceleration necessary to displace after prolonged centrifuging 100 or 90 per cent of chloroplasts.

The results here reported are essentially conformable with Virgin's (1951) results from his experiments on the influence of light on the cells of *Helodea densa*. In *Helodea*, similarly as in *Lemna*, the most difficult to displace by centrifuging are the chloroplasts in cells exposed to weak light, whereas in cells kept in darkness the displacement of chloroplasts is much easier. Some differences in the response of *Lemna* and *Helodea* are apparent in strong light. Virgin states that in *Helodea* leaves exposed to strong light the chloroplasts are easily displaced by centrifuging and that this trait is retained for quite a long time. In *Lemna*, on the other hand, the chloroplasts are easily displaced only during a short time in the course of the epistrophe — parastrophe reaction, but when the chloroplasts assume the profile arrangement they again become resistant to centrifuging. This effect seems to be associated with the fact that in *Lemna* the chloroplasts in the profile arrangement are distributed in those parts of a cell where only weak light penetrates (Senn 1908), i.e. in the same light conditions as those prevailing in weak light on the upper and under walls of cells. In such conditions they again become strongly attached to the external proplasmic layer lining the cell walls. In *Helodea* strong light induces the rotation of the protoplasm and the chloroplasts are kept in constant motion with the rotating protoplasm which makes them very susceptible to centrifugal forces. But even in *Helodea* under certain conditions strong light may cause a temporary decrease and then again an increase of the tendency to resist centrifugal forces (Virgin 1951, fig. 16a).

According to Northern (1937) the value of c_0 defines the elasticity of protoplasm, whereas in Virgin's (1951) interpretation it is a measure of viscosity. This author (Zurzycki 1959) has advanced the suggestion that the tendency of chloroplasts to be displaced by centrifuging (c_0) is essentially a measure of the consistency of that part of protoplasm which connects a chloroplasts with the ectoplasmic layer lining the cell walls. It is therefore a measure of viscosity or of elasticity, but with regard to a definite part of the protoplasm. Already Northern (1938) believed that the definition of c_0 as a measure of the viscosity of protoplasm might be misleading because of the great individual differences between cells. The data here reported on the distribution of the value of c_0 for the particular chloroplasts fully confirm Northern's opinion. It seems that the most correct approach would be to define c_0 as a measure of the consistency of the chloroplast/ectoplasm contact layer determining the force with which the chloroplasts is attached to the motionless protoplasmic layer. The consistency of the chloroplast/ectoplasm layer is greatest when the chloroplasts are exposed to weak light, i.e. on the top and bottom cell walls in weak light and on the lateral walls in strong light. The beginning of phototactic displacements must be preceded by a change of the consistency manifested by a weaker attachment of chloroplasts to the outer protoplasmic layer.

SUMMARY

1. The value of the initial starting acceleration (Northern's c_0) for individual chloroplasts is highly variable in cells of *Lemna trisulca*. The statistical distribution of the value c_0 depends on the prevailing light conditions.

2. The value of c_0 of chloroplasts is highest in weak light (epistrophe) and in strong light (parastrophe) after the arrangement characteristic for the prevailing light conditions is stabilized. In darkness the frequency curve of c_0 is shifted towards lower values.

3. In the course of phototactic displacements of chloroplasts the value of c_0 for a large proportion of chloroplasts is very low.

4. The value of c_0 defines the consistency of that part of the protoplasm which connects the chloroplasts with the ectoplasm and determines the force with which chloroplasts are attached. The consistency of this layer can vary over a wide range when the intensity of incident light changes. The loosening of the consistency marks the beginning of phototactic movements.

REFERENCES

- Northern H. T., 1937, Is protoplasm elastic? Bot. Gaz. 98: 421—424.
- Northern H. T., 1938, Studies of protoplasmic structure in *Spirogyra*. I. Elasticity, Protopl. 31: 1—8.
- Seen G., 1908, Die Gestalts- und Lageveränderungen der Pflanzenchromatophoren, W. Englemann, Leipzig.
- Virgin H., 1949, The relation between the viscosity of the cytoplasm, the plasma flow and the motive force. An experimental study, Physiol. Plant. 2: 157—163.
- Virgin H., 1951, The effect of light on the protoplasmic viscosity, Physiol. Plant. 4: 255—357.
- Zurzycka A. and Zurzycki J., 1951. The influence of some metallic ions on the phototactic movements of chloroplasts, Acta Soc. Bot. Pol. 21: 113—124.
- Zurzycki J., 1957, The destructive effect of intense light on the photosynthetic apparatus, Acta Soc. Bot. Pol. 26 157—175.
- Zurzycki J., 1960, The mechanism of the movements of plastids. Encyklopedia of Plant Physiology, vol. 17/2 (in press).

Daily changes in the concentration of chlorophyll in growing leaves

S. WIĘCKOWSKI

The question whether there are any periodical daily changes of the chlorophyll concentration in leaves has been a problem of discussions for some time. Such daily changes in fully developed and no longer growing leaves have been reported by some workers (Bukatsch 1939, 1940, Wendel 1940, 1957, Bavrina 1959), but have not been confirmed by the results obtained in other investigations (Seybold 1942, Więckowski 1957, Bauer 1958, and others).

Seybold and Falk (1959), who have analysed critically earlier experiments on the daily changes in the concentration of chlorophyll, have reached the conclusion that the concentration of the pigment in fully developed and no longer growing leaves undergoes no daily changes. On the other hand Seybold and Falk believe that daily changes in the chlorophyll concentration are possible in growing leaves. The question has become all the more interesting since the discovery that the growth of the leaf surface and the synthesis of chlorophyll are to some extent independent of each other (Więckowski 1959).

The present study had a double aim: a. to study the diurnal changes occurring in the chlorophyll concentration during the whole growth period of leaves, b. to discover the causes of these changes.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were carried out on the primary leaves of the beans *Phaseolus vulgaris* var. *Bronowicka*. The plants were cultivated in a thermostat on Knop's nutrient solution in light or in darkness. The seeds were first soaked for 24 hours in well water at room temperature and then kept for the next 48 hours in darkness at +24°C on dishes lined with damp blotting paper for germination. To obtain a uniform material

for the experiments the best developed germinated seeds were picked. The selected plants were placed over the nutrient solution in a thermostat at temperatures ranging $+ 29^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. The so prepared cultures were alternately exposed to light during 12 hours (8 a. m. to 8 p. m.) and kept in darkness for the next 12 hours (8 p. m. to 8 a. m.). Plants grown in continuous light were used as controls.

Fluorescent lamps were used as the source of light. The intensity of light, in the wave length range 400—700 $\text{m}\mu$, measured with a Kipp thermopile using WG1 and RG8 filters, was about 24 000 ergs./sq. cm. x sec. The area of leaf surface was measured planimetrically on prints of leaves made on sensitized paper.

Observations of the daily changes in the accumulation of chlorophyll were carried out, besides beans, also on growing leaves of *Platanus acerifolia* Willd. The plant used for these experiments grew in conditions approaching natural at the Botanical Garden of the Jagiellonian University.

For determinations of the chlorophyll level either whole leaves or discs 6 mm. in diameter cut out from a suitable point of the leaf blades were used.

The pigments were extracted in a mortar with acetone with an addition of glass and CaCO_3 . The acetone extracted was filtered and the pigments were transferred to diethyl ether in a separating funnel. The ether solution was dehydrated and made up to a constant volume. The concentration of the pigments in ether solution was determined with a Uvispek Hilger spectrophotometer for wave lengths of 660 $\text{m}\mu$ and 642,5 $\text{m}\mu$ using a silica prism. The absolute values were calculated from the formula deduced by Comar and Zscheile (1942).

All experimental procedures were more fully described in an earlier report (Więckowski 1959).

RESULTS

Daily changes of the chlorophyll concentration in growing leaves of beans

The characteristic changes of the chlorophyll concentration in growing leaves can be observed in plants grown in continuous light. During the first three days of growth the amount of chlorophyll in a unit of area increases but drops in the course of later growth.

In an earlier report (Więckowski 1959) it has been demonstrated that changes of this kind in the amount of chlorophyll are brought out by

the fact that the growth of the leaf area is to some extent independent of the synthesis of chlorophyll. At first, during the first three days after it comes out of the seed coat, the growth of a leaf is slower than in later stages. On the other hand, the synthesis of chlorophyll proceeds at

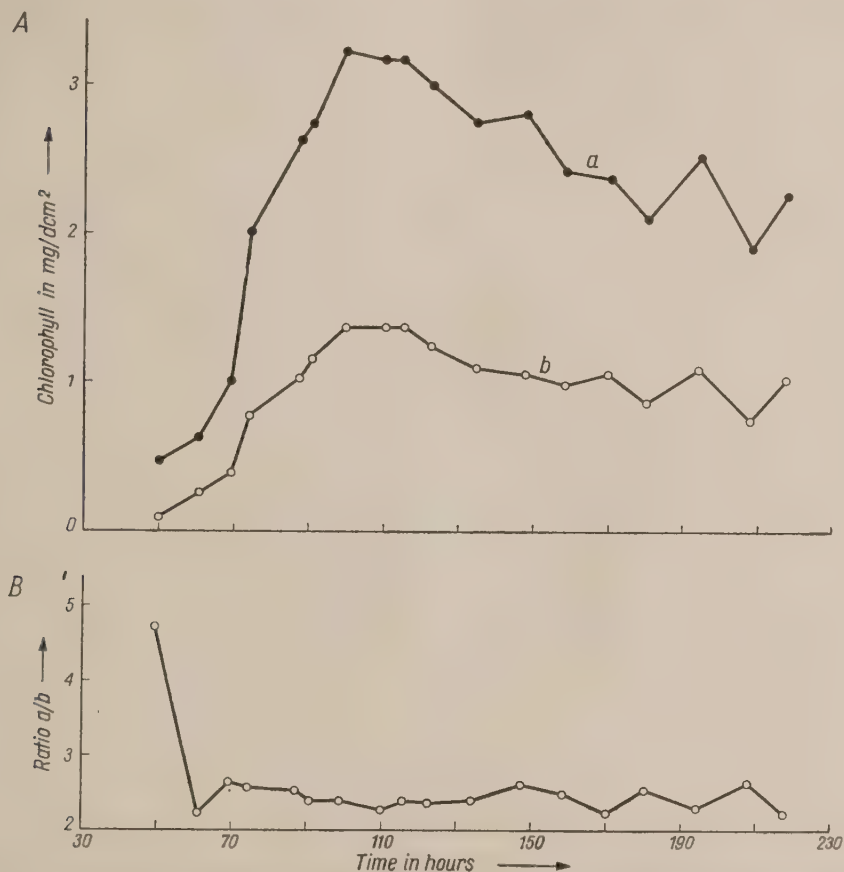


Fig. 1. Changes of the chlorophyll concentration in growing leaves of beans. Plants kept in continuous light. A a — chlorophyll a; A b — chlorophyll b; B — ratio of chlorophyll a to b

Time was counted from the moment the plants were exposed to light in the thermostat

a nearly uniform rate almost from the beginning of leaf growth. In the first phase the growth of leaves is slower than the synthesis of chlorophyll, whereas, in the next phase the situation is reversed, i.e. the rate at which the leaf area increases is greater than the rate with which chlorophyll is synthesized.

Figure 1 illustrates the changes in the concentration of chlorophyll a and b in a growing leaf. Plants grown in continuous light. The shape of

both these curves is similar. The ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* becomes stabilized during the first day after the leaves break out from the seed coat (fig. 1B).

The daily changes in the concentration of chlorophyll were observed on plants grown in alternate 12 hour periods of light and darkness. The first of these alternate periods was started at the moment the germinated seeds were placed over the nutrient solution i. e. about 72 hours after the seeds were placed in water for soaking. On the curves illustrating the

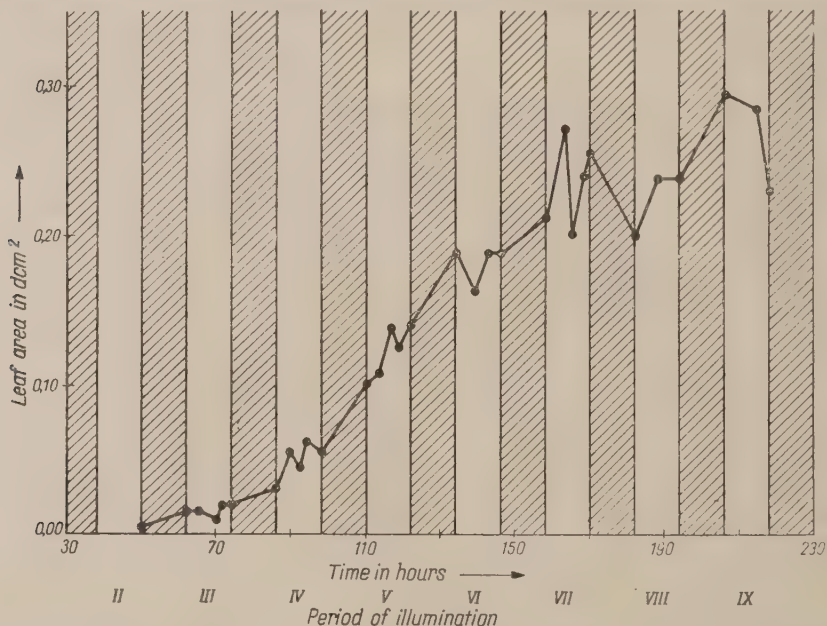


Fig. 2. Growth of the leaf area. Plants kept alternately 12 hours in light and 12 hours in darkness

results the successive light periods are marked as I, II, III, IV etc. The leaflets came out from the seed coat more or less in the third period and at this moment the observations were started and were continued till the end of the IXth period of light, when the growth of leaves was almost completed. The curve illustrating the growth of the leaf area in plants cultivated in alternate periods of light and darkness (fig. 2) has approximately the same shape as this curve for plants grown in continuous light. The phase of slow growth lasts for the first 2 or 3 days (periods II—IV); in the next phase (periods V—IX) leaves grow more rapidly.

Figure 3 illustrates the rhythm of the daily changes of the chlorophyll concentration during the whole time of leaf growth. The daily

oscillations of concentration are manifested both by chlorophyll *a* and chlorophyll *b*. The amount of chlorophyll in a unit of area increases when leaves are exposed to light and drops in plants kept in darkness. During the first hours of exposure to light the increase of chlorophyll *b* is greater than of chlorophyll *a*. The rate of the increase drops after several hours, and the drop is greater in the case of chlorophyll *b* than of chlorophyll *a*. These changes are essentially similar during all the light periods. In darkness the amount of chlorophyll in a unit of area decreases.

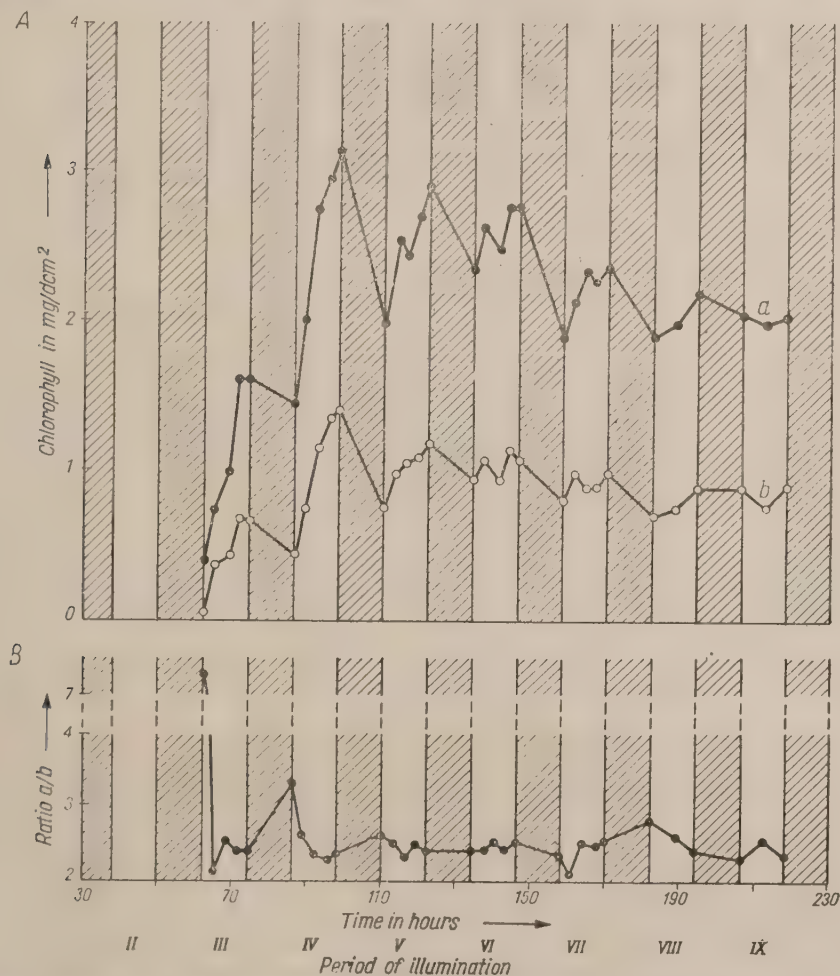


Fig. 3. Daily changes of the chlorophyll concentration in growing leaves of beans. Plants kept alternately 12 hours in light and 12 hours in darkness. A *a* — chlorophyll *a*; A *b* — chlorophyll *b*; B — ratio of chlorophyll *a* to *b*

The results presented on fig. 1, 2, 3 were obtained in experiments started and performed simultaneously

The ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* also manifests characteristic changes (fig. 3B). In darkness the value of the ratio increases, then during the first few hours of exposure to light it drops very rapidly and again increases near the end of the light period. These oscillations become less marked as leaves grow and after a few days they are hardly noticeable.

The daily increase in the amounts of chlorophyll *a* and *b* in a unit of area is much greater in the first phase of growth than later. E.g. during the IVth period of light the concentration of chlorophyll *a* increased from

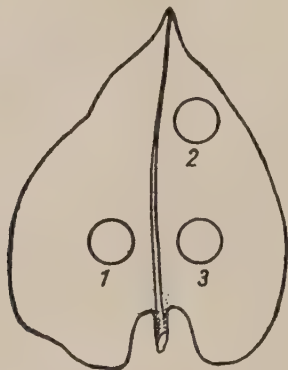


Fig. 4. Points at which discs were cut out from the leaves of beans for chlorophyll determination

about 1,5 to about 3,2 mg. per sq. decimetre. At the same time the concentration of chlorophyll *b* rose from about 0,4 to about 1,4 mg. per sq. decimetre. In later stages the daily increases in the concentration of chlorophyll *a* and *b* are smaller. E.g. in the VIIth period of light the concentration of chlorophyll *a* rose from about 1,8 to about 2,4 mg/dcm² and of chlorophyll *b* from about 0,8 to 1,0 mg/dcm².

Since every point plotted on the graphs in fig. 3 corresponds to the results obtained by extracting chlorophyll from one leaf only, some discrepancies may be possible, although the selection of plants was very careful. To make sure that the increase of the chlorophyll concentration was of the same order as shown by the curves in fig. 3 additional determinations were carried out. For this purpose nine leaves were selected from which discs 6 mm. in diameter were cut out at three points of each leaf, once at 8 a. m., once at 2 p.m., and once at 8 p.m. Each sample consisted of three discs cut out from three leaves. The points on leaves where the discs were cut out are shown in fig. 4 and the results are summarized in Table 1.

The first part of the results characterize the fourth light period and the second part the fifth light period. The increases of chlorophyll concentration in the IVth period are much greater than in the Vth. If the concentration of chlorophyll at 8 a.m. of each day is assumed to be 100, then at 8 p.m. of the fourth day the concentration of chlorophyll *a* is 234 and of chlorophyll *b* 280, while the corresponding values for the 5th day are 127 and 122. This means that here also the changes in chlorophyll concentration are of the same order as shown in fig. 3. The ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* changes similarly.

Table 1

Changes of chlorophyll concentration in the same leaves of beans during exposure to light (mg/l)

Period of illumination**		8 ⁰⁰ a. m.			2 ⁰⁰ p. m.			8 ⁰⁰ p. m.		
		chloro- phyll <i>a</i>	pos. *	chloro- phyll <i>b</i>	chloro- phyll <i>a</i>	pos.	chloro- phyll <i>b</i>	chloro- phyll <i>a</i>	pos.	chloro- phyll <i>b</i>
IV	Sample 1	0,945	1	0,362	1,553	2	0,756	2,050	3	0,845
	Sample 2	0,877	2	0,349	1,572	3	0,672	2,103	1	0,839
	Sample 3	0,796	3	0,170	1,719	1	0,848	1,981	2	0,783
	Average	0,873		0,294	1,615		0,759	2,045		0,822
	rel. value	100,00		100,00	184,99		258,16	234,25		279,58
	Ratio <i>a/b</i>	2,97			2,13			2,49		
V	Sample 1	1,398	1	0,570	1,614	2	0,778	1,791	3	0,684
	Sample 2	1,472	2	0,661	1,528	3	0,619	1,817	1	0,695
	Sample 3	1,354	3	0,488	1,612	1	0,762	1,770	2	0,721
	Average	1,408		0,573	1,585		0,720	1,793		0,700
	rel. value	100,00		100,00	112,57		125,65	127,34		122,16
	Ratio <i>a/b</i>	2,46			2,20			2,56		

* The numbers indicate the position in leaf blade from which the samples was taken (c. f. fig. 4).

** C. f. fig. 2.

The drop of the chlorophyll concentration in darkness during the first phase of growth is smaller than in the later phase.

The shapes of curves for both chlorophyll *a* and *b* in fig. 3A are essentially similar to the curves in fig. 1A. During the first 2—3 days the amount of chlorophyll per unit of area increases and then, in spite of the daily oscillations, it decreases.

It will be demonstrated further on that the drop of the chlorophyll concentration in darkness is mainly associated with its „dilution“. The growth of leaves takes place during the first several hours in darkness (Więckowski 1959) and the amount of chlorophyll present in the leaf is then distributed over a larger surface. The irregular oscillations seem to be due to the irregular rate of the growth of the leaf surface. As has been pointed out above, in the first phase leaves grow more slowly than chlorophyll is synthesized, so that the increase of the amount of chlorophyll in light is large and „dilution“ in darkness small. In the second phase the growth of leaves is more intense and consequently the „dilution“ of chlorophyll in darkness is larger while the rise of the chlorophyll concentration per unit of area in light is smaller.

In plants acted upon by alternate periods of light and darkness the rate of the chlorophyll synthesis during the periods of light is higher than during the same time in leaves cultivated in continuous light.

The causes of the drop of chlorophyll concentration in darkness

In the next stage of experiments the behaviour of chlorophyll during the 12 hours of darkness was investigated. The experimental procedure was as follows. Before placing the plants in darkness a disc 6 mm. in diameter was cut out from a leaf which was not detached from the plant and a print of the leaf was made on sensitized paper. The disc was cut out at point 1 of the leaf (see fig. 4). After 12 hours of darkness the next disc was cut out from the same leaf at point 3 and another print of the leaf was made. Each sample consisted of three discs cut out from three leaves. The amount of chlorophyll in the samples so obtained was determined. On the prints the area of leaves was measured. In this way it was possible to compare the drop of chlorophyll per unit area with the total increase of the surface.

Such a procedure would be acceptable without any doubts if the growth of leaves was uniform over the whole surface of a leaf, but this was not the case. Actually some parts of a leaf grow more intensely than others and the distribution of the areas of intense growth changes in various stages of growth. On the whole growth is more intense in the marginal parts (Staszkiewicz, unpublished).

Thus it becomes necessary to compare the rate of growth at points 1 and 3 (fig. 4) to the rate of growth of the whole leaf. For this purpose the following measurements were made. Directly before placing the plants in darkness and after cutting out at point 1 the disc of area x , a print of the whole leaf was made on sensitized paper. The area v of the whole leaf was measured from the print. After 12 hours of darkness a print of the same leaf was again made and the new area z was measured. During the 12 hours of darkness the area of the hole at point 1 increased from x to y . In order to diminish the error in the measurements of

the areas of the holes in the leaves, the print of the holes were magnified approx. 85 times with the use of an epidiascope.

Let us assume that the area of the part of the leaf blade at point 1 increased in the same degree as the area of the hole at this point.

If the growth of the leaf were uniform over the whole of its surface, then

$$y : x = z : v.$$

Actually the average values obtained for eight leaves in the first phase of growth were

$$y : x = 1,46 \text{ and } z : v = 1,50.$$

It is thus apparent that the increase of the area of the whole leaf is greater than of the area at points 1. However, since these differences have no significant influence on the results here reported no corrections were taken into account, all the more so as the area of the hole probably increased slightly less than would be the increase of the corresponding leaf surface if no opening was cut out. The possible error arising in this connection is thus further reduced.

Moreover, the concentration of chlorophyll at points 1 and 3 in samples taken simultaneously had to be compared. The results are listed in Table 2. As is to be seen, in spite of individual differences (the leaves are not always symmetrical) the average for three leaves, calculated from five determinations manifests an insignificant variability for both chlorophyll *a* and chlorophyll *b*.

Table 2

Concentration of chlorophyll in various parts of leaves of beans in the first phase of growth (mg/l)

	Pos. 1			Pos. 2		
	chloro- phyll <i>a</i>	chloro- phyll <i>b</i>	chlorophyll <i>a+b</i>	chloro- phyll <i>a</i>	chloro- phyll <i>b</i>	chlorophyll <i>a+b</i>
V 5 ¹⁵ p.m.	2,094	0,961	3,055	2,074	0,856	2,930
III 5 ³⁰ p.m.	1,227	0,469	1,696	1,282	0,512	1,794
IV 0 ⁴⁵ p.m.	1,185	0,528	1,713	1,206	0,573	1,779
IV 5 ²⁰ p.m.	1,619	0,672	2,291	1,650	0,689	2,339
IV 6 ⁰⁰ p.m.	2,047	0,850	2,897	1,968	0,831	2,799
Average	1,634	0,696	2,330	1,636	0,692	2,328
rel. value	100,00	100,00	100,00	100,12	99,43	99,91

The drop of the chlorophyll concentration and the increase of leaf area after 12 hours of darkness are compared in Table 3. If it was only the effect of the „dilution“ of chlorophyll, the relationship apparent in this table would be inversely proportional. Indeed, the existing relation-

The decrease of the amount of chlorophyll compared to the increase of the leaf area in beans during 12 hours of darkness. Leaves in the first phase of growth. Chlorophyll in mg/litre, leaf area in sq. centimetres

[illegible]

ship is inversely proportional when the total drop of chlorophyll ($a + b$) is referred to the increase of the leaf surface (compare columns 12 and 13 in Table 3), but when the decrease of chlorophyll a and the decrease of chlorophyll b are referred separately to the increase of the leaf surface no such relationship is apparent. In darkness new amounts of chlorophyll a are synthesized and some chlorophyll b is decomposed (compare columns 10 and 11 with column 13, Table 3). It follows, therefore, that the drop of the chlorophyll concentration in leaves kept in darkness is brought out by two factors: 1) chlorophyll is „diluted“ and 2) actual changes occur in the amount of the pigments. The data assembled in Table 3 indicate that any amount of newly formed chlorophyll a corresponds to an equal amount of decomposed chlorophyll b . Possibly under prevailing conditions chlorophyll b is transformed to chlorophyll a .

The results just reported were obtained on leaves in the first phase of growth. Similar experiments were carried out also on leaves in the second phase of growth. The concentration of chlorophyll a and b in these leaves at point 1 and 3 when samples are taken simultaneously, is shown in Table 4.

The average differences in the concentration of both kinds of chlorophyll do not exceed one per cent, but the individual differences between determinations are much greater than between the same measurements carried out on leaves in the first phase of growth.

Table 4

Concentration of chlorophyll in various parts of leaves of beans in the later phase of growth (mg/1)

	Pos. 1			Pos. 3		
	chloro- phyll a	chloro- phyll b	chlorophyll $a + b$	chloro- phyll a	chloro- phyll b	chlorophyll $a + b$
VII 6 ⁴⁵ p.m.	1,569	0,516	2,085	1,526	0,484	2,010
VIII 9 ⁰⁰ a.m.	1,423	0,464	1,887	1,451	0,489	1,940
VIII 6 ⁴⁵ p.m.	1,532	0,499	2,031	1,562	0,518	2,080
V 7 ³⁰ p.m.	2,346	0,829	3,175	2,158	0,714	2,872
VI 7 ³⁰ p.m.	1,918	0,680	2,598	1,843	0,621	2,464
VII 9 ⁴⁰ a.m.	1,674	0,500	2,174	1,864	0,668	2,532
Average	1,744	0,581	2,325	1,734	0,582	2,316
Relative value	100,00	100,00	100,00	99,45	100,17	99,63

When the drop in the amount of chlorophyll per unit of area is compared with the total increase of leaf area after 12 hours of darkness (Table 5) the relationship obtained for chlorophyll a and b is inversely

Table 5

The decrease of the amount of chlorophyll compared to the increase of the leaf area in beans during 12 hours of darkness.
Leaves in the later phase of growth. Chlorophyll in mg/litre, leaf area in sq. centimetres

1	Before darkness			After 12 h of darkness			Leaves area		Ratio of chlorophyll before dark./after dark.			Ratio of leaves area after dark./before dark.
	chloro- phyll a	chloro- phyll b	chloro- phyll a+b	chloro- phyll a	chloro- phyll b	chloro- phyll a+b	before darkness	after darkness	chloro phyll a	chloro- phyll b	chloro- phyll a+b	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VII/VIII V/VI V/VI VI/VII VI/VII	1,858	0,602	2,460	1,696	0,581	2,277	52,00	60,84	1,10	1,04	1,08	1,17
	2,372	0,836	3,208	1,701	0,544	2,245	22,45	32,75	1,39	1,54	1,43	1,46
	2,134	0,780	2,914	1,644	0,603	2,247	26,02	34,31	1,30	1,29	1,30	1,32
	1,898	0,668	2,566	1,560	0,524	2,084	40,41	53,34	1,22	1,28	1,23	1,32
	1,804	0,549	2,353	1,462	0,470	1,932	36,80	46,90	1,23	1,17	1,22	1,27
Average	2,013	0,687	2,700	1,613	0,544	2,175	35,54	45,63	1,248	1,262	1,252	1,284
Relative value.									100,00	100,00	100,00	102,56
												101,74
												102,88

proportional. No other changes, except for the synthesis of chlorophyll are distinguishable, though, probably even in this later phase of growth chlorophyll *a* is synthesized and chlorophyll *b* decomposed in darkness, but in the course of plant development the process becomes much less intense. The changes brought out by the process become so small that they cannot be detected by the techniques here described.

Daily changes in the concentration of chlorophyll in growing leaves
of *Platanus acerifolia*

At this point the question arose in what way the results here reported can apply to changes actually occurring in nature? Some facts have been explained by other workers and these will be mentioned further on in

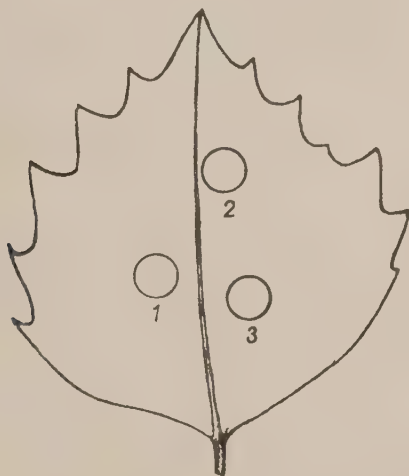


Fig. 5. Points at which discs were cut out from leaves of *Platanus acerifolia* for chlorophyll determinations

the discussion. Let us consider as an example the changes in the concentration of chlorophyll in growing leaves of *Platanus acerifolia*.

For determination of the concentration of chlorophyll 30 leaves were selected from which discs 6 mm. in diameter were cut out at three points of each leaf, once at 6 a.m., once at 12, and once at 6⁴⁵ p.m. Each sample consisted of ten discs cut out from the leaves. The points at which leaf samples were cut out are shown in fig. 5 and the results are presented in Table 6.

Table 6

Changes of chlorophyll concentration in growing leaves of *Platanus acerifolia* in day time, May 16, 1959 (mg/l)

	6 ⁰⁰ a.m.			12 ⁰⁰			6 ⁴⁵ p.m.		
	chloro- phyll <i>a</i>	pos.	chloro- phyll <i>b</i>	chloro- phyll <i>a</i>	pos.	chloro- phyll <i>b</i>	chloro- phyll <i>a</i>	pos.	chloro- phyll <i>b</i>
Sample 1	2,382	1	0,945	2,460	2	1,083	2,706	3	1,042
Sample 2	2,438	3	0,882	2,472	1	0,966	2,612	2	1,002
Sample 3	2,019	2	0,700	2,446	3	1,039	2,694	1	1,142
Average	2,280		0,842	2,458		1,029	2,671		1,062
Relative value	100,00		100,00	107,85		122,22	117,15		126,13
Ratio <i>a/b</i>	2,71			2,39			2,52		

The data assembled in Table 6 led to the following conclusions. In day time the concentration of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* rises. In the early hours of the day the increase of the concentration of chlorophyll *b* is greater than of chlorophyll *a* and at the same time the ratio of chlorophyll *a* to *b* decreases. In the afternoon the rate at which chlorophyll *b* is synthesized decreases while the rate of the synthesis of chlorophyll *a* remains almost unchanged. Simultaneously the ratio of chlorophyll *a* to *b* rises again. In the morning the value of this ratio is 2,71, at noon it drops to 2,39 and in the evening it rises again to 2,52 (at 6⁴⁵ p.m.). This means that the changes of the chlorophyll concentration in leaves of *Platanus acerifolia* are very similar to the changes taking place in leaves of beans. Presumably changes occurring during the night are also similar to the changes in leaves of beans kept in darkness. Obviously this last statement will be correct only when the conditions are suitable, e.g. a drop of temperature may inhibit the processes causing changes in the level of chlorophyll.

DISCUSSION

The data here reported indicate that the concentration of chlorophyll increases in light and drops in darkness. These results are in agreement with those reported by Bauer (1958) for plants growing in natural conditions. Bauer observed a rise of the chlorophyll concentration beginning in the early morning and continuing until late in the evening. At night the concentration dropped. Similar changes were recently observed by Mitrakos (1960) in growing cotyledons of *Perilla ocy-moides*. The plants were cultivated in controlled conditions.

Sironval (1953) also investigated the daily changes of the chlorophyll concentration in growing leaves. However, the daily rhythm in his experiments was somewhat different. According to Sironval the concentration of chlorophyll increases from the early morning until the early afternoon and then it begins to drop. The drop is continued through the night. The drop of the chlorophyll concentration in the afternoon observed by Sironval is difficult to explain and may be brought out by some external factor exerting an influence at some special time of the day. On the other hand, the smaller daily oscillations of the chlorophyll concentration in the later phase of leaf growth than in the early phase observed by this author are conformable with Sironval's results.

It is difficult to discuss the reports of other workers (e.g. Giubbieniet and Bazanova 1955), because they do not mention exactly at what stage of growth were the leaves in their experiments. It is thus impossible to decide whether the results refer to growing or fully developed leaves. If there are any oscillations in mature leaves they must be brought out by factor other than in growing leaves.

Very characteristic is the daily change in the ratio of chlorophyll *a* to *b*. As has already been mentioned the value of this ratio increases during the night, whereas during the first hours of light it drops rapidly to reach the minimum after several hours and then rises again. In the course of leaf development the observed oscillations rapidly decrease, so much so, that after several days they can no longer be detected with the applied experimental techniques. These changes were observed both in leaves of beans and of *Platanus*.

Changes in the value of the ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* were observed also by Seybold and Egle (1938), Bauer (1958), Mitrakos (1960). Since the value of the ratio of chlorophyll *a* to *b* rises markedly during the night, the decrease of the chlorophyll concentration during the night cannot be explained merely by the „dilution“ of the pigments. If the changes consisted only in the „dilution“ of chlorophylls the ratio of chlorophyll *a* to *b* would not be altered. In view of the differences in the value of the ratio it seems that in darkness changes take place in the composition of the pigments. Indeed, it has been demonstrated that in darkness some amounts of chlorophyll *a* are synthesized, though the synthesis is much less intense than in light, while chlorophyll *b* breaks down. It has been demonstrated, moreover, that the amount of synthesized chlorophyll *a* corresponds to the amount of decomposed chlorophyll *b*. The supposition, therefore, arises that in darkness chlorophyll *b* is transformed to chlorophyll *a*. The

possibility of a transformation of chlorophyll *b* to chlorophyll *a* is pointed out by several authors (see Rabinowitch 1945, page 554). The capacity for the transformation of chlorophyll *b* to chlorophyll *a* seems to be greatest in very young leaves and decreases in the course of development. Probably at the same time irreversible changes take place in leaves which make chlorophyll *b* more stable.

The above explanation seems the most plausible, though it is not impossible that chlorophyll *a* is synthesized by an enzyme, as is suggested by some workers (see: Röbbellen 1956, Virgin 1960), and that simultaneously chlorophyll *b* is decomposed being considered as a more labile substance than chlorophyll *a* (Mitrakos 1960).

The fact that in the experiments here reported the amount of chlorophyll *a* synthesized in darkness equalled the amount of decomposed chlorophyll *b* may be accidental. E.g. Seybold and Egle (1938) found that in darkness the increase of the level of chlorophyll *a* was greater than the decrease in the level of chlorophyll *b*. The final solution of this problem is, however, impossible on the ground of the now available data.

Are the „dilutions“ of chlorophyll as well as the decomposition of chlorophyll *b* and the synthesis of chlorophyll *a* in darkness the only factors responsible for the daily periodic changes in the concentration of chlorophyll in growing leaves? The answer seems to be that they are the main though not the only causes. Probably an important part in the oscillations is played by an inner rhythm in the ability to synthesize chlorophyll (Mitrakos 1959). There may be some other as yet unidentified factors affecting the daily rhythm which might also cause the drop of the chlorophyll concentration during the afternoon observed by many workers (Sironval 1953, Mitrakos et al. 1957); such factors may influence directly not the synthesis of chlorophyll but the growth of plant organs.

Finally, it seems relevant to point out that when alternate periods of light and darkness are applied the overall rate of chlorophyll synthesis is greater than in leaves of plants kept in continuous light. The results obtained by Rudolf (1934), Virgin (1955) and other, seem to indicate that, apart from the inner rhythm, this difference in the rate of the synthesis of chlorophyll is caused by the accumulation of a precursor of chlorophyll in darkness.

SUMMARY

The daily oscillations of the chlorophyll concentration in growing leaves of beans, throughout the time of growth, were investigated. The

plants were kept alternately for 12 hours in light and 12 hours in darkness.

It has been demonstrated that changes in the concentration of chlorophyll take place all the time that the area of leaves is growing. Immediately after plants are exposed to light the concentration of chlorophyll in leaves per unit of area begins to increase. In the first hours after exposure the amount of chlorophyll *b* increases more rapidly than the amount of chlorophyll *a*. Later the rate at which the amount of chlorophyll *b* increases is markedly reduced. During darkness the concentration of chlorophyll in leaves decreases.

In the first phase of leaf growth (the first 2—3 days) the concentration of chlorophyll increases more in day time than it decreases during the night. In the second phase (from about the third day till growth is terminated) the situation is reversed.

The decrease in the concentration of chlorophyll per unit of area of the leaf in darkness is caused mainly by the „dilution“ of chlorophyll, since leaves grow in darkness. Besides the „dilution“ of chlorophyll in darkness a certain amount of chlorophyll *a* is then synthesized and some chlorophyll *b* is decomposed. Consequently the value of the ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* increases. As leaves become older the rise in the value of the ratio of chlorophyll *a* to *b* in darkness becomes smaller and after several days it is even difficult to detect.

Changes of the chlorophyll concentration were also observed in *Platanus acerifolia* growing in almost natural conditions and it has been found that the nature of these changes is similar to the changes observed in beans.

The author is sincerely grateful to Professor F. Górski and Doctor J. Zurzycki for their most valuable advice in the course of this investigation.

Laboratory of Plant Physiology
Polish Academy of Sciences, Cracow

(Entered: 10.3.1960)

REFERENCES

- Bauer A., 1958, Die Konstanz des Chlorophyllgehaltes bei Laubblättern im Laufe eines Tages, *Planta* 51: 84—98.
Bavrina T. V., 1959, Sutocznaja dinamika w sodzierżani chlorofilla w listiach rastieni, *Fizjologia Rast.*, 6: 213—216.
Bukatsch F., 1939 Tagesschwankungen des Blattgrüngehaltes alpiner Pflanzen *Zeitschr. f. d. gesamte Naturwissenschaft*, 5: 263—272.
Bukatsch F., 1940, Tagesschwankungen des Blattgrüngehaltes alpiner Pflanzen II, *Zeitschr. f. d. gesamte Naturwissenschaft* 6: 197—198.

- Comar C. L. and F. P. Zscheile, 1942, Analysis of plant extracts for chlorophylls *a* and *b* by a photoelectric spektrophotometric method, *Plant Physiol.* 17: 198—209.
- Gjubbieniet F. R. i N. V. Bazanowa, 1955, Sutoczna dynamika w sodzierzenie chlorofilla w listiach kartiofiela, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 105: 586—587.
- Mitrakos K., 1959, Tagesperiodische Schwankungen der Fähigkeit zur Chlorophyllbildung, *Planta* 52: 583—586.
- Mitrakos K., 1960, Kurzperiodische Schwankungen im Chlorophyllgehalt von Kotyledonen verschiedener Entwicklungsstadien, *Planta* 54: 365—373.
- Mitrakos K., E. Bünnig, F. Eberhardt, 1957, Endogen-tagesperiodische Schwankungen der Chloroplasten Farbstoffe, *Z. f. Naturforschung* 12b: 813—814.
- Rabinowith E., 1945, *Photosynthesis and Related Processes*, vol. I Interscience Publishers, INC New York.
- Röbbelen G., 1956, Über die Protochlorophyllreduktion in einer Mutante von *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Planta* 47: 532—546.
- Rudolph H., 1934, Über die Einwirkung des farbigen Lichtes auf die Entstehung der Chloroplastenfarbstoffe, *Planta* 21: 104—155.
- Seybold A., 1942, Weist der Chlorophyllgehalt der Blätter Tagesschwankungen auf?, *Bot. Archiv* 43: 71—77.
- Seybold A. and K. Egle, 1938, Lichtfeld und Blattfarbstoffe II, *Planta* 28: 87—123.
- Seybold A. und H. Falk, 1959, Die Heidelberger Chlorophyllbestimmungen -- Eine Überprüfung, *Planta* 53: 339—375.
- Sironval C., 1953, A propos du métabolisme de la chlorophylle dans la feuille (ses rapports avec la floraison), *Bull. Soc. Ray Bot. Belg.* 85: 285—295.
- Staszkievicz J., Badania biometryczne nad wzrostem liścia *Ipomea purpurea* (Unpublished).
- Virgin H. I., 1955, Protochlorophyll formation and greening in etiolated barley leaves, *Physiol. Plant.* 8: 630—642.
- Virgin H. J., 1960, Pigment transformations in leaves of wheat after irradiation, *Physiol. Plant.* 13: 155—164.
- Wendel K., 1940, Tagesschwankungen des Blattgrüngehaltes ebener Standorte, *Zeitschr. f. d. gesamte Naturwissenschaft* 6: 327—329.
- Wendel K., 1957, Über die Veränderlichkeit des Chlorophyllgehaltes einiger Pflanzen im Ablauf eines Tages, *Protoplasma* 48: 382—397.
- Więckowski S., 1957, Badania nad dziennymi zmianami w stężeniu chlorofilu w liściach roślin stanowisk nizinnych i górskich, *Acta Soc. Bot. Pol.* 26: 657—673.
- Więckowski S., 1959, The relation between the growth of leaves and the synthesis of chlorophyll, *Acta Biol. Crac.* 2: 1—11.

Przyczynek do znajomości flory głowni polskich. III.

A contribution to the knowledge of Polish Ustilaginales. III.

J. KOCHMAN

W pracy niniejszej podaję przegląd nowych lub rzadkich dla flory Polski gatunków grzybów głowniowych na podstawie materiałów własnych lub zebranych przez innych autorów polskich.

Biorąc pod uwagę polskie prace o grzybach głowniowych, jakie ukazały się do 1939 r. (Kochman 1934, 1936 i 1939, Kawecką-Starachowa 1934 i 1939) oraz niniejszy przegląd, zestawilem poznane dotychczas w Polsce gatunki grzybów głowniowych wraz z ich roślinami żywicielskimi. Obecnie w Polsce znamy 164 gatunki grzybów głowniowych (w 1936 r. — 136 gatunków) w tym z rodziny *Ustilaginaceae* 85 gatunków, z rodziny *Tilletiaceae* 78 gatunków i z rodziny *Graphiolaceae* 1 gatunek.

W Polsce na ogólną ilość 33 rodzajów grzybów głowniowych występuje 17. Poszczególne rodzaje reprezentowane są przez następujące ilości gatunków:

Ustilaginales Tulasne

<i>Ustilaginaceae</i> Schröter		<i>Entyloma</i> De Bary	36
<i>Ustilago</i> (Person) Roussel	61	<i>Melanotaenium</i> De Bary	2
<i>Sphacelotheca</i> De Bary	3	<i>Entorrhiza</i> Weber	4
<i>Cintractia</i> Cornu	13	<i>Schröteria</i> Winter	2
<i>Melanopsichum</i> G. Beck	1	<i>Urocystis</i> Rabenhorst	20
<i>Schizonella</i> Schröter	1	<i>Tubercinia</i> Fries	2
<i>Sorosporium</i> Rudolphi	2	<i>Glomosporium</i> Kochman	1
<i>Thecaphora</i> Fingerhuth	2	<i>Doassansia</i> Cornu	3
<i>Tolyposporium</i> Woronin	2	<i>Graphiolaceae</i> Poiteau	
<i>Tilletiaceae</i> Schröter		<i>Graphiola</i> Poiteau	1
<i>Tilletia</i> Tulasne	8		

Opracowując zestawienia gatunków grzybów głowniowych wprowadziłem pewne zmiany w nomenklaturze niektórych rodzajów i gatunków

opierając się głównie na 2 znakomitych dziełach o grzybach główniowych: J. I. Liro, *Ustilagineen Finlands II*, 1938 i T. Savulescu, *Ustilaginele din Republica Populară Română t. I i II*, 1957. Poza tym w dużej mierze korzystałem z 2 dzieł amerykańskich L. G. Zundel, *Ustilaginales of the World* 1953 i G. W. Fischer and C. S. Holton, *Biology and Control of the Smut Fungi* 1957.

Ustilago striaeformis (West.) v. Niessl

W pracy pt. „Przyczynek do znajomości flory główni polskich II” (Kochman 1939) za Ciferri (1938) zaliczyłem gatunki grzybów główniowych zebrane u nas na różnych gatunkach traw, jak: *Holcus lanatus*, *Poa Chaixi*, *P. annua*, *P. trivialis* i *Lolium perenne* do zbiorowego gatunku *Ustilago linearis* (Dozy et Molkenboer) Ciferri. Autor ten opisując gatunek *U. linearis* sądził, że typowa jego forma występuje na *Holcus mollis*, z której to rośliny w 1844 r. Dozy i Molkenboer (Liro 1924 i Ciferri 1938) opisali *Ceoma lineare*. Okazuje się jednak, że nie wyjaśniona jest dotychczas sprawa przynależności systematycznej grzyba *Ceoma lineare* (Liro 1924) z *Holcus mollis* i wobec tego kombinacja Ciferriego nie została podtrzymana przez innych autorów badających grzyby główniowe. Dlatego też należy wrócić do powszechnie znanej nazwy *Ustilago striaeformis* (West.) v. Niessl i uznać, że typowa forma tego gatunku występuje na *Holcus lanatus*.

Poza wyżej wymienionymi gatunkami traw, *Ustilago striaeformis* w Polsce zebrana została jeszcze przeze mnie w Warszawie w Łazienkach Królewskich w 1938 r. na *Agrostis stolonifera* i na *Holcus mollis* w okolicach Mielna woj. koszalińskiego w lipcu 1954 r. Tak więc *Ustilago striaeformis* w Polsce znane jest z następujących 7 gatunków traw: *Agrostis stolonifera* L. (Kochman, niniejsza praca), *Holcus lanatus* (Wróblewski 1920, Krupa 1888, Kochman 1939), *H. mollis* (Kochman, niniejsza praca), *Poa Chaixi* (Wróblewski 1922), *P. annua*, *P. trivialis* (Kochman 1939), *Lolium perenne* (Bobiak 1906).

Pomiary stu zarodników dla każdej główni z pierwszych 6 gatunków traw nie wykazały istotnych różnic. Być może, że głównie z gatunków *Poa* stanowią osobny biologiczny gatunek, ale muszą to wykazać właściwie przeprowadzone doświadczenia infekcyjne.

Ustilago festucarum Liro

W maju 1959 r. na Wzgórzach Kazimierskich koło Parchatki zebrałem po raz pierwszy w Polsce okazy *Festuca rubra* L. porażone przez głównię *Ustilago festucarum* Liro.

Skupienia zarodników prawie czarne, łatwo rozpylające się. Zarodniki kuliste lub szeroko eliptyczne 10—15 μ długie i 8—14 μ szerokie, o błonie brunatnej, pokrytej równomiernie i dość gęsto rozmieszczonymi tępyimi brodaweczkami.

Głownia ta tworzy długie i wąskie smugi na liściach i pochwach liściowych różnych gatunków rodzaju *Festuca*.

Aczkolwiek forma głowni z gatunków rodzaju *Festuca* nie wyróżnia się morfologicznie od form z innych gatunków traw zaliczanych jeszcze obecnie do zbiorowego gatunku *Ustilago striaeformis*, to jednak liczne obserwacje oraz doświadczenia (Liro 1924) wskazują, że jest to biologicznie samodzielny gatunek przystosowany tylko do gatunków *Festuca*.

Głownia z *Festuca rubra* jest gatunkiem, który został poznany tylko z Finlandii i Włoch (Zundel, 1953) oraz z Polski.

Ustilago Antherarum Fries

W lipcu 1942 r. we wsi Zawady koło Wilanowa w zaroślach nad rzeką Jeziorką zebrałem sporą ilość okazów wyżpinu — *Cucubalus baccifer* L. z porażonymi pręcikami przez głownię *Ustilago antherarum* Fries.

Tę samą głownię zebrałem również na goździku piaskowym — *Dianthus arenarius* L. we wrześniu 1959 r., w Szerokim Borze koło Rucian (Puszcza Piska).

Skupienia zarodników pyłące się, czerwonawofioletowe. Zarodniki przeważnie kuliste, czasem tylko szeroko eliptyczne, wymiary:

	4,9	6,1	7,3 μ		4,9	6,1	7,3 μ	
długość	39	54	7	.	69	30	— 1	
								o błonie lekko fioletowo

zabarwionej, pokrytej bardzo delikatną siateczką. Głownia ta poraża pręciki w kwiatach różnych gatunków roślin z rodziny goździkowatych, a między innymi *Cucubalus baccifer* L. i *Dianthus arenarius* L.

Ustilago antherarum na *Cucubalus baccifer* znana jest tylko z czterech krajów, tj. Grecji (Liro 1924), Węgier (Zundel 1953), Niemiec (Savulescu 1957) i z Polski.

Na *Dianthus arenarius* głownię tę zebrano dotychczas tylko w Prusach Zachodnich (Liro 1924), w Szwecji (Savulescu 1957) i w Polsce.

Do niedawna wszystkie głownie występujące na pręcikach roślin goździkowatych zaliczano do zbiorowego gatunku *Ustilago violacea* (Pers.) Rouss. Gatunek ten zanotowano na 130 różnych gatunkach roślin goździkowatych (Liro 1924). Obecnie, dzięki licznym obserwacjom przeprowadzonym w naturze i badaniom biologicznym, z gatunku tego wydzielono szereg osobnych, samodzielnych gatunków, a nazwę *Ustilago vio-*

lacea przeznaczono tylko dla główki z *Saponaria officinalis*, z której to rośliny została ta główka opisana przez Perssona.

Wszystkie główki występujące na przeciekach roślin z rodziny goździkowatych, w stosunku do których nie przeprowadzono jeszcze badań biologicznych, przejściowo zaliczamy do zbiorowego gatunku (ale już o mniejszej ilości żywicieli) *Ustilago antherarum* Fries, do którego właśnie zalicza się między innymi obecnie głównię z *Cucubalus baccifer* i głównię z *Dianthus arenarius*.

Ustilago dianthorum Liro

W sierpniu 1934 r. w parku kórnickim koło Poznania Antoni Wróblewski zebrał sporą ilość okazów goździka kropkowanego — *Dianthus deltoides* z przeciekami porażonymi przez głównię *Ustilago dianthorum* Liro.

Skupienia zarodników brunatnofioletowo pyłące się. Zarodniki kuliste lub szeroko eliptyczne o wymiarach:

6,1	7,3	8,5	9,8	μ	4,9	6,1	7,3	μ
długość					szerokość			
25	69	5	1		2	54	44	

o błonie żółtawej z odcieniem fioletowym i pokrytej delikatną i regularną siateczką. Głównia ta poraża przeciki niektórych gatunków *Dianthus*.

W Polsce głównia to dotychczas została zebrana na *Dianthus praecox* W. K. (Kochman 1936) i na *Dianthus deltoides* L. Poza tym gatunek ten podawany jest z licznych krajów Europy środkowej, zachodniej i północnej.

Głównia *Ustilago dianthorum* jako samodzielny gatunek została wydzielona przez Liro (1924). Od innych form zaliczanych dawniej do zbiorowego gatunku *Ustilago violacea* wyróżnia się większymi i ciemniej zabarwionymi zarodnikami. Poza tym Liro (1924) wykazał przy pomocy doświadczeń infekcyjnych, że *Ustilago dianthorum* poraża tylko niektóre gatunki *Dianthus*, a w szczególności *Dianthus deltoides*. Nie poraża zupełnie innych gatunków roślin z rodziny goździkowatych.

Cintractia limosa H. Sydow

Już po oddaniu do druku drugiego przyczynku o grzybach główniowych (Kochan 1939) otrzymałem od Z. Czubińskiego okazy *Carex limosa*, zebrane w miejscowości Dębowiec nad jeziorem Małe Piaseczno w pow. Działdów 1938 r., porażone przez głównię *Cintractia limosa* H. Sydow. Według Sydowa (1924) i Liro (1938) głównia ta jest osobnym gatunkiem wyspecjalizowanym na *Carex limosa*.

Skupienia zarodników zupełnie czarne, początkowo zbite, później rozpadające się na bryłki. Zarodniki przeważnie elipsoidalne, rzadziej kuliste, zwykle z 2 stron nieco przyplaszczone 17—26 μ długie i 14—27 μ szerokie. Błona ciemnobrunatna pokryta bardzo drobnymi brodaweczkami. Głownia tworzy dokoła zniszczonego słupka duże, czarne nabrzmienia.

Wydaje się słuszne zaliczenie do tego gatunku również formy głowni zebranej przez Krupę (1888) na *Carex limosa* w Tatrach koło Stawu Toporowego.

Cintractia irregularis Liro

W pierwszym przyczynku do poznania flory głowni polskich (Kochman 1934) formę głowni z *Carex digitata* za Sydowem (1924) zaliczyłem do opisanego przez tego autora gatunku *Cintractia caricis-albae*. Późniejsze badania Liro (1938) wykazały, że forma głowni z *Carex digitata* różni się nieregularnymi zarodnikami od typu głowni z *Carex alba* tak dalece, że należy ją uznać za samodzielny gatunek.

Skupienia zarodników czarne, początkowo okryte dość grubą osłonką, która później odpada. Zarodniki nieregularnie elipsoidalne, wieloboczne z jednym lub wieloma dość ostrymi wzniesieniami, 12—20 μ przeciętnie 17 μ szerokie 15—28 μ przeciętnie 20 μ długie. Błona brunatna na wzniesieniach ciemniejsza z bardzo licznymi, drobnymi i gęsto usianymi brodaweczkami. Głownia tworzy dokoła zniszczonego słupka duże czarne nabrzmienia głowniowate.

Głownia ta na *Carex digitata* została zebrana przez A. Wróblewskiego (Kochman 1936) w Pieninach na zboczach Huliny w 1918 r.

Cintractia carpophila (Schum.) Liro

W pracy o grzybach głowniowych Polski (Kochman 1936) głownię z *Carex caespitosa* zaliczyłem do gatunku *Cintractia arenaria*. Liczne obserwacje wielu autorów oraz moje wskazują, że głownia na *Carex arenaria* jest biologicznie przystosowana tylko do tej rośliny. Według Liro (1938) głownia z *Carex caespitosa* łatwo stosunkowo daje się wyróżnić od form na innych gatunkach turzyc i dlatego wydzielił ją jako osobny gatunek — *Cintractia carpophila*. Mianowicie od typowej *Cintractia caricis* forma z *Carex caespitosa* wyróżnia się bardziej regularnymi zarodnikami, zaś od innych gatunków *Cintractia* mniejszymi wymiarami zarodników.

Skupienia zarodników czarne, rozpadające się na grudki, zarodniki kuliste lub elipsoidalne, rzadko słabo kanciaste, 13—20 μ długie i 12—17 μ szerokie. Błona brunatna, usiana bardzo drobnymi ledwo widocznymi brodaweczkami.

Głównia ta zebrana została przez Krupę w 1889 r. (Kochman 1936, Kawecką-Starmachową 1939). Okazów tej główki nie widziałem. Opis według literatury.

Cintractia eructans (J. Kunze) Liro

Skupienia zarodników czarne, rozsypujące się w bryłki lub pyłące się, początkowo osłonięte pęcherzykiem, a później z niego wystające. Zarodniki mniej lub więcej nieregularne, kanciaste, 16—26 μ długie i 13—21 μ szerokie. Błona zarodników dość gruba (2 μ) ciemnobrunatna i gładka. Głównia niszczy słupki u *Carex hirta*.

Jest to stosunkowo rzadki gatunek główki. Według Sydowa (Liro 1938) grzyb ten jest biologicznie przystosowany do *Carex hirta* L.

Głównia ta w Polsce znana jest tylko z Wielkopolski: Psarskie i Promno pod Poznaniem i Terespol, zb. Hennings (Dominik 1936).

Sorosporium saponariae Rudolphi

W końcu września 1952 r. i w latach następnych w Powsinku pod Warszawą zebrałem głównię — *Sorosporium saponariae* porażającą präciłki kwiatowe *Saponaria officinalis*.

Skupienia zarodników brunatne z odcieniem fioletowym. Kłębki zarodników o średnicy 50—100 μ są mniej lub więcej regularnie kuliste lub elipsoidalne złożone z licznych 40—60—100 i więcej zarodników. Zarodniki kuliste, owalne, często stożkowate o średnicy 11—18 μ przeciętnie 12—15 μ . Błona zarodników w miejscu wolnym (zewnątrznym) cokolwiek grubsza i pokryta nieregularnymi wałeczkowatymi wzniesieniami lub brodawkami.

Porównując materiały zielnikowe łatwo stwierdzić, że główki typu *Scrosporium* z różnych gatunków roślin z rodziny goździkowatych różnią się między sobą sposobem porażenia roślin, zabarwieniem skupień zarodników, wielkością kłębów i wymiarami zarodników. Z tego względu nie wydaje się słuszne stanowisko autorów amerykańskich (Fischer 1953 i Zundel 1953) nie uznające tych różnic i zaliczanie wszystkich form główki typu *Sorosporium* z roślin goździkowatych do jednego gatunku *Sorosporium saponariae*. Z drugiej strony nasuwają się wątpliwości przy wyróżnianiu samodzielnych gatunków tylko na podstawie właściwości biologicznych pomijając kryteria morfologiczne.

Sorosporium saponariae w ujęciu autorów europejskich (Ciferri 1928, Liro 1938, Savulescu 1957) jest gatunkiem przystosowanym tylko do *Saponaria officinalis*.

W pracy o grzybach głowniowych Polski (Kochman 1936) głownię typu *Sorosporium* z *Cerastium arvense* zebraną przez A. Wróblewskiego w 1921 r. we Fredrowie zaliczyłem do opisanego przez Ciferriego (1928) gatunku *Sorosporium alsinearum* zaznaczając jednocześnie, że forma ta ilością zarodników w kłębku, wielkością kłębków i wymiarami zarodników nie odpowiada opisowi podanemu przez Ciferriego.

Porównując materiał głowni z *Sorosporium saponariae* i z *Cerastium*, łatwo stwierdzić, że pod względem budowy kłębków i zarodników głownia z *Cerastium* zbliżona jest do *Sorosporium saponariae*. Jednak od tego ostatniego gatunku wyróżnia się jasnobrunatnym zabarwieniem skupień zarodników oraz tym, że poraża tylko szczytowe liście głównego pędu *Cerastium arvense*.

Mimo że te dwie cechy wskazują na pewną odrębność formy głowni z *Cerastium*, to jednak jeszcze nie stanowią dostatecznej podstawy do wyodrębnienia samodzielnego gatunku i dlatego formę tę na razie należy uznać za *Sorosporium saponariae*.

Sorosporium saponariae nie jest gatunkiem pospolitym, choć szeroko rozpowszechnionym, bo znany jest z Europy, Azji, Afryki Północnej oraz Ameryki Północnej (Savulescu 1957). W Polsce mimo pospolitego występowania jej roślin żywicielskich został zebrany raz tylko na *Saponaria officinalis* i *Cerastium arvense*.

Entyloma compositarum Farlow

W czerwcu 1948 r. w Ogrodzie Botanicznym w Bydgoszczy zebrałem liczne okazy liści *Gaillardia aristata* Pursh, porażone przez głownię *Entyloma compositarum* Farlow. 10 lat później, we wrześniu 1958 r., głownię tę zebrałem w Puławach na *Gaillardia pulchella* Foug.

Skupienia zarodników powodują występowanie na liściach widocznych po obu stronach szarych lub szarych z odcieniem zielonym plam, o zmiennej wielkości 1—10 mm. Często blaszka liściowa w miejscu plam staje się znacznie (2—3 razy) grubsza. Niekiedy plamki są bardzo drobne, ledwo widoczne. Poza tym plamy mogą zlewać się i w ten sposób obejmują znaczną część powierzchni blaszki liściowej. Po obu stronach blaszki liściowej, ale najczęściej na spodniej stronie występuje delikatny biały nalot stadium konidialnego grzyba.

Zarodniki kuliste lub szeroko elipsoidalne, hyalinowe lub zielonkawe o średnicy 8—15 μ . Błona dwuwarstwowa: zewnętrzna różowawa 1,5—2,5 μ grubości, najczęściej 1,5 μ , wewnętrzna z odcieniem zielonkawym, cienka.

Zarodniki konidialne powstają na dużych skupieniach trzonków konidialnych. Są one hyalinowe wydłużone i cokolwiek zakrzywione, o wymiarach $2-3 \times 10-22 \mu$.

Gaillardia aristata jako żywiciel podawana jest dla 3 gatunków *Entyloma*: *E. compositarum* Farlow, *E. calendulae* (Oudem) De Bary i *E.*



fot. J. Dmoch

Ryc. 1. Liście *Gaillardia aristata* porażone przez *Entyloma compositarum*

polysporium Peck, zaś *Gaillardia pulchella* tylko dla *Entyloma compositarum* i *E. polysporium* (Fischer 1953 i Zundel 1953).

Badania przeprowadzone na materiale polskim wskazują, że omawianą głównie należy zaliczyć do *Entyloma compositarum*. Nie może to być

E. calendulae, ponieważ głownia na *Gaillardia* wytwarza stadium konidialne, czego nie obserwuje się u *E. calendulae*. *Entyloma polysporium* wyróżnia się znacznie większymi i nieregularnymi zarodnikami.

Entyloma compositarum jest gatunkiem znanym przede wszystkim z Ameryki Północnej wraz z Kanadą i z Ameryki Południowej.

Jeżeli zaś chodzi o występowanie tego gatunku w Europie, to autorzy amerykańscy (Fischer 1953 i Zundel 1953) uważają, że występuje on na różnych gatunkach *Erigeron*, gdy tymczasem autorzy europejscy tę formę głowni uznali za odrębny gatunek *Entyloma erigerontis* opisany w 1918 r. przez Sydowa (1918). Przy sposobności należy tu zaznaczyć, że głownia zebrana w Kołomyjskim przez A. Wróblewskiego na *Erigeron acer* została przez Bubaka określona jako *Entyloma compositarum* (Kochman 1936). W każdym razie w europejskich pracach o grzybach głowniowych gatunki *Gaillardia* nie były dotychczas podawane jako żywiciela któregoś z gatunków rodzaju *Entyloma*.

Wyżej wspomniane stanowiska byłyby pierwszymi w Polsce i Europie.

Prawdopodobnie głownia ta została sprowadzona do Europy wraz ze swymi żywicielami, które są pochodzenia amerykańskiego.

Urocystis macrospora (Desmazieres) Liro

W lipcu 1954 r. w Mielenku nad Bałtykiem oraz w maju i czerwcu 1958 r. w Ogrodzie Łazienkowskim w Warszawie zebrałem po raz pierwszy głownię — *Urocystis macrospora* na *Festuca rubra* L.

Głownia ta powoduje długie smugi na liściach i pochwach liściowych kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) i owczej (*Festuca ovina* L.).

Skupienia zarodników wysypujące się ze smug są czarnobrunatne, pylące się. Kłębki zarodnikowe złożone z 1 lub 2, czasem 3, a rzadko 4 lub więcej zarodników właściwych i z licznych tworzących nieprzerwaną osłonkę zarodników płonych. Zarodniki właściwe są kuliste lub elipsoidealne, czasem tylko cokolwiek kanciaste, o brunatnej błonie i wymiarach 7.5—16,5 μ , przeciętnie 12 μ . Zarodniki płone, najczęściej elipsoidealne, o żółtawej błonie i wymiarach: długość 5—14 μ , szerokość 4—8 μ .

Głownia ta jest szeroko rozprzestrzeniona w Europie, na Syberii jednak wydaje się, że nie należy do zbyt rzadkich. Objawy porażenia liści kostrzewy przez tę głownię nie są łatwo dostrzegalne i wymagają poszukiwania.

Głownia ta jest szeroko rozprzestrzeniona w Europie, na Syberii i w Ameryce Północnej.

W dwóch poprzednich moich pracach (Kochman 1936 i 1939) podzieliłem pogląd Liro (1922 i 1938), według którego nazwa rodzajowa dla gatunków grzybów główniowych typu *Urocystis* została zmieniona na *Tuburcinia*. Pogląd ten jest słuszny i nazwa *Tuburcinia* ma wszelkie uprawnienia wynikające z przepisów międzynarodowej nomenklatury botanicznej. Mimo to jednak Kongres botaniczny w Amsterdamie w 1935 r. uznał słuszność motywów Komitetu patologii roślin Brytyjskiego Tow. Mikologicznego i przywrócił nazwę rodzajową *Urocystis* (Rabenhorst (The Brit. Myc. Soc. Trans. t. 23, s. 214).

Urocystis violae (Sowerby) Fischer v. Valdheim

W końcu czerwca 1957 r. w Ogrodzie Łazienkowskim w Warszawie zebrałem rzadko w Polsce występującą głównię — *Urocystis violae* na *Viola odorata*. Głównia ta na *Viola odorata* zebrana była również w Krakowie (Kawecka-Starmachowa 1939).

Skupienia zarodników czarne, po wyschnięciu pylące się. — Kłębki zarodnikowe kuliste lub elipsoidalne, o średnicy 25—55 μ , złożone z kilku do kilkunastu (3—18) zarodników właściwych i licznych zarodników płonnych. Zarodniki właściwe kuliste lub wskutek zgniecenia cokolwiek kanclaste, o średnicy 12—20 μ , o brunatnej i gładkiej błonie. Zarodniki płonne tworzą jednolitą osłonkę, są półkoliste o żółtawobrunatnej, gładkiej błonie. Głównia ta występuje na liściach, ogonkach liściowych, pędach i kwiatach różnych gatunków *Viola*, powodując mniejsze lub większe różnie ukształtowane wzdęcia lub narośla.

Urocystis violae występuje na licznych, bo około 25 gatunkach rodzaju *Viola* z tym, że typowym żywicielem jej jest *Viola odorata* L.

Jest to gatunek główni nieczęsto występujący, ale o szerokim zasięgu geograficznym, bo znany jest z całej Europy, Turkiestanu, Japonii i Ameryki Płn. (Savulescu 1957).

Urocystis leimbachii Oertel

W maju 1959 r. w ogrodzie farmakognostycznym Akademii Medycznej w Warszawie oraz na polu doświadczalnym w Ustanowie koło Piaszcza pod Warszawą J. Kowalski zebrał sporą ilość okazów młkła wiosennego — *Adonis vernalis* L. — porażonego przez głównię *Urocystis leimbachii* Oertel.

Skupienia zarodników czarne, łatwo się rozpylające. Kłębki zarodników kuliste lub elipsoidalne, czasem wydłużone, zmiennej wielkości, ale najczęściej o średnicy 25—38 μ (zdarzają się o średnicy 37—60 μ), rzadko

złożone z jednego, najczęściej z 2—4, czasem z 5—8 zarodników właściwych i z licznych zarodników płonych. Zarodniki właściwe mocno ze sobą złączone, szeroko elipsoidalne i z jednej strony przyplaszczone lub kuliste, 10—15 μ szerokie i 12,5—22 μ długie, o kasztanowobrunatnej i gładkiej błonie. Zarodniki płone kuliste lub przyplaszczone, zmiennej wielkości, najczęściej o średnicy 15—17 μ i jasnej, gładkiej błonie. Zarodniki płone nie zawsze tworzą całkowitą osłonkę dla zarodników właściwych.

Głownia ta tworzy na wszystkich organach niektórych gatunków *Adonis* różnej wielkości nabrzmienia i zniekształcenia wypełnione skupieniami zarodników. Niekiedy nabrzmienia na pędach osiągają długość 2—3 cm. Stopień porażenia roślin w uprawach starszych może być znaczny, co powoduje znaczną obniżkę plonu.

Urocystis leimbachii jest gatunkiem znanym tylko z Europy i Maroka. Na *Adonis aestivalis* występuje najczęściej i znany jest z Austrii, Węgier,



fol. J. Dmoch

Ryc. 2. Pęd *Adonis vernalis* porażony przez *Urocystis leimbachii*

Czechosłowacji, Niemiec, Rumunii i Maroka, na *Adonis vernalis* z Włoch, Węgier i Polski, na *Adonis autumnalis* ze Szwecji i Polski i na *Adonis distorta* tylko z Włoch.

W Polsce głownia ta została zebrana po raz pierwszy przez M. Ra-ciborskiego w 1904 r. na *Adonis autumnalis* i następnie w 1959 r. w Warszawie i jej okolicach na *Adonis vernalis*.

Zestawienie gatunków grzybów główniowych wraz z ich żywicielami

Rodzina Ustilaginaceae

<i>Ustilago aculeata</i> (Ule) Liro	<i>Agropyron repens</i> (L.) P. B.
<i>Ustilago agrestis</i> Sydow	<i>Agropyron repens</i> (L.) P. B.
<i>Ustilago agrostidis palustris</i> Davis	<i>Agrostis alba</i> L.
<i>Ustilago airae-caespitosae</i> Liro	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.
<i>Ustilago alopecurivora</i> (Ule) Liro	<i>Alopecurus pratensis</i> L.
<i>Ustilago anomala</i> Kunze	<i>Polygonum dumeorum</i> L.
<i>Ustilago antherarum</i> Fries	<i>Cucubalus baccifer</i> L.
	<i>Dianthus arenarius</i> L.
<i>Ustilago avenae</i> (Pers.) Jens.	<i>Avena sativa</i> L.
<i>Ustilago brizae</i> (Ule) Liro	<i>Briza media</i> L.
<i>Ustilago bromi-mollis</i> Liro	<i>Bromus mollis</i> L.
<i>Ustilago bromina</i> Sydow	<i>Bromus inermis</i> Leyss.
<i>Ustilago bromivora</i> (Tul.) Fischer	<i>Bromus secalinus</i> L.
<i>Ustilago calamagrostis</i> (Fuck.) Clinton	<i>Calamagrostis varia</i> (Schröd.) Host.
	„ <i>villosa</i> (Chaix) Gmel.
<i>Ustilago candollei</i> Tulasne	<i>Polygonum bistorta</i> L.
<i>Ustilago cardui</i> Fischer v. Valdh.	<i>Cardus acanthoides</i> L.
<i>Ustilago carnea</i> Liro	<i>Polygonum convolvulus</i> L.
<i>Ustilago cordai</i> Liro	<i>Polygonum hydropiper</i> L.
<i>Ustilago coronariae</i> Liro	<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.
<i>Ustilago crameri</i> Koernicke	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. B.
	„ <i>italica</i> (L.) P. B.
<i>Ustilago dianthorum</i> Liro	<i>Dianthus deltoides</i> L.
	„ <i>praecox</i> W. K.
<i>Ustilago digitariae</i> (Kunze) Winter	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
<i>Ustilago echinata</i> Schröder	<i>Phalaris arundinacea</i> L.
<i>Ustilago festucarum</i> Liro	<i>Festuca rubra</i> L.
<i>Ustilago grandis</i> Fries	<i>Phragmites communis</i> Trin.
<i>Ustilago holostei</i> De Bary	<i>Holosteum umbellatum</i> L.
<i>Ustilago hordei</i> (Pers.) Lagerh.	<i>Hordeum vulgare</i> L.
	„ <i>distichon</i> L.
<i>Ustilago hypodites</i> (Schlecht.) Fries	<i>Elymus arenarius</i> L.
<i>Ustilago levis</i> (Kellerm. et Sw.) Magnus	<i>Avena sativa</i> L.
<i>Ustilago longissima</i> (Sow. Meyen)	<i>Glyceria aquatica</i> (L.) Wahlb.
	„ <i>fluitans</i> (L.) R. Br.
<i>Ustilago lychnidis-dioicae</i> (DC) Liro	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke
	„ <i>rubrum</i> (Weig.) Garcke
<i>Ustilago major</i> Schröder	<i>Silene otites</i> (L.) Wib.
<i>Ustilago marginalis</i> (DC) Leveille	<i>Polygonum bistorta</i> L.
<i>Ustilago milii</i> (Fuck.) Liro	<i>Milium effusum</i> L.
<i>Ustilago minima</i> Arth.	<i>Stipa capillata</i> L.
<i>Ustilago muricata</i> Liro	<i>Polygonum mite</i> Schrk.
<i>Ustilago nuda</i> (Pers.) Rostrup	<i>Hordeum vulgare</i> L.
	„ <i>distichon</i> L.

- Ustilago ornithogali* (Schm. et Kze) Magnus
Ustilago oxalidis Ellis et Tracy
Ustilago panici-glauci (Wallr.) Winter
Ustilago perennans Rostrup
Ustilago persicariae Ciferri
Ustilago pustulata (DC) Winter
Ustilago raciborskiana Siem. et Wrób.
Ustilago rabenhorstiana Kühn
Ustilago reticulata Liro
Ustilago salvei Berk. et Br.
Ustilago scabiosae (Sow.) Winter
Ustilago scorzonerae (Alb. et Schw.) Schröter
Ustilago scrobiculata Liro
Ustilago silenes-nutantis (DC) Liro
Ustilago silenes-inflatae (DC) Liro
Ustilago stellariae (Sow.) Liro
Ustilago striaeformis (West.) v. Niessl
Ustilago tritici (Pers.) Jensen
Ustilago tragopogi-pratensis (Pers.) Roussel
Ustilago ustilaginea (DC) Liro
Ustilago vaillantii Tulasne
Ustilago vinosa (Berk.) Tulasne
Ustilago violacea (Pers.) Roussel
Ustilago vuijkii Oudem. et Beijerinck
Ustilago zae (Beckm.) Unger
Sphacelotheca andropogonis (Opiz) Bubak
Sphacelotheca hydropiperis (Schum.) De Bary
Sphacelotheca destruens (Schlecht.) Stevenson et Johson
Cintractia arenaria Sydow
Gagea minima Ker. Gaw.
„ *lutea* (L.) Ker. Gaw.
Oxalis stricta L.
Setaria glauca (L.) P. B.
Arrhenatherum elatius (L.) P. B.
Polygonum persicaria L.
Polygonum bistorta L.
Polygonum auberti Henry
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
„ *Ischaemum* (Schreb.) Muehlenb.
Polygonum tomentosum Schrk.
Dactylis glomerata L.
Knautia arvensis L.
Scorzonera humilis L.
Calamagrostis arundinacea (L.) Roth.
Silene nutans L.
Viscaria vulgaris Röhl.
Silene nemoralis W. K.
„ *inflata* (Salisb.) Sm.
Stellaria graminea L.
„ *holostea* L.
Malachium aquaticum (L.) Fr.
Agrostis stolonifera L.
Holcus lanatus L.
„ *mollis* L.
Lolium perenne L.
Poa annua L.
„ *chaixii* Vill.
„ *trivialis* L.
Triticum vulgare Vill.
„ *polonicum* L.
Tragopogon pratensis L.
Polygonum viviparum L.
Muscari comosum (L.) Mill.
Oxyria dygina (L.) Hill.
Saponaria officinalis L.
Luzula spadicea (All.) DC
Zea mays L.
Bothriochloa ischaemum (L.) Keng.
Polygonum hydropiper L.
„ *mite* Schrk.
„ *persicaria* L.
Panicum miliaceum L.
Carex arenaria L.

- Cintractia baccata* (Wallr.) Sydow
Cintractia caricis (Pers.) Magnus
Cintractia caricis-albae Sydow
Cintractia carpophila (Schum.) Liro
Cintractia eructans (Kunze) Liro
Cintractia irregularis Liro
Cintractia junci (Schw.) Trelease
Cintractia limosa Sydow
Cintractia luzulae (Sacc.) Clinton
Cintractia montagnei (Tul.) Magnus
Cintractia pratensis Sydow
Cintractia subinclusa (Körn.) Magnus
Melanopsichum pennsylvanicum Hirschh
Schizonella melanogramma (DC) Schröter
Sorosporium saponariae Rudolphi
Sorosporium silenii-inflatae (Zigno) Ciferri
Thecaphora affinis Schneider
Thecaphora seminis-convolvuli Desm. Ito
Tolyposporium bullatum Schröter
Tolyposporium junci (Schröt.) Woronin
Carex fusca Bell. et All.
 „ *pilulifera* L.
 „ *praecox* Schreb.
 „ *stellulata* Good.
Carex caryophyllea Latourette
 „ *ericetorum* Poll.
 „ *micheelii* Host.
 „ *montana* L.
 „ *pilosa* Scop.
 „ *sempervirens* Vill.
 „ *vulpina* L.
Carex alba Scop.
 „ *ornithopoda* Willd.
Carex caespitosa L.
Carex hirta L.
Carex digitata L.
Juncus bufonius L.
Carex limosa L.
Luzula compestris (L.) DC
 „ *flavescens* (Host.) Gaud.
 „ *nemorosa* (Poll.) E. Mey
 „ *pilosa* (L.) Willd.
 „ *silvatica* (Huds.) Gaud.
Rhynchospora alba (L.) Vahl.
Carex glauca Murr.
 „ *panicea* L.
Carex aristata R. Br.
 „ *riparia* Curt.
 „ *vesicaria* L.
Polygonum tomentosum Schrk.
Carex caryophyllea Latourette
 „ *curvula* All.
 „ *ericetorum* Poll.
 „ *fusca* Bell. et All.
Cerastium arvense L.
Saponaria officinalis L.
Silene inflata (Salisb.) Sm.
Astragalus australis (L.) Lam.
Convolvulus arvensis L.
Echinochloa crus-galli (L.) P. B.
Juncus bufonius L.

Rodzina *Tilletiaceae*

- Tilletia anthoxanti* Blytt
Tilletia decipiens (Pers.) Körnicke
Tilletia foetida (Bauer) Liro
Anthoxantum odoratum L.
Agrostis vulgaris With.
Triticum vulgare Vill.

- Tilletia lolii* Auerswald
Tilletia secalis (Cda) Kühn
Tilletia separata Kunze
Tilletia tritici (Bjerk.) Winter
Tilletia tritici-repentis (DC) Liro
Entyloma Achilleae Magnus
Entyloma aposeridis Jaap
Entyloma arnicalis Ellis et Everharth
Entyloma bellidiastri Maire
Entyloma bellidis Krieger
Entyloma brefeldi Krieger
Entyloma calendulae (Oudem.) De Bary
Entyloma chrysosplenii (Berk. et Br.) Schröter
Entyloma cichorii Wróblewski
Entyloma compositarum Farlow
Entyloma corydalis De Bary
Entyloma crastophilum Sacc.
Entyloma crepidis Kawecka-Starmachowa
Entyloma dahliae Sydow
Entyloma erigerontis Sydow
Entyloma eryngii (Cda) De Bary
Entyloma eryngii-plani Ciferri
Entyloma fergussoni (Berk. et Br.) Plowright
Entyloma fuscum Schröter
Entyloma hieracii Sydow
Entyloma linariae Schröter
Entyloma leontodontis Sydow
Entyloma magnusii (Ule) Woronin
Entyloma maieranum Ciferri
Entyloma matricariae Rostrup
Entyloma microsporum (Ung.) Schröter
Lolium multiflorum Lam.
 „ *temulentum* L.
Secale cereale L.
Apera spica-venti (L.) P. B.
Triticum vulgare Vill.
Agropyron intermedium (Host.) P. B.
Achillea millefolium L.
Aposeris foetida (L.) Less.
Arnica montana L.
Bellidiastrum michelii Cass.
Bellis perennis L.
Phalaris arundinacea L.
Calendula officinalis L.
Chrysosplenium alternifolium L.
 „ „ *oppositifolium* L.
Cichorium intybus L.
Gaillardia aristata Pursh.
 „ *pulchella* Foug.
Corydalis cava (L.) Schw. et K.
 „ *solida* Sm.
Holcus lanatus L.
 „ *mollis* L.
Koeleria gracilis Pers.
Crepis praemorsa (L.) Tsch.
Dahlia variabilis Desf.
Erigeron acer L.
Eryngium campestre L.
Eryngium planum L.
Myosotis palustris (L.) Nathorst
 „ *silvatica* (Ehrh.) Hoffm.
Papaver rhoeas L.
 „ *somniferum* L.
Hieracium alpinum L.
 „ *murorum* L.
 „ *pilosella* L.
 „ *Lanichenalii* Gmel.
Linaria vulgaris (L.) Mill.
Leontodon hispidus L.
Gnaphalium lutea-album L.
Hypochoeris radicata L.
 „ *uniflora* Vill.
Tripleurospermum inodorum (L.) Schulz-Bip.
Ranunculus repens L.
 „ *carpathicus* He rb.
Ficaria verna Huds.

<i>Entyloma picridis</i> Rostrup	<i>Picris hieracioides</i> L.
<i>Entyloma plantaginis</i> Blytt	<i>Plantago lanceolata</i> L.
<i>Entyloma ranunculum</i> Liro	<i>Ranunculus acer</i> L.
	„ <i>auricomus</i> L.
	„ <i>bulbosus</i> L.
	„ <i>cassubicus</i> L.
	„ <i>lanuginosus</i> L.
	„ <i>polyanthemus</i> L.
	„ <i>repens</i> L.
	„ <i>sceleratus</i> L.
<i>Entyloma ranunculi</i> (Bonord.) Schröter	<i>Ficaria verna</i> Huds.
<i>Entyloma serotinum</i> Schröter	<i>Symphytum cordatum</i> W. K.
	„ <i>officinale</i> L.
	„ <i>tuberosum</i> L.
<i>Entyloma thalictri</i> Schröter	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.
<i>Entyloma tragopogi</i> Lagerheim	<i>Thalictrum minus</i> L.
<i>Entyloma urocystoides</i> Bubak	<i>Tragopogon orientalis</i> K.
<i>Entyloma verruculosum</i> Passerini	<i>Corydalis cava</i> (L.) Schw. et K.
<i>Entyloma winteri</i> Linhart	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.
	<i>Delphinium elatum</i> L.
	„ <i>oxysepalum</i> Borb. et Pax.
<i>Melanotaenium ari</i> (Cocke) Lagerheim	<i>Arum maculatum</i> L.
	„ <i>besserianum</i> L.
<i>Melanotaenium cingens</i> (Beck.) Magnus	<i>Linaria vulgaris</i> (L.) Mill.
<i>Entorrhiza aschersoniana</i> (Magnus)	
Lagerheim	<i>Juncus bufonius</i> L.
<i>Entorrhiza digitata</i> Lagerheim	<i>Juncus bufonius</i> L.
<i>Entorrhiza cypericola</i> (Magnus) De Toni	<i>Cyperus flavescens</i> L.
<i>Entorrhiza casparyana</i> (Magnus)	
Lagerheim	<i>Juncus tenageia</i> Ehrh.
<i>Urocystis agropyri</i> (Preuss.) Schröter	<i>Agropyron repens</i> (L.) P. B.
<i>Urocystis anemones</i> (Pers.) Rostrup	<i>Anemone nemorosa</i> L.
	„ <i>ranunculoides</i> L.
	„ <i>silvestris</i> L.
<i>Urocystis arrhenatheri</i> (Kuprewicz)	
Savulescu	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. B.
<i>Urocystis bolivari</i> (Bubak et Fragaso)	
Fragaso	<i>Lolium perenne</i> L.
<i>Urocystis cepulae</i> Frost	<i>Alium cepa</i> L.
<i>Urocystis ficariae</i> (Unger) Moesz	<i>Ficaria verna</i> Huds.
<i>Urocystis fischeri</i> Körnicke	<i>Carex fusca</i> Bell. et All.
<i>Urocystis gladioli</i> (Requiem.) Smith	<i>Gladiolus imbricatus</i> L.
<i>Urocystis hepaticae-trilobae</i> (DC) Moesz	<i>Hepatica nobilis</i> Garsault
<i>Urocystis johansonii</i> (Lagerh.) Magnus	<i>Juncus bufonius</i> L.
<i>Urocystis leimbachii</i> Oertel	<i>Adonis autumnalis</i> L.
	„ <i>vernalis</i> L.
<i>Urocystis luzulae</i> Schröter	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.
<i>Urocystis macrospora</i> (Desm.) Liro	<i>Festuca rubra</i> L.
<i>Urocystis muscaridis</i> (Bizzozzero) Moesz	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.
<i>Urocystis occulta</i> (Wallr.) Rabenhorst	<i>Secale cereale</i> L.

<i>Urocystis ornithogali</i> Körnicke	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.
<i>Urocystis pulsatillae</i> (Bubak) Moesz	<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.
	„ <i>pratensis</i> (L.) Mill.
<i>Urocystis ranunculi</i> (Libert) Moesz	<i>Ranunculus repens</i> L.
<i>Urocystis ranunculi auricomi</i> (Bubak) Zundel	<i>Ranunculus auricomus</i> L.
<i>Urocystis violae</i> (Sow.) Fischer v. Valdheim	<i>Viola odorata</i> L.
	„ <i>silvestris</i> Rchb.
	„ <i>tricolor</i> L.
<i>Tubercinia primulae</i> (Rostr.) Liro	<i>Primula officinalis</i> (L.) Hill.
<i>Tubercinia trientalis</i> Berk. et Br.	<i>Trientalis europea</i> L.
<i>Schroeteria delastrina</i> (Tul.) Winter	<i>Veronica</i> sp.
<i>Schroeteria decaisneana</i> (Boudier de Toni)	<i>Veronica hederifolia</i> L.
<i>Glomosporium leptideum</i> (Sydow) Kochman	<i>Chenopodium album</i> L.
<i>Doassansia alismatis</i> (Nees) Cornu	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.
<i>Doassansia punctiformis</i> (Niessl) Schröter	<i>Butomus umbellatus</i> L.
	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.
<i>Doassansia sagittariae</i> (West.) Fischer	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.

Rodzina *Graphiolaceae*

<i>Graphiola phoenicis</i> Poiteau	<i>Phoenix dactylifera</i> L.
------------------------------------	-------------------------------

STRESZCZENIE

Praca ta zawiera przegląd nowych lub rzadkich dla flory Polski gatunków grzybów głowniowych. *Entyloma compositarum* Farlow na *Gaillardia aristata* i *G. pulchella* nie była dotychczas notowana w Europie. Została prawdopodobnie sprowadzona wraz ze swymi żywicielami z Ameryki. Podano również zestawienie gatunków grzybów głowniowych znanych obecnie w Polsce.

SUMMARY

The paper gives a review of rare or new to Poland species of smut fungi. *Entyloma compositarum* Farlow on *Gaillardia aristata* and *G. pulchella* was for the first time found in Europe. It was probably introduced to Europe together with host plants from America. Also a list of all species of *Ustilaginales* known from Poland is added.

Katedra Fitopatologii SGGW
w Warszawie

(Wpłynęło: dn. 15.3.1960 r.)

LITERATURA

- Ciferri R., 1928, Quarta contribuzione allo studio degli *Ustilaginales*, Ann. Myc. 26.
- Dominik T., 1936, Materiały do flory grzybów mikroskopowych zachodniej Polski, Spr. Kom. Fizjogr. 70, Kraków.
- Fischer G. W., 1953, Manual of the North American Smut Fungi, The Ronald Press Company, New York.
- Fischer G. W. and Holton S. G., 1957, Biology and Control of the Smut Fungi, The Ronald Press Company, New York.
- Kawecka-Starmachowa B., 1934, Głownie i śniecie Polski, część I, Głownie, Spr. Kom. Fizjogr. 68, Kraków.
- Kawecka-Starmachowa B., 1939, Głownie i śniecie Polski część II, Śniecie, Spraw. Kom. Fizjogr. 73, Kraków.
- Kochman J., 1934, Przyczynek do znajomości flory głowni polskich, Acta Soc. Bot. Pol. 11.
- Kochman J., 1936, Grzyby głowniowe Polski (*Ustilaginales Poloniae*), Planta Polonica 4, Warszawa.
- Kochman J., 1939, Przyczynek do znajomości flory głowni polskich II, Acta Soc. Bot. Pol. 16.
- Krupa J., 1888, Zapiski mykologiczne z okolic Lwowa i Podtatrza, Spr. Kom. Fizjogr. 22, Kraków.
- Liro J. I., 1924, Die Ustilagineen Finnlands I, Helsinki.
- Liro J. I., 1935—38, Die Ustilagineen Finnlands II, Helsinki.
- Savulescu T., 1955, Ustilaginales der Rumänischen Volksrepublik, Verlag d. Akad. Rumän. Volkrepublik.
- Savulescu T., 1957, Ustilaginelele din Republica Populară Română, Acad. Republici populare Română.
- Sydow H., 1918, Mykologische Mitteilungen, Ann. Myc. 16.
- Sydow H., 1924, Notizen über Ustilagineen Ann. Myc. 22.
- Zundel L. G., 1953, Ustilaginales of the World, Contr. No. 176, The Pennsylvania State College.

Materiały zielnikowe

- J. Kochman, *Ustilaginales Poloniae*, Fasc. III. Warszawa, 1939.
- J. Kochman, *Mycotheca Polonica*, Fasc. IV, V i VI. Warszawa, 1959.
- Grzyby ze zbiorów A. Wróblewskiego.

Inkluzje tłuszczowe w chloroplastach

Inclusions lipidiques dans les chloroplastes

E. MIKULSKA

Występowanie kropli tłuszczowych w chloroplastach znane jest od dawna; obserwowali je Naegeli (1858), Meyer (1883) cyt. za Schimperem (1885), Schimper (1885), oraz pisali o nich: Guilliermond (1921), Guilliermond i Mangenot (1923) oraz Mangenot (1922). W latach późniejszych obecność inkluzji tłuszczowych w plastydach została stwierdzona przez Luksenburgową (1928), Faull (1935), Manuel (1936) oraz Caruso (1938, 1939).

U roślin jedno- i dwuliściennych kule tłuszczowe tkwią całkowicie wewnątrz stromy (Schimper 1885, Manuel 1936, Caruso 1939), u glonów znajdują się na powierzchni plastydów stykając się bezpośrednio z cytoplazmą (Schimper 1885, Li Koue-Tchang 1924, Olszewska, nie opubl.).

Granulacje tłuszczowe w plastydach mogą występować we wszystkich organach roślin: korzeniach, łodygach, liściach, częściach kwiatowych (Schimper 1885, Guilliermond 1921, Manuel 1936) oraz ziarnach pyłku (Luksenburgowa 1928).

Różni autorzy wyrażają odmienne poglądy na powstawanie i rolę tłuszczów w plastydach. Schimper (1885) i Guilliermond (1933) stoją na stanowisku, że pojawianie się tłuszczów w plastydach jest wynikiem degeneracji tych ostatnich. W miarę starzenia się komórek ilość inkluzji zwiększa się, stroma natomiast ulega stopniowej redukcji. Tłuszcze te nie są więc zużywane przez roślinę. Holle (1877) uważa krople tłuszczu w chloroplastach za produkt syntezy. Buscaloni (1912, cyt. za Manuel 1936) przypuszcza, że są one produktem fotosyntezy w wypadku, gdy nie tworzy się skrobia, oraz że mają one znaczenie w procesach oddychania i utleniania. Luksenburgowa (1928) traktuje kuleczki

występujące w leukoplastach ziaren pyłkowych jako substancje zapasowe. Według Beauverie'go (1928) chloroplasty w różnych fazach rozwoju mogą produkować przejściowo tłuszcze. Tłuszcze te bywają bądź zresorbowane w ciełe macierzystym, bądź są wydzielane do cytoplazmy. Zdaniem tego autora w plastydach mogą powstawać obficie substancje tłuszczowe pod wpływem inwazji pasożyta — jako zjawisko patologiczne.

Badania cytochemiczne wykazały, że inkluzje tłuszczowe w chloroplastach utworzone są z tłuszczu obojętnego zmieszanego z pewną ilością fosfolipidów (Mangenot 1922), bądź tylko z fosfolipidów (Mangenot i Guilliermond 1923), mogą też zawierać ergosterole połączone z kwasem tłuszczowym (Manuel 1936), lub same kwasy tłuszczowe (Guilliermond 1921). A. Meyer (1920 cyt. za Manuel 1936) wyraża całkiem inny pogląd na budowę chemiczną tych inkluzji plastydowych. Wg niego tworzące się w chloroplastach granulacje, przypominające wyglądem tłuszcze, nie są utworzone przez lipidy, lecz odpowiadają aldehydowi heksenowemu, który został znaleziony w produktach destylacji liści. Tego typu ziarnistości spotyka się, zdaniem tego autora, wyłącznie w chloroplastach; tworzą się tylko na świetle jako produkt uboczny fotosyntezy. Nazywa je „Auto-Plastensekret“. Późniejsze badania Guilliermonda i Mangenota (1923) wykazały jednak, że wspomniane granulacje zjawiają się nie tylko w chloroplastach, lecz i w leukoplastach; posiadają wszystkie cechy tłuszczów. Guilliermond uważa je za fosfolipidy (dają pozytywną reakcję Dietricha), które zjawiają się w wyniku uwalniania tłuszczów konstytucyjnych pod wpływem nieznanых jeszcze czynników w pewnych fazach rozwojowych plastydów (lipofaneroza). Do podobnych wniosków dochodzi Faull (1935) badając u *Iris* leukoplasty produkujące tłuszcze.

Ostatnie badania cytochemiczne Olszewskiej (nie opubl.) nad *Spirogyra* pozwoliły stwierdzić, że inkluzje tłuszczowe występujące w chromatoforze zbudowane są z części centralnej złożonej z tłuszczów obojętnych oraz z otoczki zawierającej prawdopodobnie mieszaninę tłuszczów złożonych, wśród których obecne są fosfolipidy.

MATERIAL I METODY

Występowanie inkluzji tłuszczowych w chloroplastach badano bądź w czasie całego rozwoju plastydów, bądź tylko w plastydach wyróżnianych. Obserwacje prowadzono w ciągu całego roku. Materiał u *Amaryllis belladonna* L., *Clivia miniata* Rgl. i *Iris germanica* L. stanowiły liście różnego wieku, przy czym badano każdy liść w kilku strefach, w zależności od stopnia zazielenienia, natomiast u *Aloe arborescens* Mill.,

Aloe aristata Haw., *Vriesea carinata* Wawra, *Sansevieria* Willd., *Ophiopogon japonicus* Ker., *Haemanthus Katherinae* Bak., *Hedera helix* L., *Vinca minor* L. i *Buxus sempervirens* L. brano pod uwagę tylko liście będące w pełni rozwoju. Rośliny *Iris germanica* zostały przeniesione w październiku z ogrodu do szklarni, w której przebywały i rozwijały się bez okresu spoczynku do końca marca; w kwietniu zostały ponownie wysadzone do gruntu. Liście *Vinca minor* oraz *Buxus sempervirens* pochodziły z okazów rosnących wyłącznie w gruncie, liście *Hedera helix* pochodziły z okazów rosnących w ogrodzie i w szklarni. Pozostałe rośliny przebywały stale w szklarni. Średnia temperatura w szklarni w miesiącach zimowych wahała się od 13° do 15°C.

Badania przeprowadzano na materiale żywym i utrwalonym. Żywe komórki oglądano na skrawkach sporządzonych ręcznie z dolnej strony liści, równolegle do powierzchni. Skrawki umieszczano bądź w płynie Ringera, bądź w wodzie wodociągowej, bądź w oleju parafinowym. Podobnie przygotowane preparaty utrwalano w 3% dwuchromianie potasu, w płynie Regaud, w parach 2% kwasu osmowego, w 1% lub 2% kwasie osmowym, w formalinie zbuforowanej wg przepisu R. D. Lilliego (1954) oraz w utrwalaczu formalinowo-wapniowym Bakera.

Celem ustalenia charakteru tłuszczu stanowiącego inkluzje w chloroplastach przeprowadzano reakcje mikrochemiczne przy pomocy następujących odczynników: Sudan III i IV oraz ich mieszanina (rozpuszczalnik aceton i 70% alkohol), Sudan IV wg Bojarkina (Świeszniowa 1956), Sudan czarny B (szczególnie zalecany przez Lisona 1934), 1% błękit Nilu, błękit indofenolowy (reakcja „Nadi“), kwas osmowy, kwaśna hemateina Bakera. Posługiwano się metodą Fischlera na kwasy tłuszczowe i metodą opracowaną przez Baroliera i Suchowsky'ego na kwasy tłuszczowe nienasycone, metodą Feyrtera na fosfatydy i cerebrozydy, oraz metodą Schultza dla wykrycia cholesterolu. Stosowano również reakcję z kwasem nadmśrkowym i odczynnikiem Schiffa na lipidy nienasycone (Pearse 1957). Do tej reakcji używano kwasu nadoctowego, a nie nadmśrkowego, ponieważ ten ostatni niszczył plastydy. Przeprowadzano również reakcję z digitoniną (Reilhaes 1936) oraz zmydlanie wg Molischa (1921).

Do ekstrakcji tłuszczów używano pirydyny, alkoholu 70% i abs. eteru i acetonu. Dla wykrycia skrobi stosowano wodny roztwór JKK, dla wykrycia białka w inkluzjach tłuszczowych — reakcję z bromofenolem wg Mazia, Brewera i Alferta (1953).

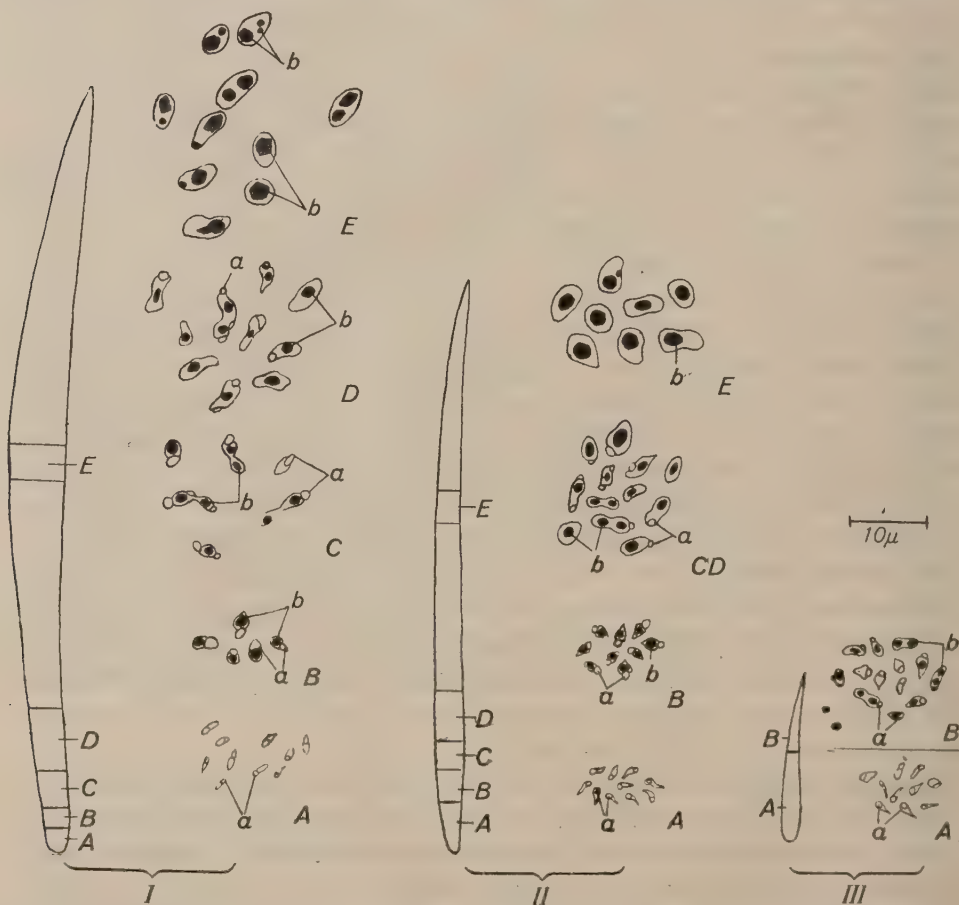
Posługiwano się mikroskopem „Lumipan“ Zeissa. Korzystano z urządzenia polaryzacyjnego oraz z mikroskopu fluorescencyjnego. Rysunki wykonano przy pomocy aparatu rysunkowego Abbe'go.

BADANIA WŁASNE

Iris germanica L.

Badano liście młode długości 5—15 cm, i liście wyrośnięte. Skrawki sporządzano na całej długości liścia w odstępach od jednego do kilku centymetrów. Na ryc. 1. przedstawione są kolejne stadia rozwoju chloroplastów w liściach różnego wieku.

W skrawkach pochodzących z podstawy liścia, która miała barwę białą, występują bardzo drobne bezbarwne proplastydy. Są one wydłużone, przecinkowate, z jednego końca zaokrąglone (ryc. 1. I A, II A, III A). W części



Ryc. 1. *Iris germanica*. Kolejne stadia rozwoju inkluzji tłuszczowych i ziaren skrobi w chloroplastach 3 liści różnego wieku; a — skrobia; b — tłuszcz. A — biała strefa liści; B — jasnoseledynowa; C — seledynowa, D — jasnozielona; E — zielona

szerszej występuje zawsze jedno ziarenko skrobi barwiące się JwKJ fioletowoczerwono. W strefie wyższej liścia, o słabo zielonym zabarwieniu, plastydy są nieco większe z większymi, pojedynczymi ziarnami skrobi, tkwiącymi tylko podstawą w stromie (ryc. 1, I B, II B, III B). W części plastydu wolnej od skrobi, wykazującej bardzo słabe, homogenne, seledynowe zabarwienie, pojawia się tłuszcz jako duża, pojedyncza kula, zajmująca całe wnętrze plastydu. Błękit Nilu barwi tę inkluzję tłuszczową na kolor różowoczerwony.

W następnej strefie liścia (ryc. 1, I C, II C, D) plastydy są znacznie większe oraz intensywniej zabarwione na zielono. Tutaj spotyka się największą ilość dzielących się plastydów. Ziarna skrobi są mniejsze w stosunku do całego plastydu, kule tłuszczowe występują nadal. Strefa dalsza (ryc. 1, I D) wykazuje zróżnicowane już chloroplasty z dużą ilością gran. Nieliczne chloroplasty zawierają jeszcze ziarna skrobi. W przeważającej ilości plastydów, w części środkowej, tkwią duże, najczęściej pojedyncze kule tłuszczu. Dojrzałe plastydy nie wykazują zupełnie obecności skrobi, a tylko ogromne, pojedyncze krople tłuszczu (ryc. 1, I E, II E, ryc. 2 C). często inkluzje te przybierają kontury wieloboczne i podobne są do kryształów białkowych. Zwykle robią wrażenie ciała stałego. Najwięcej plastydów zawierających duże kule tłuszczowe występuje w okolicy wiązek przewodzących. Należy zaznaczyć, że w liściach wyrosniętych, w komórkach zupełnie zróżnicowanych dość częste też były plastydy zawierające po kilka kul tłuszczu, które znajdowały się tuż pod powierzchnią plastydu. Spotyka się również nieliczne plastydy pozbawione tłuszczu. W okresach kiedy wiosną temperatura obniżała się, ilość plastydów nie zawierających tłuszczu bardzo malała. Przed kwitnięciem tylko nieliczne plastydy zawierały w środku pojedyncze, duże kule tłuszczu. Inne miały małe kule tłuszczu tkwiące na obwodzie. Czasami też wyglądało tak, jak gdyby plastydy na pewnym tylko odcinku od zewnątrz były oblane warstwą tłuszczu, nigdy jednak nie stwierdzono w nich obecności skrobi. Dłuższe zaciemnianie całej rośliny (2 tygodnie) powodowało rozpadanie się dużych kul tłuszczu na drobne i liczne kuleczki znajdujące się w tym samym miejscu, gdzie występowała poprzednio duża kula tłuszczu.

Charakter tłuszczów występujących w chloroplastach liścia

Iris germanica

Rozpuszczalność. Jako rozpuszczalniki stosowano alkohol, aceton, eter oraz pirydynę. Alkohol wyższych koncentracji, począwszy od 40°, rozpuszcza kule tłuszczowe w chloroplastach w ciągu kilkunastu sekund. Eter, pirydyna i aceton powodują również szybkie rozpuszczenie

tluszczów już w temperaturze pokojowej. Morfologia dojrzałych plastydów, z których usunięto tłuszcze acetonem, eterem lub pirydyną, jest taka sama jak przed ekstrakcją. Wewnątrz znajduje się ciało, które kształtem przypomina inkluzję tłuszczową, jednak barwienie Sudanem czarnym B nie wykazuje tłuszczu. Jak wykazały dalsze badania, jest to białko, które występuje w postaci otoczki dokoła kuli tłuszczowej. Otoczek takich nie ma w plastydach młodych.

Badania w świetle spolaryzowanym. Kule tłuszczu przy skrzyżowanych nikolach zachowują się jak ciała izotropowe. Wiadomo (Pearse 1957), że jest to charakterystyczne dla tłuszczu obojętnych i kwasów tłuszczowych w stanie płynnym.

Reakcje cytochemiczne

Kwas osmowy nadaje kulom tłuszczowym w plastydach żółto-brunatny kolor. Próba „wtórnego czernienia“ (zastosowanie alkoholu po kwasie osmowym) dała wynik negatywny świadczący o braku lecytyn (Pearse 1957).

Sudan III i IV. Na bardzo duże trudności natrafiono stosując barwienie Sudanem III oraz IV na materiale świeżym, ponieważ alkoholowe roztwory rozpuszczały tłuszcze (p. wyżej rozpuszczalność). Mieszanina Sudanu III i IV w alkoholu i acetonie również nie dawała rezultatów pozytywnych z powodu wypłukiwania substancji tłuszczowych przez rozpuszczalniki. Próbowano stosować roztwór Sudanu IV wg przepisu Kay i Whitcheada 1934 (cyt. za Pearsem 1957). Roztwór Sudanu IV w alkoholu absolutnym rozcieńczano do 6% wodą tuż przed użyciem. Jednak zadowalających wyników nie otrzymano. Niepowodzeniem zakończyło się także stosowanie metody żelatynowo-sudanowej (wg Gowana 1944 cyt. wg Pearsa 1957). Próbowano przed barwieniem Sudanem II i IV utrwaląć materiał w 3% dwuchromianie potasu lub w płynie Regaud, które wg Reilhaesa (1936) zachowują tłuszcze bardzo dobrze. Jednak metoda ta ma swoje braki. Po utrwaleniu kule tłuszczu przybierają zabarwienie ciemnożółte, co utrudnia skonstatowanie barwienia Sudanem, które również często ma odcień pomarańczowy (szczególnie po metodzie Gowana).

Sudan czarny B w 70% alkoholu na materiale utrwalonym formaliną lub płynem formalinowo-wapniowym Bakera dawał granatowo-czarne zabarwienie kul tłuszczu w chloroplastach. Utrwalenie jednak powodowało rozpuszczenie części tłuszczu: kule tłuszczowe były mniejsze niż inkluzje na materiale żywym. Najlepsze wyniki dawało utrwalanie skraw-

ków w ciągu 10—15 minut w 1% lub 2% kwasie osmowym, a następnie barwienie Sudańcem czarnym B. Zbędne było odbarwianie, ponieważ kwas osmowy nie wyczerniał kul tłuszczowych.

Błękit Nilu. Przed barwieniem materiał utrwalano w utrwalaczu formalinowo-wapniowym Bakera. Barwienie dało wyniki dodatnie. Tłuszcz występujący w proplastydach i w nieco późniejszych stadiach rozwoju plastydów barwił się wyraźnie na kolor jasno lub ciemnoróżowy. Lepsze znacznie rezultaty otrzymano na materiale nie utrwalonym, działając na skrawki błękitem Nilu przez 30 min. w temp. pokojowej. W plastydach już zróżnicowanych kule tłuszczu barwiły się intensywnie — bądź na kolor różowy, bądź na niebieski, co wskazuje, że nie zawsze tłuszcze te mają charakter tłuszczów obojętnych. Liście w miarę swego rozwoju zawierały coraz mniejszą ilość plastydów, których inkluzje barwiły się błękitem Nilu, mimo iż nie różniły się one morfologicznie od kul tłuszczowych znajdujących się w młodszych liściach. Wskazuje to, iż w miarę rozwoju liści, w inkluzjach zachodzą przemiany chemiczne. Skrawki poddane reakcji na białko błękitem bromofenolowym wykazały (jedynie po ekstrakcji pirydyną) bardzo ładne i wyraźne zabarwienie na obwodzie inkluzji. Z powyższego wynika, że w plastydach w części zewnętrznej skupiają się białka, które maskując tłuszcze utrudniają reakcję z błękitem Nilu.

Metoda Fischlera wykrywania kwasów tłuszczowych. Metodę tę zastosowano dla potwierdzenia, że ciała barwiące się błękitem Nilu na niebiesko istotnie zawierają kwasy tłuszczowe. Otrzymano reakcję pozytywną, która nie występowała w skrawkach kontrolnych uprzednio ekstrahowanych przez 24 godziny trzema zmianami mieszaniny alkoholu z eterem w równych częściach.

Metoda Baroliera i Suchowsky'ego wykrywania kwasów tłuszczowych nienasyconych. Stosując tę metodę otrzymano czarne zabarwienie ciał znajdujących się w plastydach. Prawdopodobnie w trakcie stosowania tej reakcji pojedyncze kule tłuszczowe rozpadały się na mniejsze barwiące się czarno. Wyniki i tej reakcji można więc uważać za dodatnie.

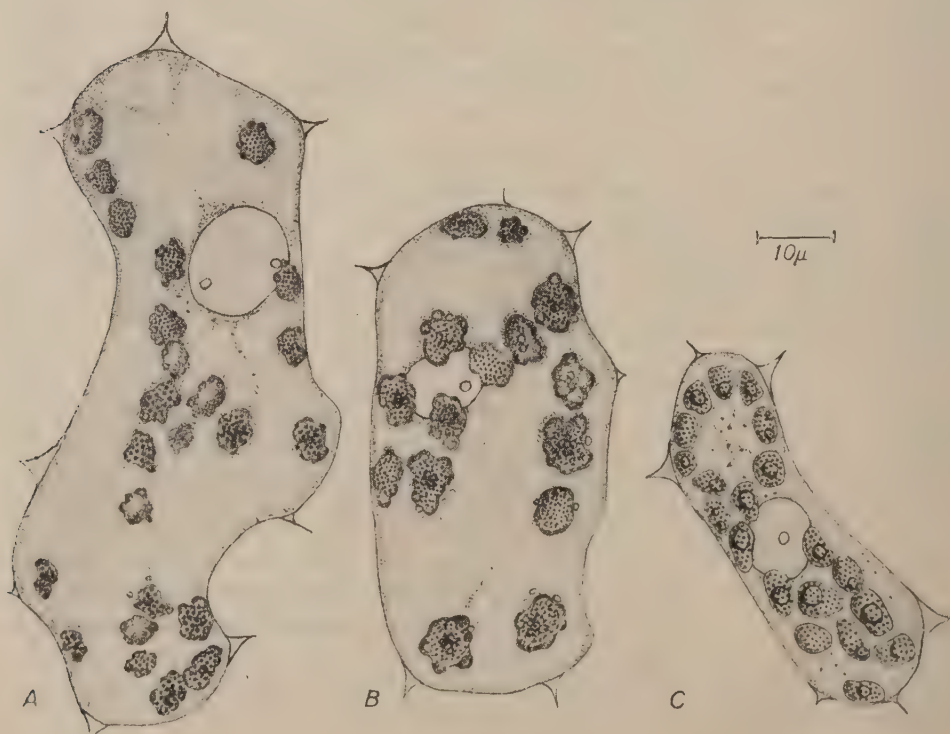
Reakcja „Nadi”. Kule tłuszczowe w plastydach zabarwiała się bardzo wyraźnie na kolor fioletowy. Na ogół uważa się, że produkt reakcji powinien mieć zabarwienie niebieskie, jednak wielu badaczy — Zwi-
baum i Mangenot (1923), Buvat (1936) — otrzymało w materiale roślinnym fioletowe zabarwienie tłuszczu.

Zmydlenie wg Molischa (1921) — wykazywało obecność kryształów mydła wyraźnie świecących w świetle spolaryzowanym.

Kilkakrotne stosowanie metody Feyrtera na cerebrozydy i fosfatydy, metody Schultza na cholesterole oraz posługiwanie się reakcją z kwasem nadoctowym i odczynnikiem Schiffa na lipidy nienasycone (Pearse 1957), reakcją z digitaniną na sterole (Reilhes 1936, Buval 1936) i kwaśną hemateiną Bakera na fosfolipidy dawało zawsze wynik negatywny.

Przemiana tłuszczów w chloroplastach liści

Pojedyncze kule tłuszczowe tworzyły się w najwcześniejszych stadiach rozwojowych chloroplastów obok skrobi. Już proplastydy zawierały duże kule tłuszczu obojętnego, pozbawione otoczki białkowej. We wczesnych stadiach rozwojowych różnicowania się chloroplastów skrobia zanikała całkowicie. W kulach tłuszczowych niektórych starszych plastydów ukazywały się kwasy tłuszczowe, w innych nadal były wyłącznie tłuszcze



Ryc. 2. Chloroplasty z widocznymi inkluzjami tłuszczowymi w liściach: A — *Amaryllis belladonna*; B — *Clivia miniata*; C — *Iris germanica*

obojętne. Jak podano wyżej, w miarę rozwoju liścia, w inkluzjach kulistych plastydów ujawniały się przejściowo białka, które występowały w częściach obwodowych.

W okresie kwitnienia rośliny zmniejszała się wyraźnie ilość tłuszczu w chloroplastach. Kule tłuszczu były znacznie mniejsze niż poprzednio, nie występowały już w środku plastydu, lecz tkwiły na obwodzie. Wyglądem przypominały ziarna skrobi, nie barwiły się jednak w JKJ, zaś Sudan czarny B barwił je na czarno na materiale utrwalonym. W miesiącu czerwcu tylko nieliczne chloroplasty zawierały inkluzje tłuszczowe, we wrześniu nie zauważono chloroplastów z inkluzjami tłuszczowymi tak charakterystycznymi w innych porach roku.

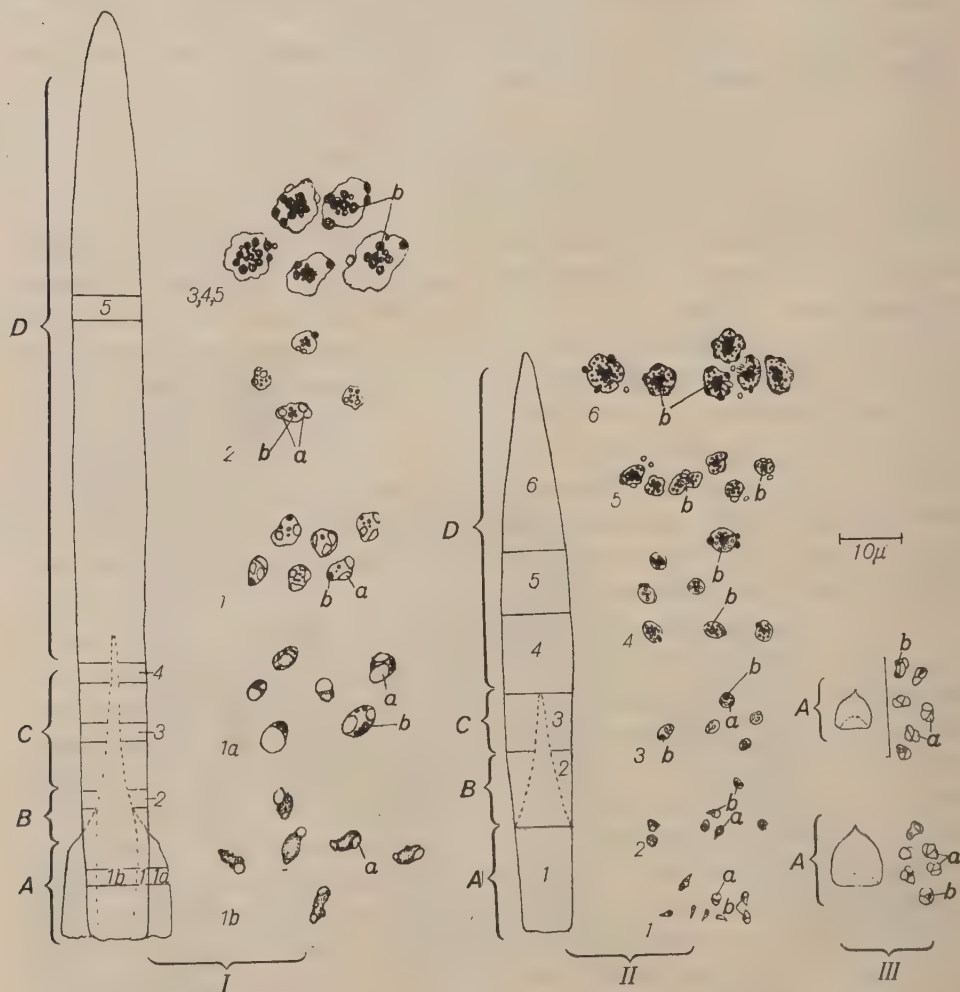
Clivia miniata R gl.

Badano występowanie kropli tłuszczowych w chloroplastach mezofilu w trakcie ich rozwoju. Zbadano liście bardzo młode, zupełnie bezbarwne, długości około 0,5 cm — 1,5 cm; liście młode długości 10—17 cm oraz liście wyrosnięte długości 35—45 cm. Skrawki sporządzano co kilka cm w zależności od zmiany intensywności zabarwienia liści. Najpierw badano strefę bezbarwną, potem kolejne strefy zazieleniania się liścia.

W liściach długości 0,5—1,5 cm komórki zawierają proplastydy. Są one bezbarwne, nie wykazują fluorescencji w mikroskopie fluorescencyjnym. Skrobia wypełnia całe wnętrze plastydu, stroma występuje w formie delikatnej warstewki zewnętrznej. Już w tym stadium pojawiają się nieliczne kuleczki tłuszczu (ryc. 3, III b).

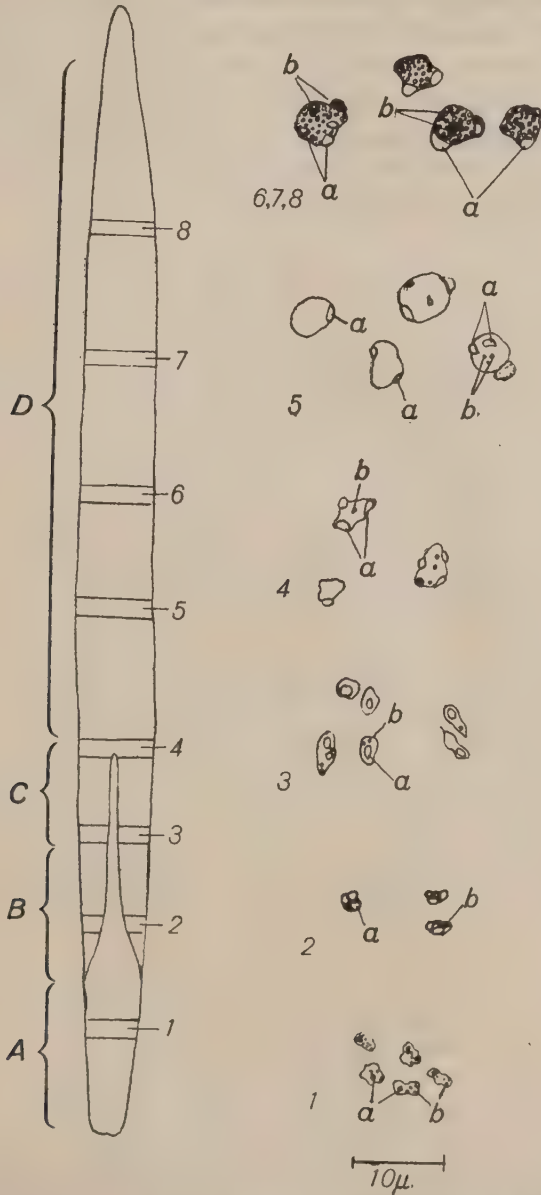
W liściu długości około 17 cm można było wyróżnić kolejne stadia rozwoju plastydów, którym towarzyszyły odpowiednie przemiany znajdujących się w nich substancji. Komórki zupełnie bezbarwnej podstawy liścia posiadają drobne proplastydy różnych kształtów zdolne do ciągłej zmiany form. Mogą one być wydłużone, przecinkowate, owalne, w jednym końcu rozszerzone, w drugim zastrzone (ryc. 3, II 1). Stroma jest całkowicie bezbarwna, wewnątrz występują drobne ziarna skrobi. Skrobia ta na pierwszy rzut oka robi wrażenie pierwotnego granum, jednak w JKJ barwi się wyraźnie na fioletowo. W strefie leżącej 2 cm powyżej poprzedniej (ryc. 3, II 2) jeszcze prawie bezbarwnej, stroma plastydów wykazuje bardzo jasne zielonkawożółtawe homogenne zabarwienie. Plastydy te fluoryzują na kolor jasnoczerwony w mikroskopie fluorescencyjnym i dają pozytywną reakcję z AgNO_3 , co świadczy o obecności chlorofilu. Wewnątrz występują ziarna skrobi, pojawiają się również kuleczki tłuszczowe. O 2 cm wyżej od tego miejsca (ryc. 3, II 3). Liść wykazuje jasnoseledyno-

we zabarwienie. Plastydy są znacznie większe, przybierają regularną kulistą lub owalną formę. W głębi lub też pod powierzchnią stromy występują ziarna skrobi oraz kropelki tłuszczu. W strefie tej plastydy wykazują intensywniejsze zielone zabarwienie. Ze względu na wypełnienie wnętrza plastydu drobnymi ziarnami skrobi i kuleczkami tłuszczowymi, trudno tu mówić o zróżnicowaniu na stromę i grana. W wyraźnie zielonej części liścia, leżącej 4 cm powyżej poprzedniej, znajdują się plastydy osta-



Ryc. 3. *Clivia miniata*. Kolejne stadia rozwoju inkluzji tłuszczowych i skrobi w czasie rozwoju chloroplastów w liściach różnego wieku: a — ziarna skrobi; b — kule tłuszczu. A — strefa biała liścia; B — strefa seledynowa; C — strefa jasnozielona; D — strefa zielona. Cyfry arabskie oznaczają strefy zbadane

tecnie zróżnicowane, zawierające już liczne zielone grana. Stroma w niektórych chloroplastach sprawia wrażenie zielonej. W plastydach tych brak jest skrobi, występuje natomiast obficie tłuszcz w postaci licznych



Ryc. 4. *Clivia miniata*. Kolejne stadia rozwoju chloroplastów w liściu rośliny kwitnącej; a — skrobia; b — kule tłuszczu. A — strefa biała liścia; B — seledynowa; C — jasnozielona; D — zielona

kul różnej wielkości znajdujących się wewnątrz plastydów. (ryc. 3, II 4). W strefach następnych (ryc. 3, II 5, 6) wskutek dużej zawartości tłuszczu plastydy tracą kuliste lub owalne kontury przybierając kształty nieregularne, tłuszcz występuje nie tylko w środku, ale i na obwodzie plastydu. Grana często mają układ nieregularny, gdyż zostały rozsunięte przez gromadzące się tłuszcze. Niektóre plastydy są otoczone delikatną warstwą substancji tłuszczowej, która maskuje grana tak, iż plastydy te robią wrażenie prawie homogenicznie zielonych (ryc. 2 B). W liściach dużych ostatecznie rozwiniętych kolejność pojawiania się skrobi i inkluzji tłuszczowych jest taka sama, tylko plastydy są większe i posiadają więcej substancji zapasowej (ryc. 3 I).

Na podstawie licznych obserwacji przeprowadzonych na liściach różnego wieku można było stwierdzić, że strefa występowania skrobi w plastydach mezofilu kończy się w miejscu, w którym liść wykazuje bladzielone zabarwienie. Jest to strefa bardzo krótka, obejmująca plastydy bardzo młode, jeszcze niewykształcone ostatecznie. Tłuszcz pojawia się bardzo wcześnie, już w tym okresie, kiedy plastydy są proplastydami i występuje jako stały składnik w ciągu całego rozwoju i wegetacji rośliny. Sytuacja ta zmienia się jednak w okresie kwitnienia. W plastydach na całej długości liścia pojawiają się ziarna skrobi, których nigdy nie obserwowano w innych okresach życia rośliny (ryc. 4 a). Zmniejsza się natomiast wyraźnie ilość tłuszczu w chloroplastach. Po przekwitnięciu znów skrobia zanika. W chloroplastach zwiększa się ilość tłuszczów. Zachodzi tu prawdopodobnie odwracalny proces przemiany tłuszczów w węglowodany. Występowanie skrobi teraz jest znów ograniczone wyłącznie do strefy u podstawy liści, o której wspomniano wyżej. Ziarna skrobi pojawiające się na miejsce tłuszczu są umiejscowione w sposób identyczny jak tkwiące tam poprzednio kule tłuszczu. Udało się zauważyć w skrawkach podłużnych, że w rzędzie komórek leżących jedna nad drugą, jedno zawierają plastydy z tłuszczem, inne już z identycznie położonymi zianami skrobi.

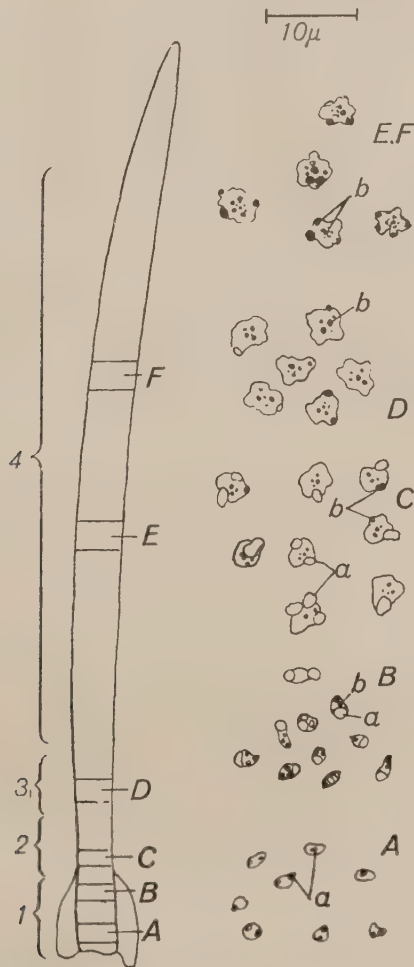
Przemiany inkluzji tłuszczowych w chloroplastach liści

Clivia miniata

Przeprowadzone reakcje cytochemiczne pozwalają stwierdzić, że w chloroplastach liści *Clivia miniata* znajdują się kule tłuszczowe. Tłuszcz pojawia się bardzo wcześnie, w okresie kiedy plastydy znajdują się jeszcze w stadium proplastydów. W stadium tym obok tłuszczów występuje skrobia. Potem w trakcie dalszego rozwoju plastydów skrobia zanika całkowicie, wzrasta natomiast wyraźnie ilość tłuszczu. Tłuszcz ten wystę-

puje w ciągu całego okresu rozwoju rośliny. W okresie kwitnienia rośliny w chloroplastach, obok zmniejszonej ilości tłuszczu, pojawiają się powtórnie ziarna skrobi, zanikające po jej przekwitnięciu. Próby ustalenia charakteru chemicznego tych tłuszczów wykazały, że są to mieszaniny, których skład zmienia się często, zależnie od wieku rośliny lub od warunków, w jakich roślina przebywa.

W proplastydach pojawiają się tylko tłuszcze obojętne. W plastydach starszych, w miarę zanikania skrobi, pojawiają się obok istniejących



Ryc. 5. *Amaryllis belladonna*. Kolejne stadia rozwoju inkluzji tłuszczowych i skrobi w czasie rozwoju chloroplastów liścia; a — ziarna skrobi; b — kule tłuszczu: 1 — strefa biała liścia; 2 — strefa seledynowa; 3 — strefa jasnozielona; 4 — strefa zielona. Litery A, B, C, D, E, F — oznaczają miejsca zbadane

tluszczów obojętnych — kwasy tłuszczowe i fosfolipidy. W chloroplastach roślin zaciemnianych przez dłuższy okres czasu (1—2 tyg.) — udaje się wykazać jedynie obecność tłuszczów obojętnych.

Amaryllis belladonna L.

Badano liście roślin wieloletnich oraz liście roślin wyhodowanych z nasienia, 1- i 2-letnie. Żadnych różnic w chloroplastach roślin młodych i wieloletnich nie zauważono. Rozwój plastydów i pojawianie się w nich skrobi i tłuszczów przedstawione są na ryc. 5.

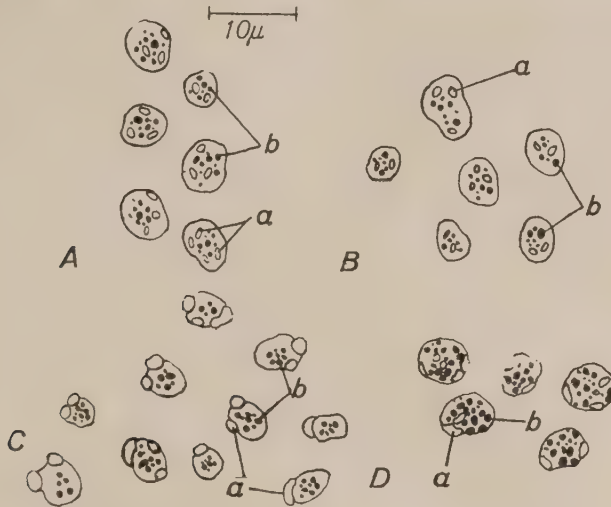
W bezbarwnych lub homogenicznie zazielenionych proplastydach występuje jedna lub kilka ziaren skrobi (ryc. 5, A). W proplastydach nieco starszych obok skrobi zaczynają pojawiać się kuleczki tłuszczu (ryc. 5, B). W miarę dalszego rozwoju plastydu skrobia zanika całkowicie, a miejsce jej zajmują mniejsze lub większe kule tłuszczowe (ryc. 5, D, E, F, ryc. 2, A). Proces rozwoju chloroplastów oraz pojawianie się w nich substancji zapasowych — są takie same, jak w chloroplastach liści *Clivia miniata*.

Zastosowanie reakcji cytochemicznych, jakimi posługiwano się przy badaniach chloroplastów liści *Clivia*, doprowadziło do następujących wyników. Inkluzje tłuszczowe pojawiające się w proplastydach należą do tłuszczów obojętnych. W plastydach zróżnicowanych obok tłuszczów obojętnych pojawiają się kwasy tłuszczowe i fosfolipidy.

Aloe arborescens Mill., *Aloe aristata* Haw., *Vriesea carinata* Wawra, *Sansevieria* Willd., *Ophiopogon japonicus* Ker., *Haemanthus Katherinae* Bak., *Dracaena fragrans* Gawl.

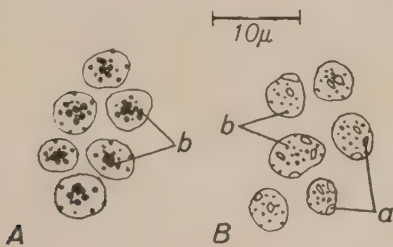
Wszystkie wymienione rośliny wykazywały w miesiącach zimowych w chloroplastach obecność kul tłuszczowych. Barwienie Sudanem czarnym B, mieszaniną Sudanu III i IV, błękitem Nilu, zastosowanie metody Fischlera na kwasy tłuszczowe — dały wyniki pozytywne. W miesiącach zimowych u *Aloe arborescens*, *Aloe aristata*, *Vriesea* oraz *Dracaena* obok tłuszczu występowały również nieliczne ziarna skrobi (ryc. 6). Badania przeprowadzone w maju i czerwcu pozwoliły stwierdzić obecność tłuszczu w chloroplastach liści *Ophiopogon japonicus*. W plastydach tych obok tłuszczu występują również ziarna skrobi, których nie wykryto zimą (ryc. 7). W chloroplastach liści *Aloe arborescens* i *A. aristata* znacznie wzrosła ilość skrobi, natomiast inkluzje tłuszczowe znikły całkowicie. Chloroplasty liści *Vriesea carinata* zachowują się podobnie jak chloroplasty liści *Ophiopogon japonicus*. W miesiącach zimowych obok nielicznych bardzo ziaren skrobi plastydy zawierały liczne i duże kule tłuszczu w formie dużych skupień (ryc. 6, D). W miesiącach letnich w plastydach

bardzo wzrosła ilość skrobi, zmalała natomiast znacznie ilość tłuszczów (ryc. 8). Występują one w formie małych i nielicznych kropelek znajdujących się blisko powierzchni plastydu. Chloroplasty *Sansevieria* w mie-

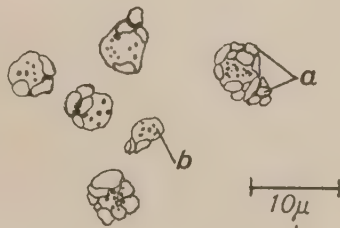


Ryc. 6. Chloroplasty liści zebranych zimą; A — *Aloe arborescens*; B — *Aloe aristata*, C — *Dracaena fragrans*; D — *Vriesea carinata* z ziarnami skrobi (a), i kuleczkami tłuszczu (b). Preparat barwiony Sudanem czarnym B.

siacach letnich nie wykazywały ani inkluzji tłuszczowych, ani skrobi. W zróżnicowanych chloroplastach dojrzałych liści *Haemanthus Katherinae* w miesiącach zimowych były liczne kule tłuszczu obojętnego. W miesiącach wiosennych w liściach młodych tłuszczów nie znaleziono, zaczynają się one pojawiać pod koniec czerwca w formie nielicznych początkowo i drobnych kuleczek.



Ryc. 7



Ryc. 8

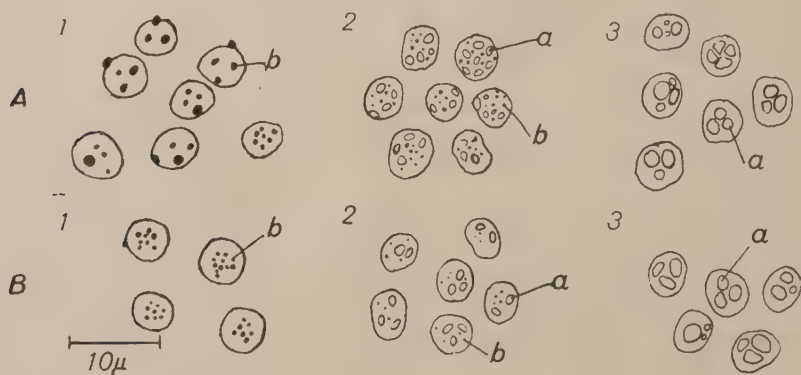
Ryc. 7. *Ophiopogon japonicus*. A — chloroplasty z inkluzjami tłuszczowymi (b) w okresie zimy; B — chloroplasty z ziarnami skrobi (a) i kuleczkami tłuszczu (b) w okresie lata

Ryc. 8. *Vriesea carinata*. Chloroplasty liści zebranych latem z licznymi ziarnami skrobi (a) i nielicznymi kuleczkami tłuszczu (b)

Hedera helix L., *Vinca minor* L., *Buxus sempervirens* L.

Chloroplasty roślin zimozielonych zostały zbadane z punktu widzenia występowania w nich substancji zapasowych, zależnie od pory roku. W chloroplastach liści *Hedera helix* rosnącej w ogrodzie występowały liczne kule tłuszczu obojętnego i kwasów tłuszczowych (ryc. 9, A 1) w miesiącach zimowych (grudzień, styczeń, luty, początek marca). Kule tłuszczowe znajdujące się w tych chloroplastach barwiły się błękitem Nilu, Sudanem III i IV oraz Sudanem czarnym B, a także dawały reakcję na kwasy tłuszczowe (metoda Fischlera). Skrobi natomiast, tak obficie występującej w pozostałych porach roku, w tym okresie nie wykryto. W połowie marca ilość tłuszczów zaczęła maleć, pojawiły się natomiast nieliczne ziarna skrobi (ryc. 9, A 2). W końcu marca tłuszcze znikły całkowicie, chloroplasty wypełniły się licznymi i dużymi ziarnami skrobi (ryc. 9, A 3). Takie same zmiany substancji zapasowych zachodziły w chloroplastach dolnej skórki liści *Hedera helix* (ryc. 10).

Podobne zjawiska zaobserwowano w chloroplastach *Hedera helix* rosnącej stale w szklarni. W chloroplastach tych w miesiącach zimowych również występował tłuszcz, tylko w mniejszych ilościach (ryc. 9, B). W przeciwieństwie do *Hedera* rosnącej w ogrodzie, nie wykryto tu kwasów tłuszczowych. Pod koniec marca w chloroplastach *Hedera* rosnącej w szklarni, zaczęły się pojawiać nieliczne i małe ziarna skrobi obok istniejącego jeszcze tłuszczu (ryc. 9, B 2). W okresie późniejszym kuleczki tłuszczowe znikły całkowicie, natomiast pojawiły się bardzo liczne i bar-



Ryc. 9. *Hedera Helix*. A — rosnąca w gruncie; B — hodowana w szklarni. 1 — chloroplasty z inkluzjami tłuszczowymi (b) zimą; 2 — chloroplasty z inkluzjami tłuszczowymi (b) i ziarnami skrobi (a) w marcu; 3 — chloroplasty wypełnione ziarnami skrobi (a) latem

dużo duże ziarna skrobi (ryc. 9, B 3). Skrobia ta w materiale szklarniowym i ogrodowym występuje w chloroplastach mniej więcej do listopada, potem jej miejsce zaczyna zajmować tłuszcz.

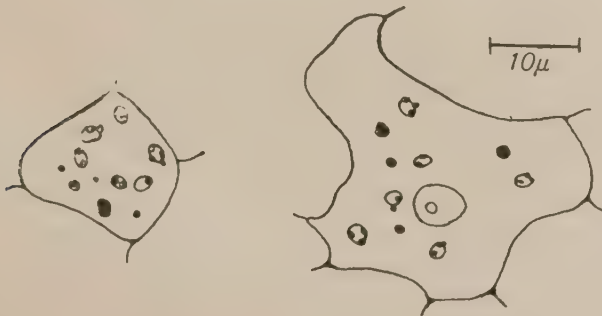
Chloroplasty *Hedera* szklarniowej i ogrodowej, zawierające inkluzje tłuszczowe, nie traciły zdolności tworzenia skrobi w warunkach eksperymentalnych w okresie zimy. W skrawkach umieszczonych w 2% roztworze glukozy po paru godzinach w chloroplastach można było wykryć liczne i duże ziarna skrobi.

Barwienie błękitem Nilu, Sudanem czarnym B, mieszaniną Sudanu III i IV wykazały obecność kropelek tłuszczu w chloroplastach skórki i mezofilu liści *Vinca minor*. Były to tłuszcze obojętne, jak wykazał błękit Nilu.

Stosowanie metody Fischlera nie wykazało obecności kwasów tłuszczowych w inkluzjach plastydowych.

W miesiącu marcu w chloroplastach zaczęła pojawiać się skrobia. Tłuszcz natomiast występował w nieznacznej ilości i nie we wszystkich chloroplastach. Reakcje cytochemiczne przeprowadzone w maju wykazały całkowity brak inkluzji tłuszczowych w chloroplastach, które zawierały wyłącznie skrobię.

Chloroplasty mezofilu *Buxus sempervirens*, jak to stwierdzono już wcześniej (Mikulska 1957), w miesiącach zimowych nie posiadają skrobi, natomiast Sudan czarny B i błękit Nilu wykazuje w nich obecność kul tłuszczowych. Tłuszcz ten występuje w nieznacznych ilościach. W pozostałych porach roku, tak jak w innych zimozielonych roślinach, w chloroplastach jest dużo skrobi.



Ryc. 10. *Hedera helix*. Chloroplasty dolnej skórki liścia z kuleczkami tłuszczu. Preparat barwiony błękitem Nilu

DYSKUSJA

Badania Guilliermonda i Mangelota (1923) wykazały, że w plastydach (autorzy uważają te wczesne stadia rozwoju plastydów za chondriokonty) najpierw pojawia się tłuszcz, który znika po utworzeniu się skrobi.

Niniejsze badania nad występowaniem inkluzji tłuszczowych podczas rozwoju chloroplastów w liściach *Clivia miniata*, *Amaryllis belladonna* i *Iris germanica* dowiodły, że kuleczki tłuszczowe mogą być obecne w proplastydach obok istniejącej skrobi. Proplastydy zawierały najpierw skrobię, która zanikała po utworzeniu się tłuszczu, a więc kolejność zjawiania się skrobi i tłuszczu była inna niż to podaje Guilliermond, natomiast zgodna z obserwacjami Manuel (1936). U wspomnianych roślin krople tłuszczowe występujące w proplastydach towarzyszyły całemu normalnemu cyklowi rozwoju plastydów, ich wzrostowi, podziałom i wyróżnicowywaniu się gran.

Inkluzje tłuszczowe mogą pojawiać się w chloroplastach przejściowo. U roślin zimozielonych (*Vinca minor*, *Hedera helix*, *Buxus sempervirens*) w okresie zimy jest tłuszcz, na jego miejsce wiosną pojawia się skrobia. Zanikanie skrobi w okresie zimowym stwierdzili już dawniej: Mer (1876), Kisch i Myjake (1902).

U innych roślin (*Aloe arborescens*, *Aloe aristata*, *Dracaena fragrans*) granulacje tłuszczowe pojawiają się tylko w okresie zimy obok skrobi zachowanej w nieznaczej ilości z okresu lata. W chloroplastach mezofilu *Ophiopogon japonicus* i *Vriesea carinata* inkluzje tłuszczowe znajdują się obok skrobi w ciągu całego okresu wegetacji. W miesiącach zimowych ziarnistości te są duże i liczne, ziarna skrobi natomiast bardzo małe i nieliczne. W miesiącach letnich zaś tłuszcz występuje w postaci małych kuleczek, skrobia w formie licznych i dużych ziaren.

U *Clivia miniata* w okresie kwitnienia bardzo wyraźnie zmniejszała się ilość tłuszczu, natomiast pojawiała się skrobia, która znów znikała po przekwitnięciu i wtedy ponownie zwiększała się ilość inkluzji tłuszczowych. Wiązałoby się to z obserwacjami Hougeta (1942, 1943), który doszedł do wniosku, że cukry tworzą się w tym czasie, kiedy rezerwy tłuszczowe wyczerpują się w trakcie intensywnego rozwoju rośliny; nadmiar cukrów zostaje odłożony w postaci skrobi.

Dyskusja, którą przeprowadził Godlewski (1877) z Briosi, na temat występowania tłuszczów względnie skrobi w chloroplastach *Streptolitzia*, powstała niewątpliwie stąd, że Briosi obserwując plastydy w lutym widział w nich tłuszcz, Godlewski zaś badając tę roślinę w czerwcu w czasie wysokiej temperatury, znajdował skrobię. Wiadomo,

że obniżenie temperatury powoduje przechodzenie cukrów w tłuszcze (Coster 1925 cyt. za Reilhes 1933, Reilhes 1933, 1934, 1936). Miałam okazję wielokrotnie potwierdzić te obserwacje. Jedynie w wypadku *Hedera helix*, hodowanej zimą w szklarni, obecne były tłuszcze, tak jak u *Hedera* rosnącej w ogrodzie.

Odwracalna transformacja tłuszczów w cukry znana jest w literaturze. Wereszczagin (1958) podkreśla, że tłuszcze roślinne charakteryzują się łatwością przechodzenia w węglowodany. Swiesznikowa (1954, 1955, 1956, 1958) opisała stopniowe zjawiane się tłuszczów na terenie ziarna skrobi: Proces ten zachodzi w chloroplastach i leukoplastach w pewnej fazie rozwoju owocu roślin oleistych (1956), w chloroplastach wegetatywnych części roślin po rozpoczęciu kwitnienia (1955), także w określonych etapach różnicowania się i rozwoju zarodka (1958). Autorka opisała również zjawisko przekształcania się skrobi w tłuszcze w komórkach szparkowych u roślin oleistych i w liściach kosaćca w okresie kwitnienia rośliny. Wyniki moich obserwacji są nieco inne. Pomimo dużego materiału, który przejrzałam, nie udało się jednak nigdy zaobserwować obrazów, jakie widziała Swiesznikowa, to znaczy tworzenia się tłuszczu w ziarnie skrobi, chociaż stwierdziłam niejednokrotnie, że w miejscu, gdzie poprzednio tkwiło ziarno skrobi, znajdowała się w późniejszej fazie rozwoju kula tłuszczowa. Czasami też po zastosowaniu błękitu Nilu, ziarna skrobi wykazywały w części zewnętrznej różowe zabarwienie, tak jak gdyby posiadały otoczkę tłuszczową. Również liście *Iris germanica* badane przez cały okres wegetacyjny nie zawierały nigdy w chloroplastach komórek szparkowych kropelek tłuszczu; zawsze była w nich tylko skrobia.

Dane z literatury wskazujące, że pojawianie się tłuszczów w chloroplastach może być związane ze sposobem odżywiania się rośliny, opierają się wyłącznie na wynikach badań biochemicznych; Collyer i Fogg (1955) ustalili w ten sposób, że np. brak azotu może być główną przyczyną gromadzenia się tłuszczów. Obfitość glukozy w środowisku może powodować zwiększenie ilości tłuszczów w różnych częściach komórki, jak np. w wodniczkach korzenia jęczmienia (Gautheret 1934) oraz w chloroplastach *Selaginella* (Bose 1943).

Obecność inkluzji tłuszczowych w chloroplastach od najwcześniejszych stadiów rozwojowych komórki, zmienna ilość tłuszczu zależna od wieku rośliny i pory roku, zanikanie tłuszczów, a pojawianie się skrobi oraz zanikanie skrobi i pojawianie się tłuszczów — dowodzi, że substancje tłuszczowe występujące w formie ziarnistości, w plastydach powinny być traktowane jako substancje zapasowe, a nie jako wyraz degeneracji plastydów, jak to uważali Schimper (1885), Mayer (1920) i Guillier-

mond (1923). Zdaniem wymienionych autorów dowodu dostarczyć miał fakt, że próby zaciemniania roślin nie prowadziły do zmniejszania się ilości inkluzji tłuszczowych, co miało świadczyć, że tłuszcz ten nie jest wykorzystywany przez rośliny. Jednak, jak wiemy z własnych doświadczeń (Mikulska 1959), po dłuższych (1—2-tygodniowych) próbach zaciemniania roślin zimozielonych, chloroplasty mezofilu niejednokrotnie nie wykazywały również zmniejszonej ilości skrobi, a trudno przecież twierdzić na tej podstawie, że skrobia nie jest zużywana w procesach metabolicznych. Za najbardziej przekonujący dowód, przemawiający przeciwko traktowaniu tych tłuszczów jako produktu degeneracji plastydów, uważam stwierdzony przeze mnie fakt, że chloroplasty zawierające tłuszcze są w pełni zdolne do tworzenia skrobi w warunkach eksperymentalnych. Wydaje się przeto, że tłuszcze występujące w chloroplastach liści roślin w warunkach normalnych powinny być traktowane jako substancja zapasowa, zjawiająca się najprawdopodobniej na drodze fotosyntezy, jak to postulowali Borodin (1878), Mangenot (1922) i Buscaloni (1912).

W czasie zaciemniania roślin spotykałam bardzo często obrazy nie-normalne, powstałe w wyniku uszkodzenia chloroplastów, a polegające na odmieszaniu się tłuszczów konstytucyjnych (lipofaneroza). W plastydach zwiększała się wówczas wyraźnie ilość tłuszczu. Ukazywało się mnóstwo kuleczek tłuszczowych. Odróżnienie tłuszczów pochodzących z lipofanerozy od tłuszczów, które normalnie występują w zdrowych chloroplastach, było trudne. Badania cytochemiczne takich chloroplastów wykazały, że nastąpiło znaczne zwiększenie ilości tłuszczów obojętnych, których pojawienie się przypisuję procesowi lipofanerozy. Identyczne zjawisko stwierdziła u *Spirogyra* Olszewska (nie opubl.). Nie zauważyłam natomiast zwiększania się zawartości kwasów tłuszczowych, chociaż z badań biochemicznych wiadomo (Crombie 1958), że występują one w chloroplastach.

Obserwacje cytochemiczne przedstawione w niniejszej pracy dowiodły, że inkluzje tłuszczowe w chloroplastach mezofilu badanych roślin są mieszaninami, których skład zależny jest od wieku rośliny lub od warunków, w jakich roślina przebywa. W najmłodszych stadiach rozwojowych plastydów pojawiają się tłuszcze obojętne. W plastydach starszych, obok istniejących tłuszczów obojętnych, występują kwasy tłuszczowe i fosfolipidy. W roślinach etiolowanych inkluzje tłuszczowe wykazują prawie wyłącznie tłuszcze obojętne i znikome ilości fosfolipidów. W okresie letnim zmniejsza się też wyraźnie ilość kwasów tłuszczowych.

Kule tłuszczowe obecne w chloroplastach liści *Iris germanica* nie zawierały fosfolipidów, a tylko tłuszcze obojętne lub kwasy tłuszczowe.

W późniejszych stadiach rozwojowych dookoła substancji tłuszczowych pojawiała się otoczka białkowa utrudniająca reakcję z błękitem Nilu; można by więc uważać te substancje za tłuszcze maskowane (Buvat 1936). Podobne otoczki białkowe widział w „sterynoplastach“ Mirande (1923), Reilhaes (1933, 1934, 1936) dookoła kul tłuszczowych występujących w wodniczkach oraz Manuel (1936) w inkluzjach tłuszczowych w chloroplastach niektórych przedstawicieli z rodziny *Cactaceae*.

STRESZCZENIE

Badania przeprowadzone nad chloroplastami mezofilu szeregu roślin jedno- i dwuliściennych wykazały w nich obecność inkluzji tłuszczowych.

Krople tłuszczu znajdujące się w chloroplastach liści *Iris germanica*, *Clivia miniata* i *Amaryllis belladonna*, występują w ciągu całego rozwoju plastydów. W proplastydach towarzyszą one ziarnom skrobi, w późniejszych stadiach rozwoju plastydów występują same.

W okresie kwitnięcia *Clivia miniata* stwierdzono zmniejszanie się kul tłuszczowych lub nawet całkowite ich zanikanie, a pojawianie się skrobi w chloroplastach wszystkich stref liścia. Po przekwitnięciu skrobia zanikała, pojawiał się natomiast tłuszcz lub zwiększała się jego ilość. W innych okresach wegetacji rośliny skrobia jest obecna w proplastydach występujących wyłącznie w niezazielenionej strefie liścia.

W chloroplastach liści *Aloe arborescens*, *Aloe aristata*, *Dracaena fragrans* granulacje tłuszczowe pojawiają się w okresie zimy obok nieznacznej ilości skrobi i zanikają całkowicie w okresie lata ustępując miejsca zwiększonej ilości skrobi.

W chloroplastach mezofilu *Ophiopogon japonicus* i *Vriesea carinata* inkluzje tłuszczowe znajdują się obok skrobi w ciągu całego okresu wegetacji. W miesiącach zimowych ziarnistości te są duże i liczne, ziarna skrobi natomiast bardzo małe i nieliczne. W miesiącach letnich stosunek ten ulega zmianie: tłuszcz występuje w postaci małych i nielicznych kuleczek, skrobia w formie dużych i licznych ziaren.

Chloroplasty liści *Haemanthus* i *Sansevieria* zawierają krople tłuszczu tylko w miesiącach zimowych, nie wykazują zaś obecności skrobi ani latem, ani zimą.

W chloroplastach roślin zimozielonych (*Hedera helix*, *Vinca minor*, *Buxus sempervirens*) w okresie zimy występują tylko kule tłuszczu, wiosną, latem i wczesną jesienią — wyłącznie ziarna skrobi.

Udowodniono na podstawie badań cytochemicznych, że inkluzje tłuszczowe, znajdujące się w bardzo młodych chloroplastach, składają się

z tłuszczów obojętnych. W starszych chloroplastach ciała te stanowią mieszaninę złożoną z tłuszczów obojętnych, kwasów tłuszczowych i fosfolipidów.

W starszych chloroplastach liści *Iris germanica* granulacje tłuszczowe utworzone są bądź z tłuszczów obojętnych, bądź z kwasów tłuszczowych i posiadają dodatkowo otoczkę białkową.

Na podstawie uzyskanych wyników uważa się, że inkluzje tłuszczowe występujące w plastydach nie są produktem ich degeneracji. Za najważniejsze dowody uznano fakty, iż: 1. krople tłuszczowe pojawiają się już w proplastydach i towarzyszą całemu cyklowi rozwojowemu plastydów; 2. chloroplasty roślin zimozielonych zawierające krople tłuszczu nie tracą zdolności do tworzenia skrobi w warunkach eksperymentalnych; 3. w chloroplastach w trakcie rozwoju rośliny zachodzi zjawisko odwracalnej transformacji tłuszczów i węglowodanów. Zjawisko to polega na kolejnym występowaniu skrobi lub tłuszczów w chloroplastach, zależnie od wieku rośliny lub pory roku.

Wobec powyższego wyraża się pogląd, że opisane tłuszcze są substancją zapasową.

Pani prof. dr A. Wałek-Czerneckiej pragnę wyrazić głęboką wdzięczność za cenne wskazówki, krytyczne uwagi oraz za życzliwość okazywaną mi w trakcie wykonywania pracy.

Katedra Anatomii i Cytologii
Roślin Uniwersytetu Łódzkiego

(Wpłynęło dn. 30.3.1960 r.)

RÉSUMÉ

Les recherches présentes ont mis en évidence la présence d'inclusions lipidiques dans les chloroplastes du mésophylle de plusieurs Mono- et Dicotylédones.

Les gouttelettes de lipides dans les chloroplastes des feuilles d'*Iris germanica*, *Clivia miniata* et *Amaryllis belladonna* apparaissent pendant toute la période de développement des plastides. Dans les proplastides, au stade d'amyloplast, les lipides accompagnent les grains d'amidon, mais aux étapes postérieures de développement des plastides, il apparaissent seuls.

Chez *Clivia miniata*, les grains lipidiques diminuent de taille pendant la période de floraison, parfois disparaissent complètement, et il se forme de l'amidon dans les chloroplastes de toutes les zones de la feuille. La floraison terminée, l'amidon disparaît. Par contre les lipides se forment ou leur quantité augmente. Au cours des autres phases de végétation de la plante, l'amidon n'est présent que dans les proplastides de la zone non verte de la feuille.

Dans les chloroplastes des feuilles d'*Aloe arborescens*, *Aloe cristata*, *Dracena fragrans*, les granulations lipidiques apparaissent en hiver et

sont accompagnées d'une quantité très faible d'amidon; en été les lipides disparaissent complètement tandis que la quantité d'amidon est augmentée considérablement.

Dans les chloroplastes du mésophylle d'*Ophiopogon japonicus* et *Vriesea carinata*, les inclusions lipidiques se trouvent à côté de l'amidon pendant toute la période de végétation. En hiver ces granulations sont nombreuses et grosses, par contre les grains d'amidon sont fort petits et peu nombreux. En été ce rapport est modifié: les lipides sont présents sous la forme de petites gouttelettes peu nombreuses, tandis que les grains d'amidon deviennent nombreux et volumineux.

Les chloroplastes des feuilles de *Haemanthus* et *Sansevieria* ne contiennent des gouttelettes de lipides que pendant les mois d'hiver; l'amidon est absent aussi bien en hiver qu'en été.

Les chloroplastes des plantes hivernales (*Hedera helix*, *Vinca minor*, *Buxus sempervirens*) ne renferment en hiver que les gouttelettes de lipides, tandis qu'au printemps, en été et en automne précoce — des grains d'amidon seulement.

Nous avons démontré, par des méthodes cytochimiques, que les inclusions lipidiques contenues dans les chloroplastes très jeunes se composent de lipides neutres. Dans les chloroplastes plus âgés, ces corps gras constituent un mélange de lipides neutres, d'acides gras et phospholipides.

Dans les chloroplastes plus âgés des feuilles d'*Iris germanica* les granulations lipidiques contiennent soit des lipides neutres, soit des acides gras et sont entourées d'une pellicule protéique.

Nos recherches donnent à penser que les inclusions lipidiques ne peuvent pas être considérées comme étant résultat de la dégénérescence des plastes. Cette conclusion est basée sur les arguments suivants: 1. Les grains lipidiques apparaissent déjà dans les proplastides et subsistent pendant tout le cycle de développement des plastes.

2. Les chloroplastes des plantes hivernales, comprenant des grains lipidiques, gardent la capacité à former de l'amidon dans les conditions expérimentales.

3. Au cours du développement de la plante il se produit dans les chloroplastes un phénomène de transformation réversible des lipides et des glucides; ce phénomène consiste en la présence alternée dans les chloroplastes d'amidon et de lipides suivant l'âge de la plante ainsi que la saison.

Nos résultats indiquent que les substances lipidiques en question constituent une substance de réserve.

LITERATURA

- Barolier J., Suchowsky G., 1958, Eine neue Methode zur Darstellung von Doppelbindungen in den Fettsäurebausteinen von Lipoiden, *Acta Histoch.*, 5: 297—299.
- Beauverie J., 1928, Sur la valeur des inclusions huileuses ou lipidiques des plastes (leuco- ou chloroplastes) et des mitochondries, *C. R. Soc. Biol.* 58: 311—312.

- Bose S. R., 1943, Role of Pyrenoids in *Algae* and of vacuoles in plastids of Higher plants and in *Fungi*, Bot. Gaz., 104: 633—638.
- Buvat M. R., 1936, Lipides intravacuolaires dans les méristèmes des certaines racines, Rev. Cyt. Cytophys. 2: 299—336.
- Caruso C., 1938, Quelques remarques sur les chlorochromoplastes, Protoplasma, 30: 341—391.
- Caruso C., 1939, Leucolipidiplasti a cellula sebose in *Cephalocereus euphorbioides*, Protoplasma 32: 169—183.
- Collyer D., Fogg G. E., 1955, Studies on Fat Accumulation by *Algae*, J. Exp. Bot. 6: 256—275.
- Crombie W. M., 1958, Fatty acids in Chloroplasts and Leaves, J. Exp. Bot., 9: 254—261.
- Faull A. F., 1935, Elaioplasts in Iris: A morphological study. Journ. Arn. Arb., 222—267.
- Gautheret R., 1934, Sur la présence de lipides dans les vacuoles des plantules d'orge, C. R. Soc. Biol. 116: 809—810.
- Godlewski E., 1877, Ist das Assimilationsprodukt der Musaceen Oel oder Stärke, Flora 14: 215—220.
- Guilliermond A., 1921, Sur les microsomes et les formations lipoides de la cellule végétale C. R. Ac. 172: 1676—1678.
- Guilliermond A., Mangenot G., 1923, Sur „Autoplastensekret“ et le „Mese-kret“ d'Artur Meyer, C. R. Soc. Biol. II, 89: 240—242.
- Guilliermond A., Mangenot G., Plantefol L., 1933, Traité de cytologie végétale, Paris.
- Holle H. G., 1877, Über die Assmilationsthätigkeit von *Strelitzia Reginae*, Flora, 8: 113—120.
- Houget M. J., 1943, Sur le mécanisme de la transformation des lipides en glucides au cours de la germination du Ricin, C. R. Ac. Sc. 216: 821—822.
- Houget M. J., 1924, Sur la formation des glucides au cours de la germination du Ricin, C. R. Ac. Sc. 215: 387—388.
- Kischi Miyaké, 1902, On the starch of evergreen leaves and its relation to photosynthesis during the winter, Bot. Gaz. 5: 321—340.
- Li Koué Tcheng, 1924, L'origine des inclusions graisseuses chez quelques Algues. C. R. Soc. Biol., II: 263—265.
- Luksemburgowa A., 1928, Badania cytologiczne nad pyłkiem u malwowatych, Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. Polsk. Akad. U.; 84—151.
- Lilie R. D. 1954, Histopathologic Technic and Practical Histochemistry, New York.
- Lison L., 1934, Sur le nouveaux colorants histologiques spécifiques des lipides, C. R. Soc. Biol., 115: 202—205.
- Mangenot G., 1922, Recherches sur les constituants morphologiques du cytoplasme des Algues, Arch. Morph. gén. et exp., 9: 325.
- Manuel J., 1936, Recherches sur la formation de stérides dans les chloroplastes de certaines Cactées, Rev. Gen. Bot., 45: 49—79.
- Mazia B., Brewer P. A., Alfert M., 1953, The cytochemical staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue, Biol. Bull., 104: 57—67.
- Mer M. E., 1876, De la constitution et de fonction des feuilles hivernales, Bull. Soc. Bot. de France, 23: 231—238.
- Mikulska E., 1957, Chloroplasty w liściach roślin zimozielonych, Acta Soc. Bot. Pol., 26: 551—564.

- Mikulska E., 1959, Chloroplasty w skórcie liści roślin dwuliściennych, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 28: 143—173.
- Mirande M., 1923, Sur la nature protéolique des stérinoplastes de *Lis blanc*, *C. R. Ac. Sc.*, 176: 596—598.
- Molisch H., 1921, *Mikrochemie der Pflanze*, Jena.
- Olszewska M. J., 1959, Badania cytologiczne nad *Spirogyra*, (nie opubl.).
- Pearse A. G. E., 1957, *Histochemia teoretyczna i stosowana*, Warszawa.
- Reilhaes R., 1933, Sur la présence dans les fleurs de *Lilium candidum* et de *Lilium longiflorum* *Harrissi* de concrétions vacuolaires lipoprotéiques semblables aux „sterinoplastes”, *C. R. Soc. Biol.*, 113: 993—996.
- Reilhaes R., 1933, Sur la nature chimique et signification des sterinoplastes, *C. R. Soc. Biol.*, 113: 267—270.
- Reilhaes R., 1934, Modifications des concrétions lipidiques (sterinoplastes) de Mirande dans le bulbe de *Lilium candidum* suivant la température, *C. R. Ac. Sc.*, 198: 1629—1631.
- Reilhaes R., 1934, Sur la constitution chimique des concrections lipidiques (sterinoplastes de Mirande) des cellules épidermiques des écailles du bulbe de *Lilium candidum*, *R. R. Soc. Biol.* (1), 115: 622—625.
- Reilhaes R., 1936, Stérides et phospholipides dans le système vacuolaire de la cellule végétale, *Rev. Cyt.* II, 98—210.
- Schimper A. F. W., 1885, Untersuchungen über die Chlorophyllkörner und die ihnen homologen Gebilde, *Jb. wiss. Bot.*, 16: 1—247.
- Swiesznikowa I. H., 1954, O wozniknowienii żira w krochmalnych zernach, *Dokł. Akad. Nauk SSSR*, 95: 889—892.
- Swiesznikowa I. H., 1955 O wozniknowienii żira w plastidach, *Dokł. Akad. Nauk SSSR*, 102.
- Swiesznikowa I. H., 1956, Rol rozlicznych organoidów komórki w obrazowaniu i nakoplenii żira, *Fizjol. Rasten.*, 3: 3—9.
- Swiesznikowa I. H., 1958, O powiedienii krochmała w płodach maslicznych rastenij, *Dokł. Akad. Nauk SSSR*, 118: 604—606.
- Wereszczagin A. G., 1958, Obmen zapasnych żirow w rastenijach, *Usp. Sowr. Biol.*, 45: 114—128.
- Zweibaum J., Mangenot G., 1923, Application à l'étude histochemique des végétaux d'une méthode permettant la coloration vitale et postvitale des graisses de la cellule animale, *C. R. Soc. Biol.*, 89: 540—542.

Badania grzybów wywołujących zgniliznę kolb kukurydzy

Observations des champignons nuisibles sur épis de maïs

W. TRUSZKOWSKA i H. MORONIOWA

Zagadnienie uprawy kukurydzy w Polsce jest obecnie bardzo popularne. Z klimatycznego punktu widzenia mamy do tego wystarczające warunki, co podkreślają kilkunastoletnie prace nad aklimatyzacją, hodowlą i uprawą oraz dotychczasowe wyniki praktyczne (Nadwyzka 1957). Doświadczeni rolnicy, coraz częściej w ostatnich latach, wypowiadają się bardzo pozytywnie na temat uprawy kukurydzy na podstawie własnych doświadczeń przeprowadzonych w zakładach naukowych. Wzrastające w ostatnich latach zapotrzebowanie na paszę łączy się z koniecznością poszerzenia areалу obsiewu kukurydzy, a w związku z tym staje się aktualne zagadnienie jej zdrowotności, ze szczególnym uwzględnieniem ziarna siewnego.

Dla podwyższenia plonów kukurydzy bardzo ważne znaczenie posiada jakość ziarna siewnego, wobec czego zachodzi potrzeba zwrócenia baczniejszej uwagi na często niedoceniane niebezpieczeństwo zakażenia nasion przez mikroorganizmy pasożytnicze w polu oraz w przechowalniach. Zagadnienie to od dawna interesowało badaczy oraz rolników-praktyków. Poznanie składu gatunkowego mikroflory gniących kolb kukurydzy, a co za tym idzie dróg, jakimi grzyby dostają się do wnętrza tkanki ziarna, jest konieczne do opracowania skutecznych metod, przede wszystkim zapobiegania zakażeniu.

Polska literatura na ten temat jest dość uboga w stosunku do amerykańskiej, radzieckiej lub francuskiej. Najnowsza literatura amerykańska dużo publikacji poświęca patogenom kolb kukurydzy. W obrębie tych prac stale powtarzają się nazwy grzybów z rodzaju *Fusarium* jak: *Fusarium graminearum* (*Gibberella Saubineti*, syn. *Gibberella zeae*), *Fusarium moniliforme* (*Gibberella Fujikuroi*), *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* (*Gibberella Fujikuroi* var. *subglutinans*) oraz związane z nimi do-

świadczenia i obserwacje (Younts i Musgrave 1958, Whitney 1955). O gatunku *Fusarium moniliforme*, jako najbardziej uporczywym pasożycie kukurydzy, sygnalizowano również z Afryki północnej (Rieuf 1954).

Z bardzo bogatej literatury radzieckiej wynika, że do najczęściej spotykanych schorzeń kolb (poza główniami) należy również zgnilizna powodowana przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (Czeremisimow 1956, Iwanskij i Dikman 1958). Z innych rodzajów grzybów znajdowano: *Nigrospora oryzae*, *Cephalosporium acremonium*, *Trichothecium roseum*, *Alternaria tenuis*, *Mucor* sp., *Aspergillus* sp., *Sclerotinia* sp., *Cladosporium* sp. i *Torula* sp. (Chochriakow, Potatosowa 1958, Niemliencko 1957, Czeremisimow 1959). W okresie przechowywania ziarna już po upływie 1—1,5 miesiąca pojawiały się grzyby z rodzajów: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichothecium*, *Fusarium* i *Verticillium*. Pobudzająco na rozwój tej mikoflory wpływa wilgotność kolb, co w efekcie prowadzi do znacznej utraty siły i energii kiełkowania ziarna (Gołubincewa, Kołdomowa, Sirazitdinowa 1958, Kałasznikow 1958). Ważną wzmiankę spotkano na temat trujących właściwości dla zwierząt ziarna zakażonego przez pasożyty grzybowe z rodzaju *Fusarium* i *Stachybotrys* (Czeremisimow 1956).

W literaturze francuskiej (Messiaen i Lafon 1957) podana jest lista grzybów pasożytniczych, atakujących kolby kukurydzy, opracowanych na materiałach własnych (Godineau i Messiaen 1954). Są nimi oprócz trzech wymienionych przez autorów amerykańskich gatunków z rodzaju *Fusarium*: *Nigrospora oryzae*, *Physalospora zeae*, *Physalospora zeicola*, *Cladosporium herbarum*, *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. Zaznajomienie się z tymi gatunkami grzybów wynikało z poszukiwania przyczyny złych wschodów kukurydzy, wobec czego wzięto pod uwagę, jaką w tym rolę odgrywają grzyby. Okazało się, że przyczyną tego zjawiska są z jednej strony zakażone nasiona, z drugiej grzyby zagrażające wschodom z gleby. Różne rodzaje gleb, które przebadano przy tej okazji, wskazują, że najczęściej spotykanym w glebie gatunkiem jest *Fusarium graminearum*.

W piśmiennictwie bliskich naszych sąsiadów spotykamy prace Węgrów (Podhradsky 1956) na temat *Nigrospora oryzae* i *Fusarium moniliforme* jako specjalnie uporczywych pasożytów kukurydzy.

W polskiej literaturze po drugiej wojnie światowej pierwsza praca pt. „Fuzariozy kukurydzy“ (Mieczńska 1957) ma charakter „dzwonu na trwogę“. Wprawdzie z krótkiego rozdziału, dotyczącego badań własnych, nie wynika jednak, aby najpoważniejsze pasożyty ziarna kukurydzy były reprezentowane u nas w kraju — co mogłoby napawać optymizmem. Dru-

ga jednak praca na ten temat, pt. „Wstępne badania nad składem gatunkowym fuzarioz kukurydzy“ (Miczyska i Wnękowski 1957), zawiera w zestawieniu wyników, między innymi, po raz pierwszy w Polsce opisany gatunek *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, oznaczony w 1956 r. w Zakładzie Fitopatologii we Wrocławiu, w pierwszym roku badań. W momencie ukończenia tego opracowania została wydana publikacja Iłłakowicza (1959), z której wynika, że w okolicach Warszawy wyizolowano z ziarna kukurydzy dwa dotychczas nie opisane w Polsce gatunki: *Fusarium moniliforme* i *Fusarium nivale* var. *majus*.

Przedstawiona praca poszerzyła wiadomości na temat zgnilizny kolb kukurydzy, na podstawie materiałów zebranych w latach 1956—59, pochodzących z okolicy Wrocławia. Celem pracy jest poznanie składu gatunkowego grzybów zasiedlających kolby — w warunkach obserwowanych upraw — lub wyłuskane ziarno kukurydzy w polu i przechowalniach i wywołujących objawy suchej zgnilizny.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał

Przedmiotem badań były kolby kukurydzy lub wyłuskane ziarno z objawami suchej zgnilizny zebrane w polu i przechowalniach oraz całe rośliny zebrane z pola w okresie zbiorów.

W roku 1956 obserwacje prowadzono w trzech miejscowościach: Klecinie, Bielanych i Kobierzycach. W PGR w Klecinie wysiano odmianę Wigor. W najbliższym sąsiedztwie tej plantacji rosła pszenica, koniczyna i buraki cukrowe. Z powodu późnego terminu siewu kukurydza nie dojrzała i została przeznaczona na paszę dla bydła. Po sprzęcie została zmagazynowana w kolbach w szopie. W PGR Bielany wysiano odmiany „Złota Górecka” i „Mikulicka”. W sąsiedztwie rosły: koniczyna, buraki cukrowe i ziemniaki. W danym roku kukurydza nie dojrzała. Po sprzęcie kolby złożono w stodole. W Stacji Selekcji Nasion w Kobierzycach plantacja była podzielona na pasy, a te z kolei na półka o powierzchni 25 m². Plantacja znajdowała się w zacisznym miejscu, w parku, ze wszystkich stron była osłonięta drzewami. Po sprzęcie kukurydza, przeznaczona na ziarno, została złożona w przechowalni, gdzie kolby układano odmianami na podłodze, w nieduże stopy. Część kolb rozwieszono na sznurach. Materiał do badań laboratoryjnych zebrano z pola 15.X i 30.X — to znaczy na początku i przy końcu zbiorów, z przechowalni 17.XII.

W roku 1957 materiał zebrano w Bielanych, Kobierzycach i Pustkowie. Najbliższe sąsiedztwo pierwszej plantacji stanowiły ziemniaki, pszenica i buraki pastewne, drugiej — ziemniaki, rzepak oraz pastwisko, trzeciej — żyto z wsiewką koniczyny, buraki cukrowe i ziemniaki.

Na dwu ostatnich plantacjach uprawiano głównie odmiany kukurydzy pastewnej: „Złoty Żar”, „Złotą Górecką”, „Stanowicką”, „Małopolanę” i „Wielkopolanę” oraz dwie odmiany jadalne: cukrową — *Zea mays* var. *saccharata* i pękającą — *Zea mays* var. *everta*. W danym roku kukurydza dojrzała.

We wszystkich trzech gospodarstwach przechowywano ziarno w małych ilościach, głównie w kolbach zawieszonych na drutach, a tylko niewielkie ilości wy-

łuskanego ziarna w woreczkach, również zawieszonych na drutach. Przed zmagazynowaniem nie przebiegano kolb. Materiał do badań zebrano z pola w dniach 19—21.IX., pod koniec zbiorów, z przechowalni w dniach 21—23.X. i 7.II.58 r.

W roku 1958 zebrano tylko materiał z kolekcji odmianowej w Kobierzycach. Najbliższe sąsiedztwo plantacji stanowiły pola doświadczalne kukurydzy oraz buraki cukrowe i cebula. Materiał do badań zebrano w okresie sprzętu, 28.X. W danym roku kukurydza dojrzała.

W roku 1959 zebrano materiał w Pustkowie i Wierzbicach. Na pierwszym stanowisku najbliższe otoczenie stanowiły pola pszeniczne i ziemniaczane. Plantację obsiano odmianą „Stanowicką” (mateczną). Na drugim stanowisku obsianym odmianą „Stanowicką” (elita) na najbliższe sąsiedztwo składały się pola ziemniaczane, pszeniczne i buraczane. W danym roku kukurydza dobrze dojrzała, materiał do badań zebrano pod koniec okresu sprzętu, 9.X.

Wszystkie wymienione miejscowości są położone na południowy zachód od Wrocławia, gdzie zalegają czarne ziemie śląskie utworzone z piasków, pyłów i utworów eolicznych.

Zestawienie zabiegów agrotechnicznych przedstawia tabela 1. Przebieg pogody, w okresie badawczym, opracowano na podstawie zapisów terenowej stacji meteorologicznej w Pustkowie. Rycina 1a przedstawia wykres średnich miesięcznych temperatury w poszczególnych latach w porównaniu ze średnią wieloletnią. Rycina 1b przedstawia sumy miesięczne opadów w poszczególnych latach w porównaniu z sumą wieloletnią.

Z zestawień tych wynika, że 1956 r. był najzimniejszy w okresie badawczym oraz, że odznaczał się dość dużą ilością opadów rozłożonych raczej niekorzystnie dla rozwoju kukurydzy. Maksimum opadów wypadło na czerwiec, podczas gdy lipiec, okres największego zapotrzebowania na wodę, był suchy. Wiosna była późna i chłodna, w efekcie kukurydza nie dojrzała.

W roku 1957 warunki były lepsze niż poprzednio. Cały rok był cieplejszy i bardziej suchy od poprzedniego. Lipiec był miesiącem ciepłym i deszczowym. Gdyby nie deszczowy wrzesień przebieg pogody byłby korzystny dla rozwoju i plonowania kukurydzy, która jednak mimo to w tym roku dojrzała.

W roku 1958 zanotowano największą sumę opadów (671,8 mm) w okresie badawczym, a także rok ten był najcieplejszy podczas okresu wegetacyjnego (V—X). Przebieg pogody był raczej korzystny dla rozwoju kukurydzy.

Rok 1959 był najsuchszy w okresie badawczym, ale o korzystnym dla kukurydzy rozkładzie opadów, dlatego rozwój i plony były dobre.

Z czynników klimatycznych przeanalizowano tylko temperaturę i opady, gdyż są one najważniejsze dla rozwoju patogenów roślinnych i przebiegu wywoływanych przez nie chorób.



Ryc. 1. Przebieg pogody w okresie badawczym, opracowany na podstawie zapisów terenowej stacji meteorologicznej w Pustkowie. **A** — Rozkład temperatury, wykonany na podstawie średnich miesięcznych, w porównaniu ze średnimi wieloletnimi; **B** — Rozkład opadów, wykonany na podstawie sum miesięcznych wyrażonych w ‰, w porównaniu ze średnią sumą wieloletnią. Miesięczne sumy opadów przedstawiają słupki oznaczone cyframi rzymskimi. Słupek R przedstawia roczną sumę opadów

T a b e l a 1

Zestawienie objętych badaniami plantacji kukurydzy z uwzględnieniem agrotechniki

Rok badań	Miejscowość	Powierzchnia obsiewu	Data siewu	Nawożenie	Przedplon	Zabiegi uprawowe	Termin za- kończenia sprzętu
1956	Klecina	10 ha	24-26 V	nawozy potaso- we, fos- forowe, azotowe	buraki na obor- niku	orka zimowa, pielienie, przerywanie, motyczenie	30.X
„	Bielany	14 „	27-28 V	„	ziemniaki na obor- niku	„	„
„	Kobie- rzyce	1 „	25.V	nawozy potaso- we i fos- forowe	pszenica	orka wiosenna, wał kru- szący, brona lekka i cięż- ka, pielienie, przerywanie, motyczenie	„
1957	Bielany	2 „	10.V	superfos- fat, sól potaso- wa, azot- niak 3:3:1	ziemniaki	orka zimowa, na wiosnę włoka i kultywator, prze- rywki, spulchniania mię- dzyrzędzi, obsypywanie radełkiem	23.X
„	Kobie- rzyce	3,5 „	7-12 V	„ „	mieszanka pastewna	„	„
„	Pustków	2,7 „	5-7 V	„ „	„	w jesieni orka płytka i głęboka, na wiosnę włoka i kultywator, przerywki, spulchnienia międzyrzędzi, obsypywanie radełkiem	11.X
1958	Kobie- rzyce	3,5 „	12-19 V	1,5q/ha azotnia- ku i po 200 kg/ha soli po- tasowej i super- fosfatu	pszenica	orka zimowa, na wiosnę włoka, bronowanie posiew- ne, bronowanie wschodów, przerywka z opelaczem, opelacz konny, odchwasz- czanie powtórne ręczne	28.X
1959	Pustków	1,5 „	29-30 IV	„ „	ziemniaki	orka zimowa, na wiosnę włoka, kultywator, 2 × bro- na, kultywator i brona, wał brona pielęgnacyjna, mo- tyczenie, 2 × opelacz konny	9.X
„	Wierz- bice	10 „	5-8 V	„ „	buraki	orka zimowa, na wiosnę włoka, kultywator, 2 × bro- na, motyczenie ręczne z po- jedynkowaniem, opelacz konny	

Metody badań

Badania laboratoryjne przeprowadzono metodą sztucznych kultur, która w danym przypadku miała na celu ustalenie składu gatunkowego grzybów wywołujących objawy zgnilizny ziarna kukurydzy.

Zastosowanie metody sztucznych kultur polegało na izolowaniu z badanego materiału, następnego dnia po zbiorze, możliwie wszystkich związanych z nim grzybów i następnym ich oznaczeniu. Do tego celu posługiwano się następującymi pożywkami: glukozowo-ziemniaczaną (Mańka i Truszkowska 1958), którą stosowano do izolacji i przechowywania kultur, pożywką ziemniaczaną zwykłą i zakwaszoną oraz ryżową i żelatynową wg przepisów Raiłło (1950) do hodowli grzybów z rodzaju *Fusarium* oraz pożywką Czapek-Doxa.

Technika izolacji grzybów

Zebrane kolby z objawami gnicia na wstępie segregowano wg charakterystycznych objawów chorobowych. Przy tej okazji wyróżniono kilka następujących grup objawowych.

1. Powierzchnia nasion jest pokryta różowym, niekiedy z odcieniem lila, nalotem grzybni, który rozprzestrzenia się również pomiędzy ziarnami. Często obserwuje się spękania nasion, które są również powleczone jasnoróżowym nalotem. Zakażone ziarna występują wysepkami. Niekiedy tych wysepek jest tak wiele, że cała kolba sprawia wrażenie jednolicie opanowanej przez pasożyta. W niektórych przypadkach widoczne są również oprócz różowych nalotów, jaskrawo zabarwione na kolor pomarańczowy, poduszeczkowate skupienia, przypuszczalnie owocowania grzyba. Ponadto w sąsiedztwie wyżej opisanych znajdowano ziarna silnie pomarszczone, które sprawiały wrażenie półprzezroczystych. Tego rodzaju objawy są przypisywane gatunkom *Fusarium moniliforme* i *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*.

2. Na powierzchni kolby widoczne są różowe naloty utworzone przez grzybnię rozprzestrzeniającą się równomiernie na całej powierzchni kolby. Tego rodzaju objawy są przypisywane *Fusarium graminearum*.

3. Na powierzchni kolb występują białe, wapnowate naloty oraz spękane ziarna powleczone takim samym nalotem. Objawy te występują wysepkami i są przypisywane *Fusarium poae*.

4. Szczyty kolb są zaschnięte i pokryte ciemnym, aksamitnym nalotem grzybni. Szczerniałe ziarna występują pojedynczo lub grupami, rozmieszczone są nieregularnie. Tego rodzaju objawy są przypisywane szeregowi grzybów, nie można ich łączyć z jednym gatunkiem.

Ponieważ na podstawie objawów chorobowych udało się materiał podzielić na 4 różne grupy, przyjęto za zasadę, że do izolacji z każdego obserwowanego pola wybierano 4 kategorie materiału i wykonywano po trzy szalki z każdej kategorii, to znaczy po 3 powtórzenia. Przechowalnie traktowano w każdej miejscowości jako jeden punkt obserwacyjny. W roku 1958, w związku z dużą ilością materiału badawczego w polu, zwiększono ilość powtórzeń z 3 do 6. W roku 1959, znowu ze względu na bogactwo materiału, zwiększono ilość powtórzeń do 9 z jednego punktu.

Dla przeprowadzenia analizy mikologicznej całych roślin kukurydzy wybrano 6 obiektów roślin, jeszcze zielonych, o dojrzałych kolbach i podzielono je na 5 następujących części: szyja korzeniowa, środkowe międzywęźle, szczyt łodygi, rdzeń kolby i ziarno. Z każdego fragmentu poszczególnych roślin przygotowano 1 szalkę, co w sumie dało 6 powtórzeń.

Wybrane do izolacji ziarno lub inne części roślinne przepłukiwano na wstępie pod strumieniem wody wodociągowej. Następnie, już w warunkach aseptycznych, poddano materiał dezynfekcji powierzchniowej przez zanurzanie w 50% alkoholu na 20 sek, następnie w 1 : 1000 roztworze sublimatu na 30 sek., po czym przepłukiwano materiał w trzech zmianach wody destylowanej, sterylizowanej. Czasokres płukania w wodzie sterylizowanej wynosił w sumie co najmniej 3 razy tyle co traktowanie roztworem sublimatu. Następnie materiał wyjęty z ostatniej wody wyjałowionej dzielono sterylnym skalpelem, na wyjałowionym szkiełku podstawowym, w najbliższym sąsiedztwie palnika gazowego na drobne części. Jeśli to było ziarno, dzielono przeważnie na sześć części, jeśli materiałem były inne części roślinne wykrawano małe, około 3 mm długości kawałki. Każda taka cząstka stanowiła jedno inokulum. Na każdej szalce Petriego z zestawoną pożywką glukozowo-ziemniaczaną układano sześć inokulów.

Zaszczepione płytki przechowywano w warunkach rozproszonego światła, w termostacie z szybą, w temperaturze 20—23°C.

OZNACZANIE WYIZOLOWANYCH GRZYBÓW

W miarę ukazywania się na płytkach Petriego kolonii grzybów wyrastających z inokulów odszczepiano je i przenoszono w warunkach sterylnych na skosy agarowe. Po wykonaniu analizy mikroskopowej wyeliminowano kultury powtarzające się, a pozostałą kolekcję kultur różnych przeprowadzono w kultury czyste, jednozarodnikowe metodą wielokrotnego rozcieńczenia lub kropłową wg R a i l l o (1950) stosowaną do grzybów o dużych zarodnikach. Po otrzymaniu kultur czystych przystąpiono do oznaczania, stosując zależnie od rodzaju grzybów odpowiednie pożywki

standardowe, co zaznaczono przy wykazie zastosowanych podłoży. W przypadkach grzybów, dla których nie znano podłoża standardowego, oznaczanie przeprowadzano na kulturach wyhodowanych na pożywce glukozowo-ziemniaczanej. Przy oznaczaniu korzystano z całego szeregu opracowań grzybów różnych autorów, czego wykaz zamieszczono na końcu pracy w spisie zacytowanej literatury.

T a b e l a 2

Zestawienie oznaczonych grzybów wyizolowanych z kolb kukurydzy

Lp.	Nazwa oznaczonego grzyba	Liczba wyhodowanych kultur grzybów pochodzących		
		z pola z lat 1956—59	z przechowywalni	z lat 1956—58
		a	b	c*
1	<i>Mucor adventitus</i>	118	22	—
2	<i>Mucor racemosus</i>	6	5	—
3	<i>Aspergillus amstelodami</i>	—	—	6
4	<i>Aspergillus chevalieri</i> var. <i>intermedius</i>	—	—	1
5	<i>Penicillium frequentans</i>	—	3	—
6	<i>Penicillium waksmani</i>	16	—	3
7	<i>Penicillium chrysogenum</i>	12	5	1
8	<i>Penicillium cyclopium</i>	14	3	—
9	<i>Penicillium commune</i>	5	—	1
10	<i>Chaetomium indicum</i>	—	—	5
11	<i>Cephalosporium acremonium</i>	81	2	—
12	<i>Botrytis cinerea</i>	15	3	—
13	<i>Gliocadium penicilloides</i>	—	2	—
14	<i>Fusarium moniliforme</i>	72	10	—
15	<i>Fusarium moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i>	279	6	—
16	<i>Fusarium poae</i>	134	9	—
17	<i>Fusarium graminearum</i>	27	2	—
18	<i>Fusarium anguioides</i>	8	17	—
19	<i>Fusarium culmorum</i>	9	13	—
20	<i>Fusarium sarcochroum</i>	—	4	—
21	<i>Fusarium equiseti</i>	18	—	—
22	<i>Fusarium redolens</i>	51	—	—
23	<i>Fusarium merismoides</i>	8	—	—
24	<i>Hormodendrum resinae</i>	1	9	—
25	<i>Hormodendrum olivaceum</i>	1	2	—
26	<i>Hormodendrum viride</i>	6	—	—
27	<i>Alternaria tenuis</i>	55	8	—
28	Grzybnie nieowocujące	18	3	—
		948	128	17

* Gatunki grzybów zamieszczone w kolumnie c pochodzą z ziarna przechowywanego przez 4 lata.

WYNIKI BADAŃ

Opracowane gatunki grzybów wyizolowanych z kolb kukurydzy opisano i przedstawiono w układzie systematycznym. Zestawienie oznaczonych gatunków obejmuje tabela 2.

T a b e l a 3

Zestawienie wyhodowanych gatunków grzybów z sześciu całych roślin kukurydzy

Lp.	Nazwa gatunku grzyba	Poszczególne części roślin kukurydzy, z których izolowano grzyby					Suma kultur
		szyja korze- niowa	środkowe między- węzłe	górne między- węzłe	rdzeń kolby	ziarno	
1	<i>Mucor adventintus</i>	15	10	6	—	—	31
2	<i>Penicillium waksmani</i>	3	—	—	10	8	21
3	<i>Botrytis cinerea</i>	—	—	—	—	6	6
4	<i>Fusarium moniliforme</i>	—	—	6	2	4	12
5	<i>Fusarium moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i>	8	10	8	10	6	42
6	<i>Fusarium poae</i>	4	4	6	5	9	28
7	<i>Fusarium graminearum</i>	6	6	6	—	—	18
8	<i>Fusarium culmorum</i>	—	3	—	—	—	3
9	<i>Fusarium sarcochroum</i>	6	—	—	—	—	6
10	<i>Fusarium equiseti</i>	2	—	—	—	—	2
11	<i>Hormodendrum viride</i>	—	—	6	—	—	6
12	<i>Alternaria tenuis</i>	—	—	3	6	—	9
13	Grzybnie nieowocujące	—	20	6	—	6	32
		44	53	47	33	39	216

Wyniki analizy mikologicznej całych roślin kukurydzy przedstawia tabela 3.

PHYCOMYCETES

Mucor adventitius Oudemans, syn. *Mucor humicolus* Raïllo. Zarodnie miały kształt kulisty, dojrzałe barwę ciemnobrązową i średnicę 50—86 μ . Ściana zarodni bardzo łatwo rozpuszczała się przy zetknięciu z wodą. Kolumella wykazywała kształt gruszkowaty lub owalny, u jej podstawy znajdował się kołnierzyk. Wymiary kolumelli 32,2—50,6 $\times$ $\times$ 29,2—48,3 μ . Zarodniki zarodniowe były bardzo nierównej wielkości, nieregularnych kształtów, bezbarwne, przeważnie owalne czasem prawie okrągłe, 4,6—10,2 $\times$ 2,8—5,6 μ .

Mucor adventitius Oudemans var. *aurantiacus* Lendner. Wygląd kolonii, jak opisano wyżej, z tą tylko różnicą, że grzybnia powietrzna oraz konidiofory były barwy żłocistożółtej.

Mucor racemosus Bull. Dojrzałe zarodnie były żółtobrunatne, kuliste o błonie stosunkowo trwałej, gdyż czasem obserwowano się całe zarodnie w wodnych preparatach. Średnica zarodni wahała się w granicach 54—75,6 μ . Kolumella była okrągła, 26,3—27,6 μ średnicy lub owalna, gładka bezbarwna, 20,7—29,9 $\times$ 18,4—26,8 μ . Zarodniki były bezbarwne, przeważnie owalne o wymiarach 5,1—7 $\times$ 2,8—3,3 μ , cienkościenne, owalne chlamydospory tworzyły się w strzępkach grzybni lub w trzonkach zarodniowych, 23—26,3 $\times$ 18,4—20,7 μ .

ASCOMYCETES

Aspergillus amstelodami (Mangin) Thom i Church. Kolonia po 14 dniach osiągnęła średnicę 3 cm, płaska, o brzegu żółtozielonawym (Y 30, R 40, G 40) *, a środku brudno żółtobrunatnym (G 10, R 20, Y 40).



Ryc. 2. *Aspergillus amstelodami* (Mangin) Thom i Church. Trzonki konidialne ze sterygmami

Spód kolonii początkowo bezbarwny, później nabierał barwy brunatnej (B 50, R 30, Y 50), ku brzegowi stawał się coraz jaśniejszy. Główki konidialne i otocznie występowały na całej powierzchni. Otocznie były zie-

* Barwy podawane są wg wydawnictwa: Locquin M. 1957. Chromotaxia, Paris.

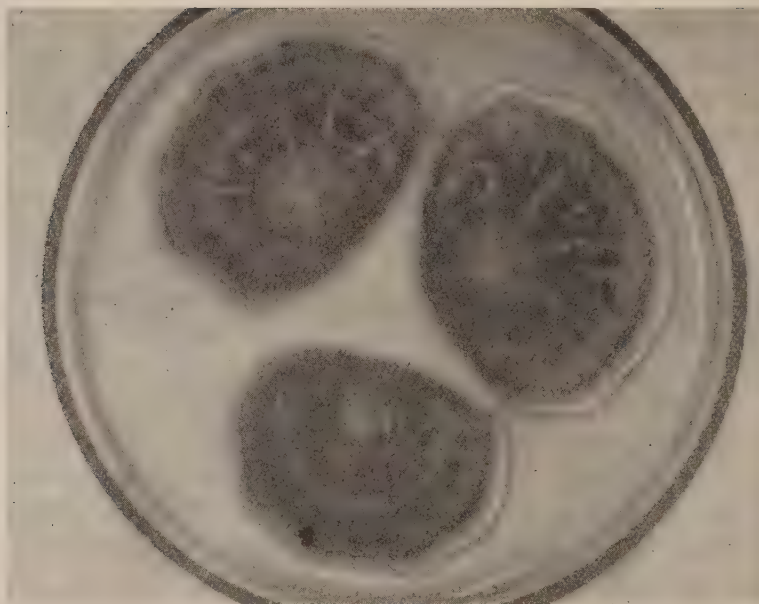
lonkawożółte, kuliste, o średnicy $97,2\text{--}138\ \mu$, worki o średnicy $11,5\text{--}12,5\ \mu$, zarodniki workowe z charakterystyczną rzeźbą na powierzchni, $4,6\text{--}5,1 \times 3,3\text{--}3,8\ \mu$. Trzonki konidialne $253\text{--}345 \times 9,2\text{--}12\ \mu$, pęcherzyki o średnicy $18,4\text{--}23\ \mu$, sterigmy $5,6\text{--}6,9 \times 2,8\text{--}3,3\ \mu$, konidia okrągłe o średnicy $3,3\text{--}4,6\ \mu$ (ryc. 2).

Aspergillus chevalieri (Mangin) var. *intermedius* Thom i Raper. Po 14 dniach kolonie osiągnęły 2,5 cm średnicy, w strefie brzeżnej płaskie, żółto-niebieskawe (Y 40, R 10, C 10). Środek był barwy żółtej, przetykanej niebiesko (Y 30, R 05), promieniowo pofałdowany. Spód kolonii był w środku pomarańczowobrunatny (Y 50, R 30, B 10), a im bliżej brzegu tym stawał się jaśniejszy. Sam brzeg był od spodu żółtawozielonawy. Otocznie były kuliste o średnicy $115\text{--}122\ \mu$, worki $9,2\text{--}10,2\ \mu$ średnicy, zarodniki workowe $4,6\text{--}5,1 \times 3,3\text{--}3,8\ \mu$, o powierzchni wypukłej brodawkowatej i dwu ostrych, wystających listewkach w położeniu równikowym. Trzonki konidialne $241\text{--}460\ \mu$ długości, pęcherzyki na szczycie miały średnicę $23\text{--}30\ \mu$, sterigmy $5,6\text{--}6,9 \times 2,8\text{--}3,3\ \mu$, konidia gładkie, eliptyczne, $3,3\text{--}3,8 \times 2,8\text{--}3,3\ \mu$.

Penicillium frequentans Westling. Po 10 dniach kolonie osiągnęły średnicę 4 cm, wykazywały szerokie strefowanie i obfite pofałdowanie. Brzeżne strefy były barwy oliwkowozielonkawe (B 05, G 30, R 10), środek barwy brudnopiaskowej (B 05, G 20, R 20) o powierzchni aksamitnej. Spód kolonii był barwy jasno-rdzawo-brunatnej (M O 25, Y 10, C O 5) z białym brzegiem. Trzonki konidialne były nierozgałęzione $184\text{--}230 \times 2,3\text{--}3,5\ \mu$. Pędzelki były typowo jednoszczęblowe, sterigmy $9,2\text{--}11,5 \times 2,3\text{--}3,3\ \mu$, konidia kuliste o średnicy $3\text{--}3,5\ \mu$.

Penicillium waksmani Zaleski. Płaskie szarozielonkawe kolonie (GO 25, GO 5, BO 5) po 10 dniach osiągnęły 2—2,5 cm średnicy. Rosły powoli. Spód kolonii był szarozielonawy (Y O 25, G 10, B O 5). Trzonki konidialne były rozgałęzione, a pędzelki jednoszczęblowe. Gałęzie $27,6 \times 2,3\text{--}2,8\ \mu$, sterigmy $6,9\text{--}8 \times 2\text{--}2,8\ \mu$, konidia kuliste, z drobnymi brodawkami na powierzchni o średnicy $2,3\text{--}2,8\ \mu$. Był to znowu przykład kolonii nieco inaczej ukształtowanej i inaczej wybarwionej niż opisywano poprzednio (Mańka K. i Truszkowska W., 1958), lecz mimo to odpowiadał zaliczeniu do wymienionego gatunku, który odznaczał się ogromną zmiennością.

Penicillium chrysogenum Thom. Po 10 dniach kolonie osiągnęły średnicę 3—4 cm. Kolonie były barwy zielonawej (G O 5, B 10, G O 5) z kremowożółtym środkiem promieniowo-bruzdowanym, z dużymi, żółtymi kroplami wydzielin na powierzchni. Brzeg kolonii był biały od 1—2 mm szerokości. Spód kolonii był złotożółtej lub cytrynowej barwy (Y 50, Y 40, C 05). Cytrynowy barwnik (Y 025, Y 50, G 05) przechodził bardzo



Ryc. 3. *Penicillium chrysogenum* Thom. Kolonie na pożywce Czapek-Doxa

obficie do pożywki. Pędzelki tworzyły się asymetryczne. Gałęzie $11,2-23 (27,6) \times 2,8-3,5 \mu$, metule $9,2-13,8 \times 2,8-3,6 (4,6) \mu$, sterigmy $8-11 \times 1,8-2,3 \mu$, konidia eliptyczne $2,8-4,1 \times 2,3-2,8 \mu$ (ryc. 3).

Penicillium commune Thom. Po 10 dniach kolonie osiągnęły średnicę 3 cm, barwy były szarozielonej (G 20, C 10, B 10), w środku strefowane (G 30, R 10, B 10), bliżej brzegu gładkie. Spód kolonii był białawy (Y 025, R 05, C 05) z zielonożółtawym brzegiem. Trzonki konidialne tworzyły się asymetryczne, gałęzie $14-20,7 \times 3,4-4 (4,6) \mu$, metule $11,5-16,1 \times 2,3-3,4 \mu$, sterigmy $9,2-11,5 \times 2,3-3,4 \mu$, konidia kuliste, gładkie o średnicy $3,3-4,6 \mu$.

Penicillium cyclopium Westling. Po 14 dniach kolonie osiągnęły średnicę 4,5 cm, barwy były niebieskozielonej w strefie brzeżnej, najmłodszej, a szaro-niebiesko-zielonej (B 20, R 30, C 40) w środku, promieniowo-bruzdowane, czasem szeroko strefowane z białym do 2 mm szerokim brzeżkiem dookoła. Na powierzchni widoczne były bezbarwne kropki wydzielin. Spód kolonii jasnopomarańczowy lub bezbarwny. Konidiofory były przeważnie raz rozgałęzione, lekko brodawkowane, pędzelki asymetryczne, gałęzie $19,5-30 (34,2) \times 3,3-4,6 \mu$, metule $11,2-14,9 \times 2,5-3,8 \mu$, sterigmy $9,2-12,3 \times 2,3-3,8 \mu$, konidia prawie okrągłe, gładkie o średnicy $3,3-4 \mu$.

Chaetomium indicum Corda. Worków nie zdołano zaobserwować, ponieważ są bardzo nietrwałe, zarodniki workowe $5,6 \times 3,8-4,6 \mu$.

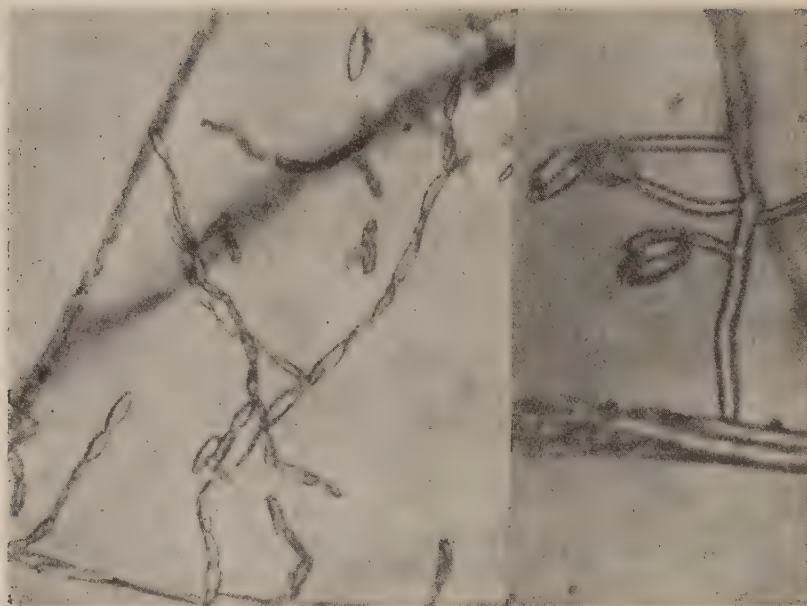
FUNGI IMPERFECTI

Cephalosporium acremonium Corda. Kolonia na pożywce glukozowo-ziemniaczanej początkowo biała, niska, później tworzyła na powierzchni kłaczkowate skupienia grzybni powietrznej. Z biegiem czasu grzybnia różowiała. Bezbarwne, delikatne strzępki zbijały się w koremia, od których oddzielały się pod kątem prostym trzonki konidialne, na zakończeniu których powstawały konidia w główkach. Trzonki konidialne były podzielone i nierozgałęzione o wymiarach $30-80 \times 2,8-3 \mu$. Średnica główek wahała się od 6 do 16μ . Konidia były cylindryczne, bezbarwne, $3,3-4,6 \times 1-1,5 \mu$.

Botrytis cinerea Pers. Na końcach rozgałęzień trzonków konidialnych tworzyły się konidia o kształcie jajowatym lub eliptycznym z małym dziobkiem, $9-11,5 \times 5,6-7 \mu$.

Gliocladium penicilloides Corda. Kolonie na pożywce Czapek-Doxa rosły szybko, średnica ich po 10 dniach wynosiła 3,5 cm. Kolor kolonii był początkowo biały, później białoróżowy. Spód kolonii był różowóżółty. Wysokość grzybni powietrznej dochodziła do 2 mm, miejscami grzybnia zbijała się w kłaczki. Długość trzonków konidialnych wahała się w granicach od $50-100 \mu$, a średnica wynosiła 3μ . Odgałęzienia tworzyły się w okółkach, $20,7-23 \times 2,8-3,8 \mu$, metule $9,2-11,5 \times 2,3-2,8 \mu$, sterigmy $11,5-13,8 \times 1,5-2,3 \mu$, konidia eliptyczne, gładkie, bezbarwne, $3,8-6,9 \times 2,3-3,3 \mu$.

Fusarium moniliforme Sheld. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej tworzyły się kolonie barwy cielistoróżowej lub białawe z niebieskimi łatkami (pojawienie się barwy niebieskiej jest bardzo charakterystyczne dla tego gatunku). Spód kolonii był barwy pożywki lub cielistoróżowy z niebieskimi naciekami. Miejscami na powierzchni kolonii tworzyły się białe, watowate kłaczki. Grzybnia powietrzna była niska. Stroma wykazywała zabarwienie niebieskie lub ochroróżowe. Na ryżu występowało zabarwienie ochroróżowe. Do oznaczania hodowano na pożywce zwykłej ziemniaczanej wg Raillo, gdzie białe, delikatne kolonie były jakby przyprószone mączystym nalotem, owocowały bardzo dobrze. Szczególnie obficie tworzyły się mikrokonidia w główkach lub łańcuszkach jedno i dwukomórkowe. Makrokonidia były przeważnie bardzo nieliczne lub nie było ich wcale, co potwierdzało wyniki obserwacji Gaudineau M. i Messiaen C. M. (1954). Nieliczne makrokonidia miały kształt wrzecionowaty, proste lub lekko zgięte przeważnie z 3 przegrodami, dość sze-

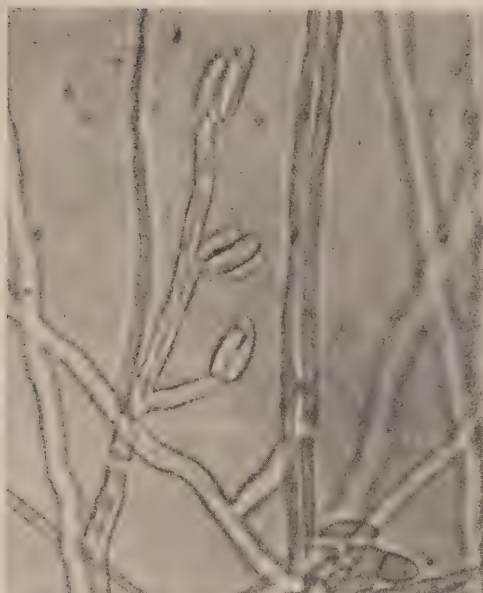


Ryc. 4. *Fusarium moniliforme* Sheld. Obraz mikrokonidiów ułożonych w łańcuszki i główki

rokie na końcach, zwężające się natomiast dopiero na samym szczycie (ryc. 4).

Mikrokonidia: jednokomórkowe	7—11,5 × 2,3—2,8 μ,
z 1 przegrodą	11,5—16,1 × 2,3—3,3 μ,
Makrokonidia: z 3 przegrodami	32,2—34,5 × 3,3—4,6 μ,
z 5 przegrodami	40—46 × 3,3—4,6 μ.

Fusarium moniliforme var. *subglutinans* Wr. et Rg. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej kolonie były przeważnie barwy ciemnofioletowej, grzybnia powietrzna dochodziła do 5 mm wysokości, filcowata, dość zbita, czasem tworzyła białe kłaczki. Spód kolonii był również ciemnofioletowy. Mikrokonidia występowały bardzo obficie w główkach. Makrokonidia były również liczne, wrzecionowate lub sierpowate z 3—5 przegrodami. Zabarwienie fioletowe występujące na pożywce glukozowo-ziemniaczanej było bardzo charakterystyczne dla odmiany *subglutinans*. Na ryżu występowało zabarwienie ochroróżowe, czasem z odcieniem jasno-liliowym. Na zwykłej pożywce ziemniaczanej wg Raiłło grzyb tworzył kolonie w postaci mączystego nalotu, owocował bardzo dobrze. Ryc. 5.



Ryc. 5. *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* Wr. et Rg. Mikrokonidia ułożone w włókniki

- Mikrokonidia: jednokomórkowe $9,2-14,8 \times 2,3-3,3 \mu$,
z 1 przegrodą $16,1-20,7 \times 2,3-3,8 \mu$,
Makrokonidia: z 3 przegrodami $29,1-46 \times 3,3-3,8 \mu$,
z 5 przegrodami $50,6-57,5 \times 3,3-4,6 \mu$.

Fusarium poae (P k.) W r. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej kolonia była biała czasem jasnoróżowa, watowata, zbita do 3 mm wysokości. Spód kolonii był jasnokarminowy, stroma jasnokarminowa. Mikrokonidia tworzyły się bardzo licznie przeważnie cytrynkowatego kształtu lub wrzecionowato wydłużone jedno- lub dwukomórkowe. Makrokonidia były sierpowate z 3 przegrodami. Na ryżu występowało zabarwienie żółte. Na pożywce ziemniaczanej zwykłej wg R a i l l o grzyb tworzył kolonie białe o dość obfitej grzybni powietrznej, watowate.

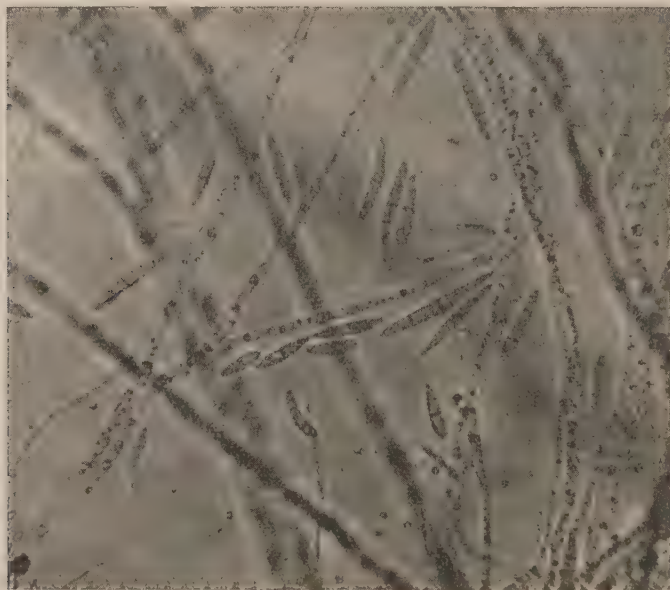
- Mikrokonidia: cytrynkowate $6,9-11,5 \times 4,6-9,2 \mu$,
wrzecionowate $11,5-13,8 \times 2,3-3,3 \mu$,
jednokomórkowe
z 1 przegrodą $11,5-14,7 \times 4,2-5,1 \mu$,
Makrokonidia: z 3 przegrodami $25-30 \times 4,6-5,1 \mu$.

Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej kultura wytwarzała bardzo charakterystyczny, przyjemny zapach przypominający świeże brzoskwinie.

Fusarium graminearum Schw. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej wyrastały kolonie o bujnej, puszystej, początkowo białej, z czasem lekko różowej grzybni powietrznej. Spód kolonii był ciemnokarminowy. Niekiedy tworzyły się ochróżowe sporodochia. Makrokonidia były wrzecionowato-sierpowate z wierzchołkową komórką stożkową, zaostroszoną, u podstawy tworzyła się stopka. Mikrokonidiów i chlamydospor nie tworzył. Na ryżu występowało zabarwienie żółte. Na pożywce zwyłej ziemniaczanej wg Raiłło tworzył kolonie białe, puszyste, delikatne, owocował dobrze.

Makrokonidia: z 1 przegrodą	11,5—16,1 × 2,3—2,8 μ,
z 3 przegrodami	30 —41,4 × 3,3—4,6 μ,
z 5 przegrodami	41 —70 × 4,6—5,1 μ.

Fusarium anguioides Schreb. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej tworzyły się kolonie o białej lub jasnoróżowej (odcień karminu) grzybni powietrznej. Spód kolonii był koloru pożywki z karminowymi naciekami. Sporodochia były barwy pomarańczowej, stroma karminowa. Makrokonidia tworzyły się wrzecionowate, proste lub sierpowato zgięte z silnie wydłużoną i ostro zakończoną szczytową komórką oraz stopką u podstawy. Mikrokonidia, o których nie wspomina Raiłło, były eliptyczne lub



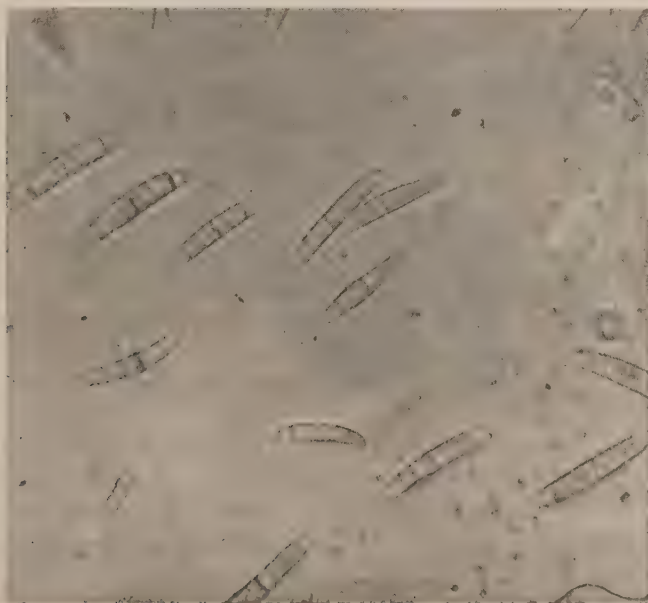
Ryc. 6. *Fusarium anguioides* Schreb. Mikro- i makrokonidia

wrzecionowate, proste lub lekko zgięte, z 0—3 przegrodami, podobnie jak zaobserwował Zaleski (1959). Na ryżu występowało zabarwienie żółte. Na pożywce zwykłej ziemniaczanej wg Raiłło wyrastała biała, pajęczynowata grzybnia, owocująca bardzo obficie (ryc. 6).

Mikrokonidia: jednokomórkowe	6,9—13,8 × 2,3—3,8 μ,
z 1 przegrodą	20,7—23 × 2,8—3,3 μ,
z 3 przegrodami	39,1—46 × 2,9—3,3 μ,
Makrokonidia: z 4	„ 39,1—50,6 × 3,3—4,6 μ,
z 5	„ 57,5—66,7 × 3,8—4,1 μ,
z 6	„ 62,1—70,1 × 3,8—5,6 μ,
z 7	„ 66,7—69 × 3,4—4,6 μ,
z 8	„ 80,5—94,3 × 5,1—5,6 μ.

Chlamydospory występowały w konidiach owalne, 9,2—11,5 × 5,1—7,4 μ.

Fusarium culmorum (W. G. Sm.) Sacc. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej kolonie były puszyste białoróżowe z żółtymi łatkami. Spód kolonii był różowy do buraczkowego, stroma barwy buraczkowej. Makrokonidia były sierpowate ze stopką na końcu. Chlamydospory występowały.



Ryc. 7. *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. Makrokonidia

Na ryżu wystąpiło zabarwienie żółte. Na pożywce zwykłej ziemniaczanej wg Raillo grzyb tworzył kolonie białe, sfilcowane.

Makrokonidia: z 3 przegrodami $25,3—30,9 \times 4,6—5,6 \mu$,
z 5 „ $31—46 \times 5,6—7 \mu$.

Chlamydospery kuliste o średnicy $9,2—11,5 \mu$, jednokomórkowe (ryc. 7).

Fusarium sarcocroum (Desm.) Sacc. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej grzybnia powietrzna była puszysta, biała lub bladoróżowa. Spód kolonii był barwy pożywki, stroma jasnopomarańczowa. Makrokonidia tworzyły się w słuzowatych pionnotach na płaskiej powierzchni stromy, w masie były jasnopomarańczowe. Mikrokonidia tworzyły się w skupieniach podobnych do główek, które Wollenweber-Reinking nazywa słupkami. Na ryżu występowało zabarwienie ochroróżowe do różowego. Na pożywce ziemniaczanej, zwykłej wg Raillo grzybnia była delikatna, dość niska, bladoróżowa.

Mikrokonidia: jednokomórkowe $7,9—23 \times 2,3—3,8 \mu$,
z 1 przegrodą $16,1—25,3 \times 2,3—2,8 \mu$,
Makrokonidia: z 3 przegrodami $29,9—39,1 \times 2,3—4,6 \mu$,
z 5 „ $48,3—50,6 \times 2,8—3,3 \mu$,
z 7 „ $71,3—80,5 \times 4,6—5,1 \mu$,
z 8 „ $106,6 \times 5,1 \mu$.

Fusarium equiseti (Cda) Sacc. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej kolonie były watowate, puszyste do 5 mm wysokie, początkowo białawe później barwy brudnożółtej. Spód kolonii był barwy pożywki, stroma jasnobrunatna. Bardzo licznie występowały duże, złociste chlamydospery w łańcuszkach, śródstrzępkowe lub końcowe, niekiedy tworzyły węzły, powierzchnia ich była brodawkowata. Makrokonidia tworzyły się wrzecionowato-sierpowate, przeważnie z 3 przegrodami, przy czym ich część środkowa była jakby intensywniej zabarwiona od końcowych, zupełnie przezroczystych. Na ryżu występowało zabarwienie żółtopiaskowe z brązową stromą. Na pożywce ziemniaczanej zwykłej wg Raillo grzyb tworzył białe, puszyste kolonie, owocował dobrze.

Mikrokonidia: jednokomórkowe $7,9—10,2 \times 2,3—3,8 \mu$,
z 1 przegrodą $9,2—13,8 \times 2,3—2,8 \mu$,
Makrokonidia: z 3 przegrodami $29,9—36,8 \times 3,8—4,6 \mu$,
z 5 „ $39,1—46 \times 4,6—5,1 \mu$.

Chlamydospery $11,5—12,5 \times 9,2—10,2$ lub okrągłe o średnicy $6,9—13,8 \mu$. $6,9—13,8 \mu$.



Ryc. 8. *Fusarium redolens* f. 1 Wr. Mikro- i makrokonidia

Fusarium redolens f. 1. W r. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej kolonie były dość puszyste, watowate, do 4 mm wysokie. Spód był barwy pożywki. Mikrokonidia tworzyły się jedno lub dwukomórkowe owalne, wydłużone, w główkach. Makrokonidia były przeważnie z 3 przegrodami wrzecionowato-sierpowate, na końcu ze stopką. Na ryżu występowało zabarwienie bladoróżowe i tworzyły się liczne bladoróżowe sporodochia. Na pożywce ziemniaczanej zwykłej wg Raiłło grzyb tworzył białe filcowate kolonie, owocował dobrze (ryc. 8).

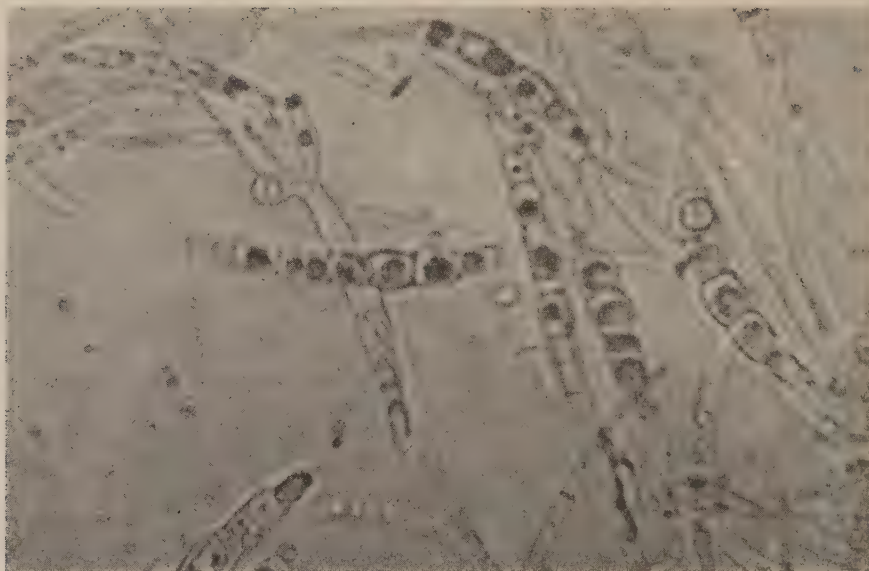
Mikrokonidia: jednokomórkowe $4,6-11,5 \times 2,3-3,8 \mu$,

z 1 przegrodą $13,8-18,4 \times 3,3-3,8 \mu$,

Makrokonidia: z 3 przegrodami $32,2-36,8 \times 3,8-4,6 \mu$.

Chlamydospory okrągłe o średnicy $9,2-13,8 \mu$.

Fusarium merismoides C d a. Na pożywce glukozowo-ziemniaczanej widoczna była pomarańczowo-czerwona grzybnia, przylegająca do podłoża, układająca się promieniście i tworząca jakby rozgałęzione, włókniste korenia. Makrokonidia tworzyły się cylindryczno-wrzecionowate, przeważnie zgięte o stożkowatych najczęściej zaokrąglonych zakończeniach ze stopką u podstawy. Na ryżu występowało zabarwienie pomarańczowe. Na pożywce ziemniaczanej zwykłej wg Raiłło tworzyła się bardzo delikatna przylegająca do podłoża, pajęczynowata grzybnia barwy bladopomarańczowej (ryc. 9).



Ryc. 9. *Fusarium merismoides* Cda. Obraz makrokonidiów z kultury wyhodowanej na pożywce glukozowo-ziemniaczanej

Makrokonidia: z 1 przegrodą	20,7—32,2 × 2,8—3,3 μ,
Makrokonidia: z 3 przegrodami	39,1—46 × 3,8—4,6 μ,
z 5 „	52,9—54,8 × 4,6—5,1 μ,
z 7 „	59,8—64,4 × 4,6—5,1 μ.

Chlamydospory w konidiach, owalne, 6,9—9,2 × 5,6—6,9 μ, okrągłe 5,6—6,9 μ.

Hormodendrum resinae Lindau. Konidia były elipsoidalne, koloru oliwkowobrunatnego, jednokomórkowe, prawie przezroczyste, z jednej strony z cytrynkowatym wyrostkiem, 5,6—7 × 3,3—4,6 μ.

Hormodendrum olivaceum Corda. Konidia były kształtu eliptycznego do krótko cylindrycznego 8—12 × 4—5 μ, jednokomórkowe, w łańcuszkach, środkowe lekko nabrzmiące, końcowe mniejsze prawie okrągłe.

Hormodendrum viride (Fresenius) Sacc. Konidia tworzyły się w łańcuszkach, jednokomórkowe, lekko wydłużone lub jajowate, oliwkowo-zielone, gładkie, niektóre z dwoma kropelkami tłuszczu wewnątrz, 5,1—11,5 × 2,3—4,6 μ.

Alternaria tenuis Nees ex Wallr. Zarodniki tworzyły się w łańcuszkach, bardzo szybko rozpadających się, barwy były oliwkowobrunatnej, podzielone przeważnie 3—7 razy poprzecznie i 2—3 razy podłużnie, o wymiarach 14—36 × 8—15 μ.

Interpretacja wyników

Przy zastosowaniu opisanej na wstępie metody badań, z gnijących kolb kukurydzy, obserwowanych podczas 4 sezonów wegetacyjnych, wyhodowano ogółem 1093 kultury grzybów i oznaczono 27 gatunków.

W obrębie oznaczonych gatunków można, z punktu widzenia ich szkodliwości dla kukurydzy, wyróżnić patogeny oraz gatunki im towarzyszące.

Do pierwszej grupy należałoby zaliczyć *Fusarium moniliforme*, *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium poae* i *Botrytis cinerea* — do drugiej grupy wszystkie pozostałe. Taka ogólna ocena skomasowanych w drugiej grupie gatunków może oczywiście podlegać dyskusji niemniej to stanowisko popiera przeprowadzona analiza mikologiczna całych roślin.

Z przeprowadzonych badań wynikało, że główne patogeny kukurydzy, jak *Fusarium moniliforme*, *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium graminearum* i *Fusarium poae* są pospolite w Polsce w okolicy Wrocławia.

Fusarium moniliforme var. *subglutinans* został znaleziony i opisany po raz pierwszy w Polsce w okolicy Wrocławia. Szczególnie liczne jego występowanie wraz z *Fusarium moniliforme* jest przypuszczalnie spowodowane wyjątkowo łagodnym i ciepłym klimatem, różniącym się dość znacznie od innych okręgów Polski. Okolice Wrocławia znajdują się zdanem S c h m u c k a w obrębie tak zwanego „bieguna ciepła“, co wyrażnie sprzyja występowaniu grzybów pasożytniczych, właściwych dla klimatu ciepłego i wilgotnego.

Drugim gatunkiem po raz pierwszy opisanym w Polsce na kukurydzy jest *Fusarium anguioides*, o którego roli w odniesieniu do ziarna kukurydzy na podstawie dotychczasowych obserwacji nie można jeszcze wnioskować.

Fusarium graminearum, w badanych warunkach, występował wprawdzie nielicznie w porównaniu z dwoma przed nim wymienionymi gatunkami niemniej jego rola pasożytnicza była wyraźna. Według autorów francuskich (Messiaen i Lafon 1957) jest to pasożyt najczęściej spotykany na kukurydzy i wykazujący największą wirulencję. Spotykano go zarówno na ziarnie, jak i w glebie.

Fusarium poae jest gatunkiem powszechnie znanym w Ameryce i Europie. Na kukurydzy notowano go w USA, ZSRR, we Francji oraz w Polsce (Mieczyska 1957, Iłłakowicz 1959). Mieczyska w przeciwieństwie do Iłłakowicza zalicza ten gatunek do wysoce patogenicznych w stosunku do kukurydzy. W przedstawionych badaniach

gatunek ten występował bardzo licznie i uszkodzenia ziarna były poważne, co raczej potwierdzałoby pogląd pierwszej autorki.

Fusarium culmorum, ogólnie uznany za poważnego pasożyta, zdaniem M i c z y ń s k i e j (1957) niebezpiecznego również dla kukurydzy, w aktualnej pracy został zaliczony do grupy grzybów towarzyszących pasożytom, ze względu na nieliczne występowanie, co nie pozwoliło wyciągać żadnych wniosków dotyczących jego szkodliwości.

Pośród grzybów pasożytniczych najmniej licznie reprezentowany był gatunek *Botrytis cinerea*, gdyż w ciągu 4 lat otrzymano tylko 15 kultur, niemniej uszkodzenia ziarna były wyraźne. Według autorów radzieckich jest to gatunek powodujący bardzo głęboki rozkład ziarna (C z e r e m i s i m o w 1959). M i c z y ń s k a (1957) zaliczyła go do grzybów towarzyszących patogenom. Ze znajomości biologii tego gatunku należałoby się raczej przychylić do zdania autorów radzieckich.

W grupie grzybów potraktowanych jako towarzyszące patogenom zasługuje na uwagę *Cephalosporium acremonium* występujący jednocześnie prawie ze wszystkimi gatunkami z rodzaju *Fusarium*. Częściej spotykano go na materiałach pochodzących z pola niż przechowalniowych. Niektórzy autorzy radzieccy (K a ł a s z n i k o w 1958) traktują *Cephalosporium acremonium* jako saprofita. M i c z y ń s k a (1958) po przeprowadzeniu analizy literatury amerykańskiej oraz na podstawie własnych obserwacji dochodzi do wniosku, że gatunek ten należy obok przedstawicieli rodzaju *Fusarium* traktować jako pasożyta zagrażającego plonom kukurydzy. W aktualnie obserwowanych przypadkach nie występował on jednak we właściwej roli pasożyta tkanki przewodzącej, lecz jedynie znajdowano go na ziarnie równocześnie z innymi grzybami, jak *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium poae* i *Alternaria tenuis*.

Najliczniejsze występowanie grzybów z rodzaju *Penicillium* w 1958 r., który we wrześniu charakteryzowały ciągle opady od 8 do 26, znajduje uzasadnienie w wypowiedzi D i c k s o n a (1947), że grzyby te powszechnie uszkadzają ziarno kukurydzy w okolicach wilgotnych. Choroby przez nie powodowane spotyka się w okresie dojrzewania ziarna w polu, co łączy się z jego wilgotnością. D i c k s o n traktuje wyżej wymienione grzyby jako półpasożyty, gdyż zasadniczą okolicznością, sprzyjającą powstawaniu uszkodzeń, jest niedojrzałe ziarno o wysokiej wilgotności, długo pozostające w polu. Niemniej zdaniem D i c k s o n a uszkodzenia powodowane przez *Penicilia* są bardziej powierzchowne niż powodowane przez *Fusarium*.

Gatunki: *Fusarium redolens*, *Fusarium merismoides*, *Fusarium equiseti* i *Fusarium sarcochroum*, znane z brania udziału w rozkładzie szczątków roślinnych, przypuszczalnie towarzyszą fakultatywnie patogenom.

Porastanie szczytów kolb przez grzyby z rodzaju *Hormodendrum*, którego oznaczono trzy gatunki na podstawie 19 kultur, było najprawdopodobniej uwarunkowane wilgotnością ziarna. Z literatury znany jest przypadek porośnięcia 5% kolb kukurydzy przez gatunki rodzaju *Hormodendrum* (Hoppe 1953).

Podobnie wilgotnością ziarna można wytłumaczyć zakażenie przez *Mucor racemosus* — znany gatunek glebowy oraz *Gliocladium penicilloides*, który jest charakterystyczny dla rozkładających się szczątków roślinnych.

Wyniki analizy mikologicznej całych roślin kukurydzy pokryły się w odniesieniu do patogenów z wynikami otrzymanymi z analizy kolb. Małe odchylenie stanowi tylko *Fusarium moniliforme*, który wykryto dopiero w szczytowej części łodygi.

Analiza mikologiczna ziarna wykazała, że grzyby, które znajdowano na powierzchni świeżych, zdrowych kolb (Golik, 1955), dostają się później do wnętrza ziarna i rdzenia kolby, co można by potraktować jako fakultatywne pasożytnictwo. Stwierdzenie to odnosi się do gatunków z rodzaju *Alternaria*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* i *Aspergillus*.

Ponieważ z wyjątkiem późnego siewu, uzależnionego od przebiegu pogody (w 1956 r.), agrotechnika była prawidłowa (tabela 1), nie można przypisać pojawienia się wyżej wymienionych grzybów oraz nasilenia ich występowania doszukiwać się w zaniedbaniach uprawowych.

Zjawisko występowania tych samych grzybów w polu i przechowywaniach wskazuje na fakt, że nie przeprowadzono selekcji materiału przeznaczonego do przechowywania, nie doceniając niebezpieczeństwa zawleczenia patogenów.

Z doświadczenia wykonanego na ziarnie przechowywanym przez 4 lata wynikało, że z biegiem czasu, na skutek niewątpliwie wysychania ziarna i w związku z tym zachodzących zmian, zmieniła się zasadniczo mikroflora. Znikły główne pasożyty, a pojawiły się grzyby zupełnie inne, właściwe raczej martwym szczątkom roślinnym, jak przedstawiciele rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Chaetomium*. Zjawisko zmian zachodzących w nasionach, pozostawionych przez kilka lat własnemu losowi, podkreślił również spadek energii kiełkowania do 4,5%, a siły kiełkowania do 10% — wobec czego nie można polecać dłuższego przechowywania ziarna w przygodnych warunkach jako sposobu pozbywania się patogenów.

WNIOSKI

1. Na zebranych w latach 1956—59 w okolicy Wrocławia gnijących kolbach kukurydzy stwierdzono występowanie następujących patogenów: *Fusarium moniliforme*, *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium poae* i *Botrytis crinerea*.

2. *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* i *Fusarium anguoides* znaleziono na kukurydzy w Polsce po raz pierwszy w okolicy Wrocławia.

3. Najliczniej reprezentowane spośród patogenicznych gatunków rodzaju *Fusarium*, w obserwowanych warunkach siedliskowych, były *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* i *Fusarium poae* z wyraźną przewagą pierwszego.

4. Rola pozostałych wyhodowanych i oznaczonych gatunków grzybów nie została tymczasem wyjaśniona.

5. Dość liczny skład gatunkowy mikoflory gniących kolb kukurydzy wskazuje, że jest to złożony przypadek chorobowy.

6. O ilości wyizolowanych i wyhodowanych grzybów decyduje, oprócz zastosowanej metody badawczej, w dużej mierze przebieg pogody, szczególnie w okresie dojrzewania kolb.

7. Z materiałów przechowalniowych wyizolowano te same grzyby co i z pola, co wskazuje na fakt, że zostały one zawleczone, czego można uniknąć, choćby częściowo, przez dokładną selekcję przed magazynowaniem.

8. W przypadku *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium graminearum* i *Fusarium poae*, na podstawie analizy mikologicznej całych roślin, można wnioskować, że infekcja pochodziła z zakażonego ziarna lub gleby.

9. W przypadku *Fusarium moniliforme* można przypuszczać, że infekcja nastąpiła przez znamiona słupków po okwitnięciu żeńskich kwiatostanów.

10. Przebieg pogody w 1959 r. korzystny dla rozwoju i plonowania kukurydzy w równej mierze sprzyjał rozwojowi termofilnych grzybów pasożytniczych, jak *Fusarium moniliforme* i *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*.

Katedra Fitopatologii WSR
we Wrocławiu

(Wpłynęło dn. 30.3 1960 r.)

RESUMÉ

Les auteurs présentent les résultats d'observations faites aux environs de Wrocław en Pologne sur les champignons nuisibles des épis de maïs. On recueillait les matériaux depuis 1956 jusqu'à 1959.

On observait surtout les pourritures, sur épis et grains de maïs d'après leurs symptômes caractéristiques et distinctifs. Les champignons isolés d'épis et de grains ont été cultivés dans de divers milieux nutritifs, gélosés. Les représentants du genre *Fusarium* on cultivait dans les milieux gélosés d'après la prescription de Raiłło (1950), les genres *Penicillium*, *Aspergillus* et *Hormodendrum* dans le gélosé de Czapek-Dox. Les autres espèces on cultivait dans le milieu suivant: decocté de 600.0 de pommes de terre, 20.0 de glucose, 20.0 de agar-agar et l'eau jusqu'à 1000.0.

Parmi les espèces déterminées, on a trouvé 5 nuisibles pour le maïs: *Fusarium moniliforme*, *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium poae* et *Botrytis cinerea*. Les trois premières espèces sont respectées d'après la littérature mondiale comme les parasites principaux des épis et grains de maïs.

Toutes les autres espèces déterminées dans les recherches ci-dessus comme: *Mucor adventitius*, *Mucor racemosus*, *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus chevalieri* var. *intermedius*, *Penicillium frequentans*, *Penicillium waksmani*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium cyclopium*, *Penicillium commune*, *Chaetomium indicum*, *Cephalosporium acremonium*, *Botrytis cinerea*, *Gliocladium penicilloides*, *Fusarium anguioides*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium sarcochroum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium redolens*, *Fusarium merismoides*, *Hormodendrum viride*, *Alternaria tenuis* on été traités comme ceux qui accompagnent les parasites.

Le grand nombre parmi ces derniers dans les conditions favorables, surtout à grande humidité de grain, peuvent provoquer des altérations.

Les plus fréquents des champignons nuisibles sur épis de maïs, caractéristiques pour les environs de Wrocław étaient *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* et *Fusarium poae*.

Dès épis conservés on a isolé les mêmes champignons que des épis frais, ramassés dans le champ, c'est-à-dire, qu'à l'aide d'une sélection on peut l'éviter partiellement.

D'après l'analyse de 6 plantes de maïs on a trouvé que les espèces *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium poae*, *Fusarium graminearum* envahissent les jeunes plantes du grain infecté ou du sol.

L'infection des épis de maïs par *Fusarium moniliforme* dans le cas décrit ci-dessus a eu lieu probablement par les organes floraux féminins.

Les meilleurs conditions pour le développement et mûrissement des épis de maïs, aux environs de Wrocław en 1959 étaient aussi les meilleurs pour les principaux parasites comme *Fusarium moniliforme* et *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* qui furent cette année très abondants.

On a trouvé les deux espèces *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* et *Fusarium anguioides* pour la première fois en Pologne, aux environs de Wrocław.

LITERATURA

- Chochriakow M. K., Potasowa E. G., 1953, O bolezniah kukuruzy w Sowietom Sojuzie. Zaszczita kukuruzy ot wrieditielej o bolezniej. Sielchozgziz. Moskwa.
- Czeremisimow N. A., 1956, Miczurinskoje uczenie w borbie z bolezniami kukuruzy, Zapiski Woroniezskogo Sielkochozajstwiennogo Instituta 26.
- Czeremisimow N. A., 1956, Formirowanije mikoflory, Botaniczeskij Žurnal 41 (9): 1293—1308.
- Czeremisimow N. A., 1959, Sostaw wozbuditielej bolezniej i puti gribnoj infekcii siemian kukuruzy (*Zea mays* L.), Botaniczeskij Žurnal 44 (7): 916—928.
- Dickson J. G., 1947, Disease of field crops, New York and London.
- Godineau M., Messiaen C. M., 1954, Quelques maladies cryptogamiques sur épis, tiges et feuilles de maïs, Annales des Ephythies 5 (3): 273—299.
- Gilman J. G., 1945, Manual of soil Fungi, Yowa, State Coll. Press.
- Golik M. G., 1955, Fizjologija — biochimiczskije osnovy chranienija kukuruzy, Moskwa.

- Gołubincjewa A. P., Koidomowa A. P., Sirazitdinowa F. S., 1958, Bolezni i wriediteli kukuruzy w Nowosibirskoj oblasti w 1955. Zaszczita kukuruzy ot wrieditielej i bolezniej, Sielchozgiz, Moskwa.
- Hoppe P. E., 1953, Hormodendrum kernel rot in dent Corn, Phytopathology 43, (7): 386.
- Iłakowicz A., 1959, Z badań nad gatunkami grzybów z rodzaju *Fusarium* występujących na ziarnach kukurydzy (z lat 1956—57), Prace Naukowe I. O. R. 1 (3): 135—161.
- Iwanskij N. L., Dikman I. A., 1958, Wriediteli i bolezeni kukuruzy w Azierbajdzanskoj SSR w 1955. Zaszczita kukuruzy ot wrieditielej i bolezniej, Sielchozgiz, Moskwa.
- Kałasznikow K. J., 1958, Prieduprieżdzenije i podawlenije siemiennoj infekcii kukuruzy. Zaszczita kukuruzy ot wrieditielej i bolezniej, Sielchozgiz, Moskwa.
- Mańka K., Truszkowska W., 1958, Próba mykologicznej analizy korzeni świerka (*Picea excelsa* Lk.). Acta Soc. Bot. Pol. (1): 45—73.
- Messiaen C. M., Lafon R., 1957, Les Champignons nuisibles aux semis de maïs, Annales des Epiphyties 8 (1—2): 111—126 209—224.
- Miczyńska Z., 1957, Fuzariozy kukurydzy, Postępy Nauk Rolniczych, 1 (43): 112—118.
- Miczyńska Z., 1958, *Cephalosporium acremonium* (Corda) jako pasożyt kukurydzy, Biuletyn I. O. R. 2: 207—217.
- Miczyńska Z., Wnękowski St., 1957, Wstępne badania nad składem gatunkowym fusarioz kukurydzy. Roczniki Nauk Rolniczych, 77 (3): 357—371.
- Nadwyczawski W., 1957, Produkcja zbóż i kukurydzy a baza paszowa na tle warunków klimatycznych Polski. Postępy Nauk Rolniczych, Nr 1, (43): 75—90.
- Niemlijenko F. E., 1957, Gribnyje bolezeni poczatkow. Bolezni kukuruzy. Gosudarstwiennoj Izdatielstwo Sielskochoziajstwiennoj Litieratury, Moskwa.
- Podkradsky J., 1956, Die Krankheiten des Mais in Ungarn und ihre Bekämpfung. Acta Agron. Acad. Sci. Hung., 6 (1—2): 143—147.
- Rabenhorst L., 1901, Kryptogamen-Flora, Die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, Leipzig.
- Raiłło A. I., 1950, Griby roda *Fusarium*, Moskwa.
- Raper K. B., Thom Ch., 1949, The Manual of Penicillium, Baltimore.
- Rieuf P., 1954, Les principales maladies des céréales au Maroc. Mem. Serv. Def. Vég. Maroc., 62: 47.
- Thom Ch., Raper K. B., 1945, A Manual of the Aspergilli. Baltimore.
- Whitney H. J., 1955, Ear rots in hybrid Corn in Essex Country Ontario in relation to damage by birds. Plant. Dis. Report. 38 (6): 384—387.
- Wollenweber H. W., Reinking O. A., 1935, Die Fusarien. Berlin, Parey.
- Younts S. E., Musgrave R. B., 1958, Chemical Composition nutrient absorption and stalk rot incidence of corn as affected by chloride in potassium fertilizer., Agron. J. 50 (8): 426—429.
- Zaleski K., Błaszczak W., Glaser T., 1959, Badania nad biologią i chorobotwórczością 4 gatunków *Tusurium* z łubinów i 4 szczepów *Rhizoctonia solani* oraz próby ich zwalczania w warunkach szklarniowych, PTPN Poznań 5 (7): 1—62.
- Zycha H., 1935, Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. 6a Pilze II, Mucorineae, Leipzig.

X-ciała u *Althaea rosea* (L.) Cav.

X-bodies in Althaea rosea (L.) Cav.

A. WAŁEK-CZERNECKA i M. KWIATKOWSKA

W toku pracy nad elajoplastami znaleziono w tkankach szeregu roślin utwory podobne do tzw. x-ciał, o których wiadomo, że towarzyszą pewnym wirozom. Występowały one w komórkach zawierających elajoplasty. W pewnych stadiach podobieństwo pomiędzy utworami tych dwóch kategorii było tak uderzające, że dopiero testy cytochemiczne pozwalały na dokładne ich rozróżnienie. To było przyczyną, że zajęliśmy się bliżej x-ciałami u roślin posiadających elajoplasty. W pracy niniejszej przedstawione są wyniki obserwacji x-ciał u *Althaea rosea* (L.) Cav.

O ile nam wiadomo, x-ciała nie były dotąd obserwowane w rodzinie *Malvaceae*. Inkluzje w rurkach sitowych u *Abutilon Thompsoni* porażonego chlorozą infekcyjną, które opisuje Klebahn (1928), mają inną postać: są to nici skręcone śrubowato, długości 10—24 mikr., szerokości 1 mikr. Klebahn zaznacza, że nie są one przyczyną chlorozy.

Identyfikacja wirusa czy wirusów, powodujących zjawianie się x-ciał w tkankach *A. rosea*, nie leżała na razie w naszych zadaniach. W materiale, którym rozporządzano, inkluzje występowały w cytoplazmie wszystkich oglądanych okazów. Wśród nich znalazły się rośliny pozornie zdrowe. U osobników wyraźnie dotkniętych wirozą barwa liści była zmieniona, niejednolicie zielona. Charakter zmian w liściach przypomina symptomy choroby wirusowej malw Stockrosen-Mosaik (Hollyhock-mosaic) stwierdzonej w Anglii (Klinkowski 1958, Smith 1957), a mianowicie pstrość liści, niekiedy przejaśnienie żyłek. Często jednak żółtozielone plamy na liściach były raczej drobne, okrągłe. Zdarzały się również liście, zwłaszcza odroślowe, a także liście górne w kłosokształtnych kwiatostanach, różniące się wielkością i kształtem od liści typowych i wykazujące pewne zmiany plastyczne w postaci pomarszczonej powierzchni

lub lokalnych wzdęć pęcherzykowatych. Liście te nie miały plam, a barwy były ciemnozielone.

Jak wiadomo, *Althaea rosea* figuruje również na listach gospodarzy innej choroby wirusowej, która jest rozpowszechniona w Europie. Jest to tzw. infekcyjna pstrość *Abutilonu* [syn. *Abutilon infections veriegation*, *Abutilon virus* (Baur) Smith., Infektiöse Buntblättrigkeit, *Abutilon mosaic* itp. (Klinkowski l. c., Smith l. c.)]. Oznaki zewnętrzne tej wirozy są inne niż zaobserwowane u *A. rosea*.

Należy jednak pamiętać, że wg Klinkowskiego obraz tej choroby u różnych gatunków *Malvaceae* bywa zmienny, co tłumaczy on występowaniem u tych roślin chlorozy A i chlorozy B, bądź jednocześnie, bądź osobno. Wśród gospodarzy wirozy wymienia *Althaea rosea*.

W literaturze polskiej jedyną wzmiankę o wirozach u *Malvaceae* w Polsce znaleziono w publikacji Kochmana i Stachyry (1958), którzy podają, że infekcyjna pstrość *Abutilonu* notowana była często na *Abutilon striatum* i raz jeden pod Warszawą u *Kitaibelia vitifolia* Willd.

MATERIAŁY I METODY

Materiał badany pochodził przeważnie z ogrodów łódzkich (ogród przy Zakładzie Anatomii i Cytologii Roślin U. Ł., Ogród Botaniczny, Szkolny Ogród Miejski). Część roślin przywieziona była spoza Łodzi z ogródków wiejskich.

Badania przeprowadzono na skórcie ściąganej lub ścinanej z powierzchni organu. Oglądano skrawki w wodzie wodociągowej lub w roztworze cukru. Stosowano barwienia przyżyciowe, postwitalne oraz szereg testów cytochemicznych.

Rozporządzano również dużym materiałem utrwalonym dla badań nad elajoplastami. Materiał ten był utrwalony w płynie Nawaszina i Lewickiego, metodą Mevesa i Regaud, barwiony hematoksyliną żelazową Heidenhaina i kwaśną fuksyną (wg Altmanna). Stosowano metodę selektywnego barwienia wirusów Balda w modyfikacji Rawlinsa (1957), reakcję Bracheta (barwienie zielenią metylową i pironiną, kontrola — trawienie rybonukleazą) dla wykrycia RNA. Białka wykrywano metodą bromofenolową (wg Mazia i współpr. 1953). Charakter tłuszczów ustalano stosując mieszaninę w równych ilościach Sudanu III i IV w alk. 70% i błękit Nilu po utrwalaczu formalinowo-wapniowym Bakera oraz Sudan czarny B. wg McManusa (Pearse 1957). Kontrola: ekstrakcja pirydyną po utrwaleniu w rozcieńczonym płynie Bouina.

Posługiwano się mikroskopem Zeissa typu „Lumipan“ z urządzeniem do kontrastu fazowego.

OBSERWACJE

X-ciała u *Althaea* są to nieforemne masy wyraźnie odcinające się na tle jaśniejszej cytoplazmy. Granice ciała nie zarysowują się ostro, nie ma błony granicznej. Struktura ciał jest siateczkowata, utworzona z delikatnych nici. Zakończenia poszczególnych nici mogą wystawać poza obręb ciała. Wewnątrz leżą ziarenka różnej wielkości i błyszczące krople. Niekiedy występują drobne kryształy dwójłomne izodiametryczne lub podługowate (Tabl. I, fig. 1, 2, 3).

Przeważnie w komórce występuje jedno ciało, które często — zwłaszcza w kieliszku i w przylistkach — leży przy jądrze. Nie jest to jednak regułą. W komórkach płatków zdarzają się dwa, a nawet więcej ciał. Wielkość x-ciał jest różna. Ich średnice wahały się od 50 μ do 70 μ . Leżą w cytoplazmie. Podczas cyklozy przemieszczają się ruchem powolnym w strumieniach cytoplazmy. Graniczą niekiedy bezpośrednio z wodniczkiem wkraczając nawet na jego teren: kiedy w wodniczku zabarwionym błękitem metylenowym lub czerwienią obojętną następowało odmieszanie w postaci ciemniej zabarwionych kul, osadzały się te ostatnie na powierzchni ciała.

X-ciała występowały stale w kieliszku, działkach kielicha, płatkach korony, w przylistkach. Znajdowano je również w ogonkach i blaszkach liści plamistych, w blaszkach częściej w skórcie dolnej nad nerwem. Jesienią w październiku skonstatowano obecność x-ciał w górnych liściach, z kątów których wyrastały kwiaty. Liście te były zielone wielkości 1—2 cm. Zdarzały się również x-ciała w zniekształconych, ale nie plamistych liściach przyziemnych — odroślowych.

X-ciała u *Althaea* wykazują duże podobieństwo do analogicznych utworów, powstających przy innych wirozach. Są odporne na działanie różnych odczynników (bardziej trwałe niż elajoplasty w tych samych komórkach). Nie niszczył ich alkohol, aceton, eter, ksylen, kwas octowy lodowaty, kwas pikrynowy, 1n HCl itp. Zachowywały się często w postaci zupełnie nie zmienionej po działaniu różnych utrwalczy, wymienionych w poprzednim ustępie.

O charakterze białkowym ciał świadczy dodatni wynik reakcji bromofenolowej (wg Ma z i a i innych), żółto-brunatne zabarwienie po jodzie w jodku potasu, żółte po kwasie pikrynowym. Zastosowanie metody Balda w modyfikacji Rawlinsa, oraz metody Bracheta (barwienie błękitem metylenowym i pironiną sprawdzone testem trawienia rybonukleazą) pozwoliło na stwierdzenie w x-ciałach obecności kwasu rybonukleinowego.

Barwią się w sposób charakterystyczny dla inkluzji typu wirusowego barwnikami zasadowymi i kwaśnymi (Milić i Bralić 1958). Wszyst-

kie barwniki użyte były w dużym rozcieńczeniu, dodawane do preparatu w wodzie wodociągowej wprost pod szkiełko przykrywkowe. Błękit metylenowy, błękit krezyłowy, błękit Nilu, czerwień obojętna, błękit trypanowy i błękit metylowy barwiły x-ciała przyżyciowo (w komórkach występowała cykloza), fiolet Dahlia i zieleń metylowa postwitalnie. Zabarwienie było często wybiórcze (fiolet Dahlia). Kiedy barwiły się i inne części komórki, zabarwienie x-ciał następowało najpierw, wcześniej niż wodniczków.

Czerwień rutenowa w roztworze wodnym z dodatkiem i bez dodatku amoniaku nie dała zabarwienia. Czasem barwiły się nieliczne kropelki wewnątrz x-ciał, co świadczy, że i tutaj znalazły się śluzy pektynowe występujące w komórkach *Althaea rosea*.

Przebieg barwienia był zawsze jednakowy. Najpierw — prawie natychmiast — i najintensywniej barwiły się drobne kuleczki wewnątrz ciała i kuleczki leżące na zakończeniach nici poza ciałem. Siateczka z początku wykazywała nیکle zabarwienie, które stopniowo stawało się coraz mocniejsze. W żywej komórce zabarwienie czerwienią obojętną po jakimś czasie znikało.

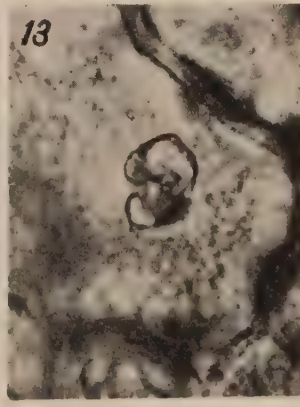
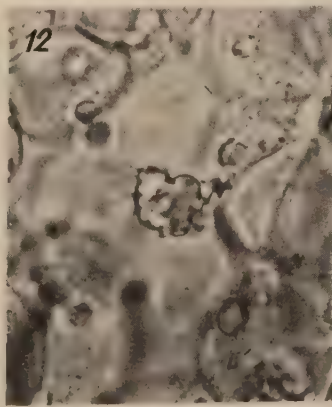
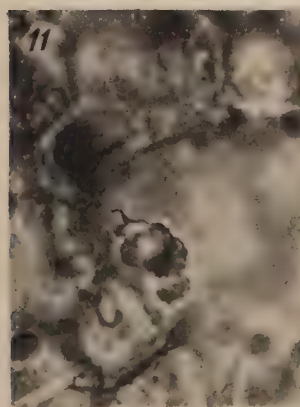
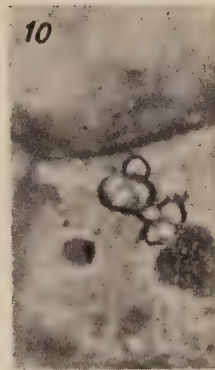
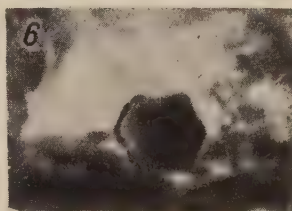
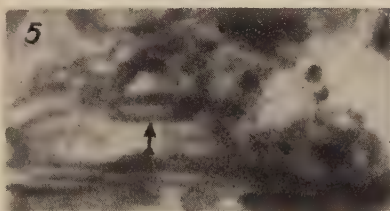
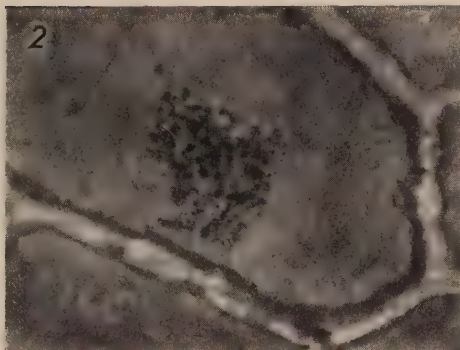
Drobne kryształki leżące na terenie x-ciał barwiły się intensywnie wszystkimi wyżej wymienionymi barwnikami.

Objaśnienie tablicy I

Table I. Explanation

- Fig. 1 — x-ciało w skórcie kieliszka *A. rosea*. Materiał utrwalony
x-body in the epidermis of the epicalyx. Fixed material
- Fig. 2 — x-ciało w skórcie działki kielicha. Preparat w wodzie
x-body in the epidermis of the petal. Fixed material
- Fig. 3 — x-ciało w skórcie płatka. Materiał utrwalony
x-body in the epidermis of the petal. Fixed material
- Fig. 4 — Zmienione x-ciało o charakterze gąbczastym w skórcie płatka. Materiał utrwalony
Changed x sponge-like x-body in the epidermis of the petal. Fixed material
- Fig. 5 i 6 — Kryształiczne formy powstałe z kulistych x-ciał. Górna skórka liścia zniekształconego pod pąkiem. Materiał utrwalony
Crystalline form derived from globular x-bodies. Upper epidermis of the deformed leaf below the bud. Fixed material
- Fig. 7 — Kuliste x-ciało w górnej skórcie liścia zniekształconego pod pąkiem, barwione czerwienią rutenową po uprzednim zadziałaniu alkoholem
Globular x-body from upper epidermis of the deformed leaf below the bud, stained with ruthenium red after metanol treatment.
- Fig. 8 — Kuliste x-ciało w górnej skórcie liścia plamistego. Żywa komórka
Globular x-body from the upper epidermis of spotted leaf. Living cell
- Fig. 9, 10, 11, 12, 13 — Ten sam liść, powstawanie kryształów w kulistych x-ciałach
The same leaf. The formation of crystalline forms in the spherical bodies.

Tablica I -- Table I



Podobne obrazy zabarwienia x-ciał otrzymano na materiale utrwalonym. W skrawkach utrwalonych płynami Mevesa, Regaud, Lewickiego, Nawaszina ciała te barwiły się intensywnie kwaśną fuksyną; po zastosowaniu metody McManusa — czerwienią obojętną, którą podbarwiane były skrawki; po utrwalaczu formalinowo-wapniowym Bakera i po płynie Bouina — błękitem Nilu (0,02% i 0,1%). Jak już wspomniano, barwiły się również pironiną (metoda Bracheta wykrywania KRN) i metodą Balda w modyfikacji Rawlinsa.

Hematoksylina żelazowa Heidenhaina dawała bardzo słabe zabarwienie.

We wszystkich przypadkach zabarwione były w x-ciałach utwory granularne tego samego typu, o średnicy 0,6—0,8 μ . Były to więc odpowiedniki tych drobnych ziarenek, których zlewanie się w x-ciała opisała Sheffield (1931). Jednocześnie, choć mniej intensywnie, barwiły się nici siateczki. Należy więc przypuszczać, że w tych właśnie składnikach strukturalnych x-ciał, tzn. we wspomnianych utworach granularnych i w niciach siateczki, skupiony jest materiał wirusowy.

Inną kategorię utworów kulistych w x-ciałach stanowią tłuszcze. U *A. rosea*, podobnie jak u innych roślin, występowały w x-ciałach tłuszcze obojętne i fosfolipidy. Fosfolipidy były liczniejsze i tworzyły drobniejsze ziarnistości. Krople tłuszczów obojętnych mogły mieć średnicę 1 mikrona i więcej. W stadium częściowego rozpuszczenia miały postać pęcherzyków z wybarwioną obwódką.

Ostatni wreszcie typ ziarnistości, dość nielicznych w x-ciałach, należy zakwalifikować jako sferozomy. Przemawiają za tym ich własności optyczne, małe rozmiary (0,3—0,4 mikr.) i trwałość tych utworów (Perner 1955). Były one widoczne po wszystkich utrwalaczach, w nie zmiennej postaci i wielkości. Nie są to lipoidy, o czym świadczy fakt, że nie znikały po ekstrakcji tłuszczów pirydyną w preparatach utrwalonych płynem Bouina.

Elementów chondriomu, o których wspominają różni autorzy (Sheffield 1931, 1941 Bawden 1950 itp.), nie znaleziono w x-ciałach *A. rosea*.

Odminną postać inkluzji w cytoplazmie obserwowano jesienią, w październiku, w liściach z wyraźnymi objawami chorobowymi. W skrawkach, sporządzonych ze skórki górnej nad plamami, rzucały się w oczy kuliste utwory o charakterze żelu, błyszczące, szkliste, czasem lekko uwarstwione, z jedną lub kilku wodniczками (Tab. I, fig. 8, ryc. 1 a, b, c, f).

Ciała te na pierwszy rzut oka sprawiały wrażenie kul tłuszczu o bardzo gęstej konsystencji. Średnice ich wynosiły od 6—10 μ . Występują nie we wszystkich skrawkach. W tych samych liściach, obok kulistych postaci

x-ciał, znajdowano x-ciała zwykłe, siatkowate. Tylko te ostatnie tworzyły się w skórze dolnej nad nerwem. Podobne, kuliste x-ciała widoczne były z reguły w drobnych, zniekształconych liściach w obrębie kwiatostanu, jak również i w później powstałych, chorobliwie zniekształconych liściach odroślowych.

Kuliste x-ciała są mniej stabilne. Znikają po utrwaleniu w płynie Carnoy i Bouina. Po utrwaleniu w nasyconym roztworze kwasu pikrynowego czasem pozostawała z nich cienka warstewka obwodowa. W formalinie pęczniały. Na inne barwniki i odczynniki reagowanie ciał kulistych



Ryc. 1. X-ciała u *Althaea rosea* (L.) Cav. Fig.: a, b, c, f — kuliste x-ciała z wodniczkami w komórkach skórki z liści z objawami chorobowymi. Preparat w wodzie.

Fig.: d, e — rozpadanie się x-ciał i powstawanie form krystalicznych

Fig.: a, b, c, f — Spherical x-bodies with vacuoles in the epidermal cells from the leaves showing disease symptoms (Living, unstained); fig.: d, e — Desintegration of the x-bodies and the formation of crystalline forms (Living, unstained)

było podobne jak x-ciał siatkowatych. Nie rozpuszczały się w alkoholu absolutnym, eterze, acetonie. Na ogół nie barwił ich Sudan III i IV, Sudan czarny B (w alk. 70%), kwas osmowy 2%. Jednakże często wokół nie zabarwionych kul zaznaczała się obwódka — różowa po Sudanach czerwonych, szara po kwasie osmowym i Sudanie czarnym. Ta zewnętrzna otoczka, o charakterze tłuszczowym, przypuszczalnie sprawiła, że barwniki — błękit metylenowy i trypanowy — przenikały trudniej i słabiej barwiły x-ciała. Natychmiastowe zabarwienie następuje po uprzednim umieszczeniu skrawków w alkoholu absolutnym. W tych warunkach barwiła kule i czerwień rutenowa. Zabarwienie tutaj nie jest jednolite. Strefy zabarwione silniej występują obok barwiących się słabiej (Tabl. I, fig. 7). Pod wpływem jodu w jodku potasu barwi się tylko warstwa obwodowa kul. Na niejednorodny rozkład substancji wchodzących w skład kulistych x-ciał wskazują również wyniki otrzymane po zastosowaniu metody Balda.

Zabarwienie purpurowe otrzymuje się tylko w pewnych strefach kuli. Barwione błękitem bromofenolu kule stają się bladoniebieskie, z odcieniem ciemniejszym na obwodzie.

Podobnie jak inne analogiczne inkluzje, kuliste x-ciała przechodziły w formy krystaliczne. Zjawisko to było odwracalne. Obserwacje przeprowadzono na skórcie małych liści w górnej części kwiatostanu. Prawie każda komórka górnej skórki zawierała kuliste x-ciało. W tych warunkach ułatwione było zidentyfikowanie inkluzji w cytoplazmie nawet wtedy, kiedy ich pierwotny charakter ulegał zmianie. W preparatach ze skórki, oglądanych w wodzie, obserwowano stopniową deformację kul, które rozlewały się, tworzyły uwypuklenia wydłużone palczasto, przypominające figury myelinowe. Te występy po krótkim czasie rozpadały się na drobne kryształy dwójłomne, wydłużone i izodiametryczne (Tabl. I, fig. 9—13: ryc. 1d, e). Kryształy powstawały i w środkowej części spłaszczonych teraz kul.

Rycina 1 przedstawia różne stadia rozpadania się utworów kulistych i ich przekształcania się w kryształy. Opisane transformacje zachodziły w żywych komórkach i były, jak wspomniano, odwracalne: z rozczłonkowanych już ciał powstawały z powrotem błyszczące kule.

Na materiale z tych liści, utrwalonych metodą McManusa i barwionych błękitem Nilu, widoczne były, oprócz wszystkich opisanych powyżej obrazów, także płytki heksagonalne i inkluzje w postaci słupków heksagonalnych, w które przekształciły się kule (Tabl. I, fig. 5, 6). Wszystkie te formy barwił błękit Nilu na niebiesko z odcieniem zielonym.

W żywych komórkach skórki liści, wykazujących plamistość mozaikową, można było obserwować powstawanie form krystalicznych również z x-ciał o strukturze siatkowato ziarnistej (ryc. 2). X-ciała były tutaj stosunkowo małe z wyraźnym nitkowatym zrębem. Zawierały, jak zwykle, krople i ziarenka różnej wielkości, a także drobne kryształy. W pewnych momentach tworzyły się w nich raptownie utwory igiełkowate, lub wrzecionowate różnej długości. Pojawiały się i niekiedy równie prędko znikwały. Procesy te zachodziły tak szybko, że niemożliwe było zaobserwowanie poszczególnych etapów, o których pisze A m e l u n x e n (1958).

Często powstawanie form krystalicznych poprzedzało zlanie się drobnych kuleczek w większe krople. Krople te stopniowo zwiększały rozmiary, koło nich gromadziły się mniejsze kuleczki zawieszone na nitkach. W niektórych ciałach z siatki pozostały tylko ślady. Ziarnistych utworów było mało. Jako jedyna pozostałość innych x-ciał widoczne były grupy złożone z kilkunastu drobnych kryształów (ryc. 2, fig. f, g). W pewnych komórkach z siatkowatych x-ciał tworzyły się x-ciała kuliste opisane powyżej.

Analogiczne, stopniowe powstawanie większych agregatów w obrębie x-ciała, aż do tworzenia się płytek heksagonalnych, któremu towarzyszyło równoległe zanikanie elementów strukturalnych x-ciała, zaobserwowano i na skrawkach utrwalonych (ryc. 2, fig. a, g, i.).

W komórkach skórki wszystkich badanych organów występowały sporadycznie — niezależnie od x-ciał — inkluzje wirusowe, wykazujące wielką różnorodność kształtów. Były to utwory włóknienkowate, nicio-wate, pasemkowate, proste i zgięte, niekiedy zwinięte lub splecione ze



Ryc. 2. Powstawanie różnych form krystalicznych z x-ciał o strukturze siateczko-wato-ziarnistej. Obserwacje na materiale żywym, z wyjątkiem fig. f oraz fig. i

The formation of different crystalline and paracrystalline forms from the x-bodies with granular-reticular structure. (Living, unstained) except f and i (Bouin, pyronine Nile sulfate staining)

sobą, igły, czasem długości całej komórki, kiedy indziej drobne „spike“ kryształy ipt. Bardzo liczne kryształy dwójłomne wypełniały martwe komórki, które znajdowały się niekiedy w liściach. Wszystkie te inkluzje barwiły się barwnikami zasadowymi i kwaśnymi. Nie badano ich bliżej.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Inkluzje znalezione w cytoplazmie komórki skórki u *Althaea rosea* zaliczono do tej kategorii utworów towarzyszących wirozom, które Goldstein nazwała x-ciałami (Goldstein 1927). Zrobiono to ze względu na charakter morfologiczny i cytochemiczny, a także z uwagi na cykl przemian, jakim podlegają.

Swoją postacią przypominają one najbardziej analogiczne ciała opisane przez Kassanisa i Sheffield jako bezkształtne masy o budowie luźnej ziarnistej u szeregu tytoniów porażonych „severe etch virus” (por. fig. 1, Tabl. XXXIX w pracy Kassanisa z 1939 r. i fig. 6. T. 1 oraz fig. 3 i 4 T. III w pracy Sheffield z 1941 r.). Wykazują również pewne podobieństwo do inkluzji cytoplazmatycznych towarzyszących innej wirozie tytoniów, a mianowicie plamistości pierścieniowej (Woods 1933, fig. 2 F i K).

Jednakże Sheffield uważa wspomniane utwory bądź za młode formy, które potem staną się zwarte, kuliste lub owalne, bądź za późne stadia rozwoju poprzedzające rozpadanie się ciał. Natomiast x-ciała siateczkowate u *A. rosea* stanowią najbardziej trwałą postać inkluzji w cytoplazmie przedstawicieli tego gatunku porażonych wiroz.

Badania w mikroskopie elektronowym (Sheffield 1946, Wilkins i współpr. 1950, Steere i Williams 1953, Rubio 1954, Wehrmeyer 1957, Amelunxen 1957 i 1958) i polaryzacyjnym (Wilkins i współpr. 1. c.); badania cytochemiczne (Rawlins i inni 1956), wreszcie sztuczne zarażanie zdrowych roślin wyizolowanymi kryształami Iwanowskiego przez Goldina w r. 1938 (Goldin 1958) dowiodły, że wszystkie formy inkluzji parakrystalicznych i krystalicznych zbadanych dotąd, są utworzone całkowicie lub w dużej mierze z cząstek wirusowych. Mniej jednoznaczne są wyniki badań dotyczących inkluzji amorficznych. Dla przykładu podam, że w x-ciałach liści tytoniu porażonych zwykłym szczepem TMW nie stwierdzono wirusów metodą Sakaguchi na argininę (Rawlins i współpr. 1. c., Rubio 1956). Nie wykazały ich również, lub wykazały w małej ilości, obserwacje w mikroskopie elektronowym (Rubio 1. c. i cytowani przez tegoż autora Scotland, Hagedorn i Stahmann 1955). Natomiast te same metody pozwoliły na wykrycie wirusów w x-ciałach towarzyszących szczepowi mozaiki aucuba (Sheffield 1939, 1941, 1946, Rawlins i współpr. 1. c., Rubio 1956).

Należy przypuszczać, że x-ciała znalezione u *Althaea rosea* zawierają wirusy, przy czym agregacja cząstek wirusowych nastąpiła nie tylko w kulistych ciałkach opisanych wyżej, ale i w niciach siateczki. Potwierdzają to następujące fakty: 1. reakcje barwne, 2. testy cytochemiczne, 3. tworzenie się kryształów w x-ciałach, 4. stopniowe zanikanie kuleczek i siateczki podczas przekształcania się x-ciał w formy krystaliczne.

W cytoplazmie *Althaea rosea* znaleziono różne postacie inkluzji wirusowych krystalicznych (parakrystalicznych) i amorficznych. Powstawanie tak licznych form inkluzji w obrębie jednej rośliny stanowi potwierdzenie charakterystycznej dla wirusów właściwości skupiania się w bardzo różnorodny sposób, którą podkreślali Wilkins i współpr. w 1950 r.

STRESZCZENIE

Opisano x-ciała znalezione po raz pierwszy u przedstawicieli *Althaea rosea* dotkniętych wirozą. Badano je w skórze. Występowały pod dwiema postaciami: 1. jako nieforemne masy o strukturze siateczkowato-ziarnistej, zawierające niekiedy drobne kryształy dwójłomne, 2. jako błyszczące kule o wyglądzie szklistym z jedną lub kilku wodniczkami. Pierwszy typ był bardziej stabilny; zjawiał się z reguły we wszystkich oglądanych kwiatach w kielichu, kieliszku i płatkach, w przylistkach, w liściach wykazujących objawy chorobowe. Drugi typ — tylko w tych ostatnich, już późną jesienią. Kuliste homogeniczne x-ciała powstawały z x-ciał o strukturze siateczkowato-ziarnistej.

Podobnie jak analogiczne utwory znalezione przy innych wirozach, x-ciała u *Althaea rosea* przekształcały się w formy krystaliczne lub zbliżone wyglądem do kryształów. Były to kryształy izodiametryczne i podługowate, formy igiełkowate i wrzecionowate w żywych komórkach, formy pryzmatyczne i płytki heksagonalne, bryłowate masy podobne w różnym stopniu do kryształów — w materiale utrwalonym.

W x-ciałach siateczkowato ziarnistych wyróżniono kilka kategorii utworów granularnych: najliczniejsze kuliste ciała o średnicy 0,6—0,8 μ barwiące się barwnikami zasadowymi i kwaśnymi i dające reakcję na białko i na RNA, kuleczki tłuszczu utworzone przez fosfolipidy i tłuszcze obojętne oraz ziarniste utwory o średnicy 0,3—0,4 μ . Te ostatnie uznano za sferozomy ze względu na ich własności optyczne, małe wymiary i trwałość. Zachowywały się po wszystkich utrwalaczach, także w preparatach utrwalonych w płynie Bouina, po ekstrakcji tłuszczów pirydyną. Chondriozomów w x-ciałach nie znaleziono.

Wyrażono przypuszczenie, że x-ciała u *Althaea rosea* zawierają materiał wirusowy skupiający się nie tylko w wyżej opisanych kuleczkach, ale również w mniejszych ilościach w niciach zrębu. Przypuszczenie to oparto na następujących obserwacjach: 1. wyniki reakcji barwnych i testów cytochemicznych, 2. raptowne zanikanie nie tylko utworów granularnych, ale i nici siateczki, podczas przekształcania się x-ciał w formy krystaliczne.

Skonstatowano w komórkach skórki różnych organów sporadyczne występowanie innych inkluzji wirusowych amorficznych i krystalicznych nie związanych z x-ciałami. Były wśród nich niemal wszystkie postacie inkluzji wirusowych opisywanych w literaturze: kryształy izodiametryczne, „spike“, kryształy, igły — czasem długości komórek — i inne drobne utwory włókienkowate, pasemkowate, wrzecionowate, proste, wygięte, splecione ze sobą itp.

Barwiły się one barwnikami kwaśnymi i zasadowymi w materiale świeżym i utrwalonym. Nie badano ich bliżej.

Zakład Anatomii i Cytologii Roślin
Uniwersytetu Łódzkiego

(Wpłynęło dn. 4.4.1960 r.)

SUMMARY

X-bodies were found for the first time in virus infected specimens of *Althaea rosea* (L.) C a v. They were studied in the epidermal cells. Two kinds of amorphous intracellular inclusions occurred: 1. irregular shaped bodies with reticular-granular structure, sometimes containing small birefringent crystals and 2. spherical, more compact, homogeneous bodies with one or more vacuoles. The bodies of the first form were more stable. They appeared regularly in all examined flowers, in the involucre, calyx, petals also in the stipules and leaves showing external disease symptoms. The second type of inclusions was found only in leaves in late autumn. The spherical x-bodies arised from the reticular-granular type.

Like similar bodies in other virus infected plants the both types of x-bodies of *A. rosea* could be transformed in crystalline or crystal-like inclusions. In the living cells elongated or isodiametric crystals, needle and spindle shaped forms were observed; in the fixed material hexagons, flat hexagonal plates, more or less crystal-like blocks were found. In the reticular-granular x-bodies following types of granules were discerned: 1. the most numerous, spherical particles from 0,6 to 0,8 μ in diameter, stainable with basic and acid dyes and giving positive tests for protein and ribonucleic acid, 2. lipid globules consisting of phospholipids and neutral fats, 3. granules from 0.3 to 0.4 μ in diameter. The last ones were recognized as the spherosomes by their optical properties, small dimensions and stability. They persisted after various cytological fixatives also after Baker's pyridine extraction test. The mitochondria were not found in the x-bodies of *A. rosea*.

It is supposed, that in *A. rosea* the x-bodies contain virus material not only agglomerated in above described granules, but also, in smaller amount, in the filament reticulum. This supposition is based on following observations: 1. the results of the staining and cytochemical tests, 2. rapid disappearance not only of granular structures but also of the reticulum during the formation of the crystalline inclusions in living cells.

In the epidermal cells of different organs appeared occasionally other kinds of virus inclusions both amorphous and crystalline, non connected with x-bodies. Among them nearly all kinds of the virus inclusions described in the literature were found: isodiametric crystals, spike-like crystals, spindle-shaped bodies, needles, often as long as the cell, flexible fibres and bands straight, curved, coiled, twisted etc. They were stained both with acid and basic dyes in living cells and in fixed tissues. They were not thoroughly studied.

LITERATURA

- Amelunxen F., 1957, Die Virus-Eiweisspindeln der Kakteen, *Die Naturwiss.* 44:239.
- Amelunxen F., 1958, Die Virusspindeln der Kakteen, *Protoplasma* 49: 140—178.
- Bawden F. C., 1950, *Plant virus diseases*, Waltham, Mass.
- Goldin M. I., 1954, Wirusnyje wkluczenia w rastitielnoj kletkie, Moskwa.
- Goldstein B., 1927, The x-bodies in the cells of dahlia plants affected with mosaic disease and dwarf, *Bull. Torrey Bot. Club.* 54: 285—293.
- Kassanis B., 1939, Intracellular inclusions in virus infected plants, *Ann. Appl. Biol.* 26: 707—709.
- Klebahn H. 1928, Experimentelle u. cytologische Untersuchungen im Anschluss an Alloiophyllie u. Viruskrankheiten, *Planta* 6: 40—95.
- Klinkowski M., 1958, *Pflanzliche Virologie* Bd II, Berlin.
- Kochman J. i Stachyra T., 1958, Materiały do poznania chorób wirusowych roślin w Polsce, *Roczn. N. Roln.* 77. S. A., Warszawa.
- Mazia D., P. A. Brewer, M. Alfert, 1953, The cytochemical staining a measurement of protein with mercuris bromophenol blue, *Biol. Bull.* 104: 57—67.
- Miličić D. i V. Bralić, 1958, Virus-körper in *Rumex obtusifolius*, *Protopl.* 49: 226—230.
- Pearse A. G. E., 1957, *Histochemia*, Warszawa.
- Perner E. S., 1955, Die Sphärosomen (Mikrosomen) pflanzlicher Zellen *Protopl.* 46: 471—481.
- Rawlins T. E., 1957, A modification of Balds stain for viruses a for inclusions associated with virus infections, *Phytopath.* 47: 307.
- Rawlins T. E., A. J. Weierich a. D. E. Schlegel, 1956, A histochemical study of certain plant viruses by mean of the Sakaguchi reaction for arginin, *Virol.* 2: 308—311.
- Rubio M., 1954, Rapid extraction of intact crystalline inclusions from the cells of plants infected with tobacco mosaic virus, *Nature* 174: 313.
- Rubio H., 1956, Origin a composition of cell inclusions associated with certain Tobacco a Crucifer viruses, *Phytopath.* 46: 553—556.
- Sheffield F. M. L., 1931, The formation of intracellular inclusions in solanaceous hosts infected with aucuba mosaic of tomato, *Ann. Appl. Biol.* 18: 471—493.
- Sheffield F. M. L., 1939, Micrurgical studies on virus infected plants, *Proc. Roy. Soc. B.* 126: 529—538.
- Sheffield F. M. L., 1941, The cytoplasmic and nuclear inclusions associated with severe etch virus, *J. Roy. Micr. Soc.* 61: 30—45.
- Sheffield F. M. L., 1946, Preliminary studies in the electron microscope of some plant virus inclusion bodies, *J. Roy. Micr. Soc.* 66: 69—76.
- Smith K. M., 1957, *A Textbook of Plant Virus Diseases*, II wyd., London.
- Steere R. L. i R. C. Williams, 1953, Identification of crystalline inclusion-bodies extracted intact from plant cells infected with tobacco mosaic virus, *Amer. J. Bot.* 40: 81—84.
- Wehrmeyer W., 1957, Darstellungen u. Strukturordnung eines Tabakmosaicvirus-Einschlusskörpers in der Zelle, *Naturwiss.* 44: 519—520.
- Wilkins M. H., A. R. Stokes, W. E. Seeds, A. G. Oster, 1950, Tobacco mosaic virus crystals a three-dimensional microscopic visions, *Nature* 166: 127—129.
- Woods M. W., 1953, Intracellular bodies associated with ring-spot, *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 5: 419—434.

Juglandaceae w interglacialnym profilu z Suszna nad Bugiem

Juglandaceae in the interglacial deposits of Suszno

(Doniesienie tymczasowe)

A. STACHURSKA

W osadach starszego interglacjału z Suszna nad Bugiem występują ziarna pyłku trzech rodzajów rodziny *Juglandaceae*: *Juglans*, *Carya*, i *Pterocarya*. Wszystkie te trzy rodzaje podawane już były z innych stanowisk interglacjału wielkiego w Polsce: z Gościęcina (A. Środoń 1957), z Olszewic (M. Sobolewska 1956) i z Włodawy (A. Stachurska 1957).

Stanowisko z Włodawy znajduje się w odległości trzech zaledwie kilometrów od opracowywanego obecnie Suszna. Osady obu stanowisk powstały w tym samym interglacjale i przypuszczalnie w podobnych warunkach. Można więc było spodziewać się, że w materiale plejstocenijskim z Suszna zostaną znalezione również ziarna pyłku *Juglandaceae*. Potwierdziłoby to słuszność poprzednich moich oznaczeń z Włodawy. Największe znaczenie przywiązywałam do powtórnego stwierdzenia występowania rodzaju *Carya*. Okaz z Włodawy, podany po raz pierwszy dla polskiego interglacjału jako pyłek znajdujący się tam *in situ*, mógł budzić zastrzeżenia zupełnie uzasadnione, z powodu częstego występowania w osadach starszego interglacjału sporomorf egzotycznych, znajdujących się w materiałach plejstocenijskich na wtórnym złożu.

Analiza paleobotaniczna wykazała, że organogeniczne osady profilu z Suszna powstały w chłodnym końcowym odcinku interglacjału wielkiego. W ubogim gatunkowo zestawie subarktycznego lasu występują od pierwszych spagowych poziomów wszystkie trzy rodzaje rodziny *Juglandaceae*. Na ogólną liczbę 72 zbadanych próbek, *Pterocarya* została znaleziona w 24 poziomach; występuje ona w bardzo niskich procentach

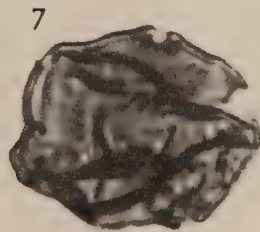
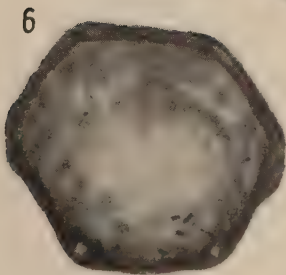
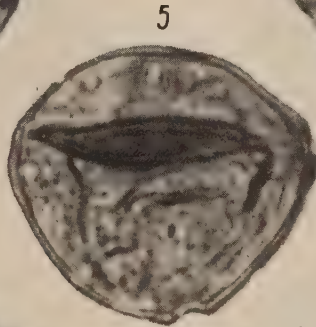
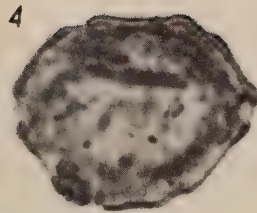
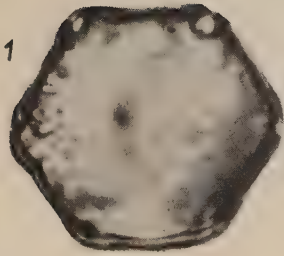
(0,5—1%) osiągając słabe maksimum 3% w jednym tylko poziomie. Nie tworzy ciągłej krzywej w przeciwieństwie do profilu w sąsiedniej Włodawie. *Carya* występuje w dwóch poziomach (0,5%), *Juglans* w trzech próbkach, również w ilości zaledwie 0,5%.

Oznaczenie rodzajowe kopalnych ziarn pyłku tych trzech rodzajów jest zupełnie pewne i nie budzi wątpliwości. Znacznie trudniejsze jest ustalenie przynależności gatunkowej. Ziarna pyłku *Juglans* trudne do rozróżnienia nawet w porównawczym materiale współczesnym, dają bardzo małe możliwości oznaczenia gatunku w materiale kopalnym. Pyłek *Juglans* z Suszna nie jest wprawdzie skorodowany, ale tak pogięty i zniekształcony, że nie daje możliwości bliższego oznaczenia. *Carya* (Tabl. II, fot. 5, 6) może być oznaczona z dużą dozą prawdopodobieństwa jako *C. cf. ovata* K. Koch (= *C. alba* Nutt.). Przemawia za tym gładka linia brzegu, charakterystyczne rozmieszczenie trzech por w równomiernych odstępach, nie na samym obwodzie, lecz na linii równoległej do obwodu, położonej nieco bliżej bieguna. Wielkość kopalnego pyłku mieści się w granicach wielkości ustalonych dla współczesnego gatunku *C. ovata*.

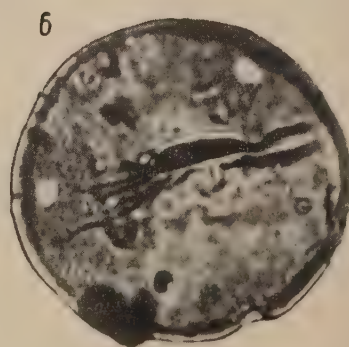
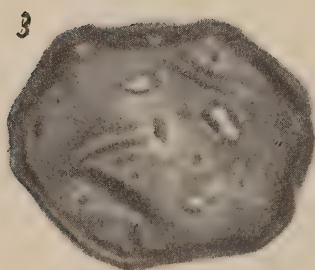
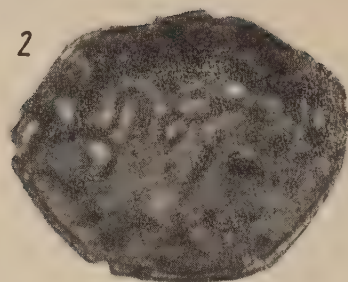
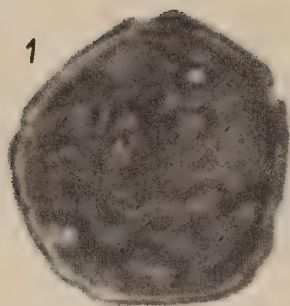
Różna wielkość, jak i znaczne różnice morfologiczne występujące u kopalnych ziarn pyłku *Pterocarya* z Suszna (Tabl. I, fot. 1—7, Tabl. II, fot. 1—4) pozwalają przypuszczać, że nie należą one do jednego gatunku. Większość kopalnych ziarn pyłku wykazuje duże podobieństwo do *P. stenoptera* D. C. (Tabl. I, fot. 1—4, 6, 7). Wskazuje na to ogólny charakter pyłku, jak i niewielkie wymiary. Większe ziarna (Tabl. I, fot. 5 i Tabl. II, fot. 1—4) mogą należeć równie dobrze do gatunku *P. caucasica* C. A. Mey (= *P. fraxinifolia* Spach.), jak i do *P. rhoifolia* Sieb. et Zucc.

Położenie geologiczne profilu z Suszna wyklucza jakiegokolwiek zaburzenia w tworzących się osadach interglacjalnych i możliwość zanieczyszczeń pochodzących z rozmytych starszych osadów. Znaleziony w profilu pyłek trzech egzotycznych rodzajów rodziny *Juglandaceae* można więc uważać za znajdujący się *in situ*.

TABLICA I



TABLICA II



SUMMARY

The author has found the pollen grains of *Pterocarya*, *Juglans* and *Carya* in the interglacial deposits of Suszno, belonging to the interglacial Masovien (Mindel-Riss). The fossil pollen of *Carya* (Table II, figs. 5, 6) is the most similar to that of *C. ovata* K. Koch (= *C. alba* Nutt.), the fossil pollen of *Pterocarya*, varies in size and form, is similar to that of *P. stenoptera* D. C. (Table I, figs 1—4, 6, 7), *P. rhoifolia* Sieb. et Zucc. and *P. caucasica* C. A. Mey (= *P. fraxinifolia* Spach.) (Table II, figs 1—4).

LITERATURA

- Engler A., 1894, *Juglandaceae* in Engler A. und Prantl K. Die natürlichen Pflanzenfamilien.
- Erdtman G., 1952, Pollen Morphology and Plant-Taxonomy. Angiosperms, Upssala.
- Erdtman G., 1954, An introduction to pollen analysis, Waltham, Mass. U.S.A.
- Iljinskaja A., 1953, Monografia rodzaju *Pterocarya* Kunth, Trudy Bot. Inst. Akad. Nauk ZSRR.
- Sobolewska M., 1956, Wyniki analizy pyłkowej osadów interglacialnych z Olszowic, Inst. Geol. Biul. 100.
- Stachurska A., 1957, Roślinność interglacialna z Włodawy nad Bugiem, Acta Soc. Bot. Pol. 24 (3): 567—569.
- Stachurska A., 1957, Roślinność interglacialna z Włodawy nad Bugiem, Inst. Geol. Biul. 118.
- Środoń A., 1955, *Pterocarya* cf. *fraxinifolia* Spach w polskim plejstocenie, Acta Soc. Bot. Pol. 24 (3): 635—637.
- Środoń A., 1957, Flora interglacialna z Gościęcina koło Koźła, Inst. Geol. Biul. 118.

Pflanzensoziologische Untersuchungen der Waldgesellschaften des Riesengebirges

W. MATUSZKIEWICZ und A. MATUSZKIEWICZ

In Vorbereitung einer Vegetationskartierung des Nationalparks im Riesengebirge wurden im Jahre 1959 vegetationskundliche Untersuchungen angefangen, welche in zwei — drei Jahren abzuschliessen sind. Im vorliegenden Aufsatz wollen wir die Ergebnisse der pflanzensoziologischen Durchforschung der Wald- und Gebüschgesellschaften aus den Klassen *Vaccinio-Piceetea* und *Quercus-Fagetum* kurz darstellen.

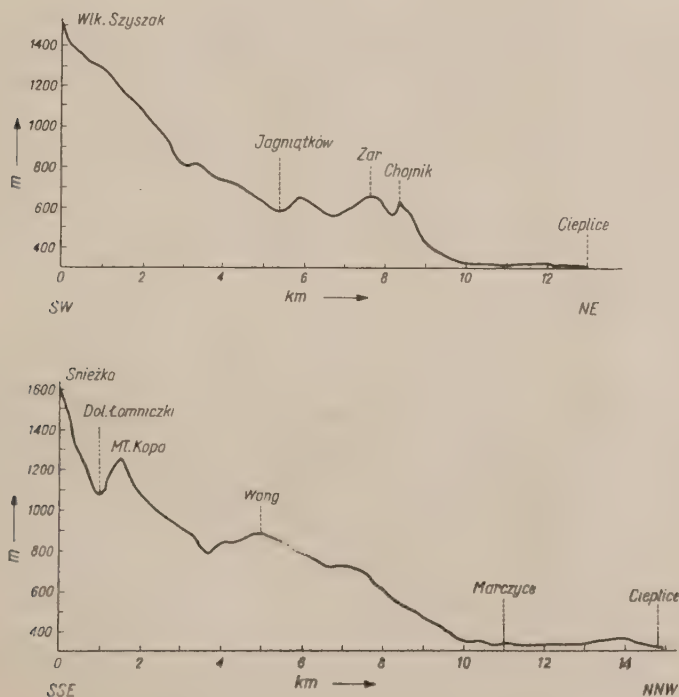


Fig. 1. Zwei topographische Querschnitte durch das nördliche Riesengebirge: Hohes Rad — Bad Warmbrunn (oben) und Schneekoppe — Bad Warmbrunn (unten)

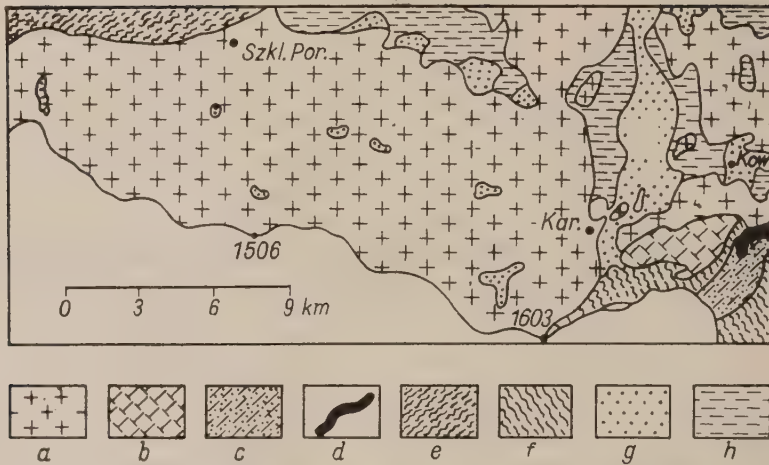


Fig. 2. Geologische Übersichtskarte des schlesischen Teiles des Riesengebirges nach S. Doktorowicz-Hrebnicki (1948). a — Granit; b — Granitgneis, c — Biotitgneis; d — Amphibolit; e — Glimmerschiefer der Kontaktzone; f — Glimmerschiefer; g — Diluviale Sande und Kiese; h — Alluviale Maden und Fluszsande

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über den schlesischen Teil des Hauptkammes vom Mummelberg zum Grenzbaudenpass und umfasst die ganze alpine und subalpine Stufe, den grössten Teil der oberen montanen Stufe sowie einzelne Gebiete im Bereich der unteren montanen Stufe, so besonders bei Szklarska Poręba (Schreiberhau), Jagniątków (Agnietendorf) und Karpacz (Krummhübel). Über die physiographischen Verhältnisse des Gebietes gibt es umfangreiche Literatur; einige standortsökologisch wichtigen Angaben sind in beiliegenden Diagrammen (Fig. 1—6) dargestellt worden.

In methodischer Hinsicht haben wir uns den Ideen der Schule von J. Braun-Blanquet (1951) führen lassen. Bei Verwertung der Vegetationsaufnahmen und Fassung der Gesellschaftseinheiten haben wir das in der Bundesanstalt für Vegetationskartierung Stolzenau, Weser erarbeitete Verfahren mit Erfolg benutzt. Wir sind dem Leiter der BfV, Herrn Prof. Dr. Reinhold Tüxen, zu einem ganz besonderen Dank verpflichtet für die freundliche Einladung und manche Anregungen sowie stete Fürsorge, welche wir während unseres Aufenthaltes in seinem Institut in Stolzenau empfunden haben. Unser Dank gebührt auch den Mitarbeitern der BfV, den Herren Wilhelm Lohmeyer und Dr. Werner Trautmann, welche uns, trotz Belastung mit eigenen Arbeiten, durch ihre Erfahrung und manche Ratschläge vielfach unterstützt haben.

Neben der Vegetation wurden auch die Böden vergleichsmorphologisch untersucht und in die Beziehung mit den Pflanzengesellschaften gebracht.

Bei der Deutung der bodenbildenden Prozesse sowie Fassung der Bodentypen folgen wir den Anschauungen von W. L. Kubiěna (1953) und W. Laatsch (1954). Für die schematischen Bodenprofile benutzen wir die Signaturen des Agrikulturchemischen Institutes ETH Zürich.

Die Pflanzengesellschaften des Riesengebirges sind schon früher von A. Zlatnik (1925, 1928), K. Hueck (1939), J. Wittig (1942/43), S. Macko (1952) u.a. untersucht worden ohne eine endgültige Lösung aller pflanzensoziologischen Fragen gefunden zu haben. Es ist das Ziel unserer Arbeit die Waldgesellschaften des betreffenden Gebietes auf Grund neugewonnenen Aufnahmемaterials schärfer zu fassen, ihre Untereinheiten herauszuarbeiten und die Beziehungen zu den bestimmenden Standortsfaktoren aufzuhellen.

Wir haben 7 Assoziationen unterschieden, welche wir nun in systematischer Folge anführen wollen.

Klasse: *VACCINIO-PICEETEA* Br. - Bl. 1939.

Ordnung: *PINETALIA* Oberd. 1949.

Verband: *PINION* Libbert 1933.

Assoziation: *PINETO-VACCINIETUM MYRTILLI* (Kobendza 1930)
Br. - Bl. et Vlieg. 1939.

Der natürliche Kiefernwald kommt im Riesengebirge recht selten und nur in kleinen Fragmenten vor. Er besiedelt süd- und ostexponierte,

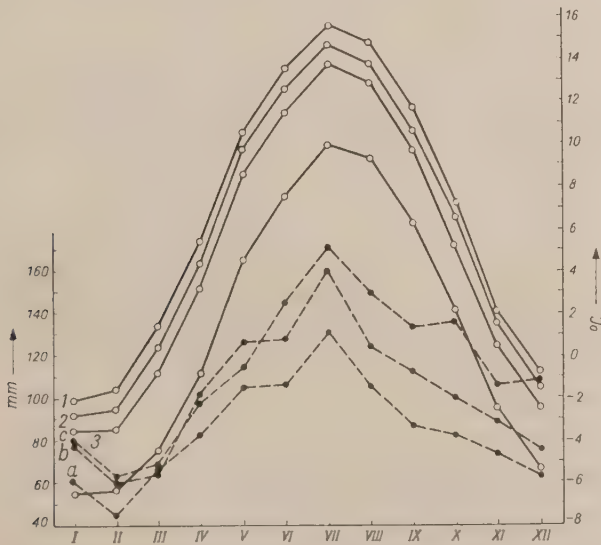


Fig. 3. Mittlere Monatstemperaturen: 1 — Krummhübel (600 m); 2 — Schreiberhau (633 m); 3 — Wang (873 m); 4 — Prinz-Heinrichbaude (1415 m). Mittlere monatliche Niederschlagssummen: a — Krummhübel (600 m); b — Wang (873 m); c — Prinz-Heinrichbaude (1415 m)

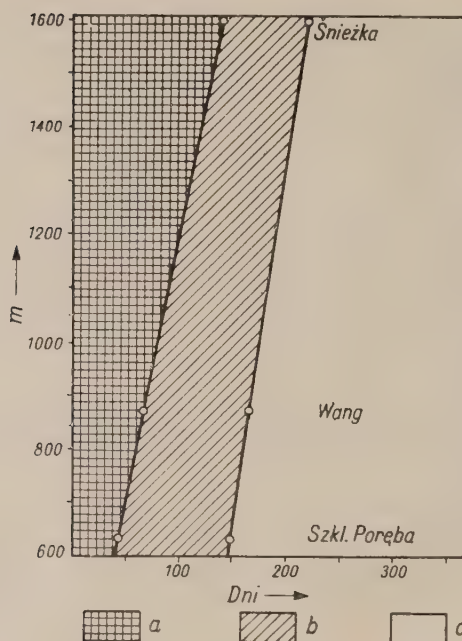


Fig. 4. Vertikale Verteilung der Eistage (a), Frostwechseltage (b) und frostfreien Tage (c) im Riesengebirge

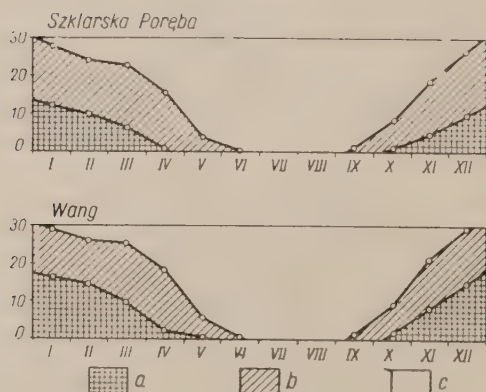


Fig. 5

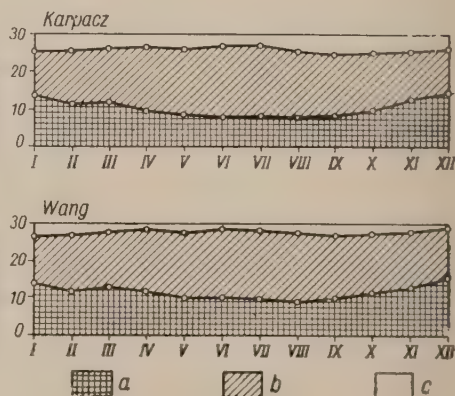


Fig. 6

Fig. 5. Jahreszeitliche Verteilung der Eistage (a), Frostwechseltage (b) und frostfreien Tage (c) in der montanen Stufe des Riesengebirges (oben: Schreiberhau, unten: Wang)

Fig. 6. Jahreszeitliche Verteilung des Bewölkungsgrades in der montanen Stufe des Riesengebirges (oben: Krummhübel, unten: Wang). a — völlig bewölkte Tage (mittlere Bewölkung 1,0—0,8); b — teilweise bewölkte Tage (mittlere Bewölkung 0,7—0,3); c — heitere Tage (mittlere Bewölkung 0,2—0,0)

felsblockreiche Kuppen in tieferen Lagen der unteren montanen Stufe. Es sind relativ die trockensten Waldstandorte des Gebietes.

Die Zugehörigkeit der Gesellschaft zum *Pinion*-Verband unterliegt keinem Zweifel, obwohl die entsprechenden Bestände, als extrazonale

Tabelle 1

Pineto-Vaccinietum myrtilli (Kobendza 1930) Br.-Bl. et Vlieg. 1939

Laufende Nr.		1	2	3	4
Nr. der Aufnahme		1246	"4"	"2"	88
Höhe ü.d.M.		530	600	650	440
Exposition		E	E	S	SWW
Neigung (°)		25	10	20	15
Deckung d.Baumschicht %		60	.	.	70
Deckung d.Strauchschicht %		20	.	.	30
Deckung d.Krautschicht %		80	.	.	70
Deckung d.Moosschicht %		60	.	.	20
Aufnahmefläche m ²		150	.	.	500
Artenzahl		16	21	16	22

<u>Bestände:</u>					
<i>Pinus silvestris</i>	a	3.3	3	5	5.5
—	c	.	+	+	(+)
<i>Picea abies</i>		2.2	2	+	+
—	b	2.2	.	+	3.2
—	c	.	+	+	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	b/c	+/	1/	+/	+/+
<i>Quercus robur</i>	c	+	+	.	+
<i>Fagus sylvatica</i>	a	+	.	.	+
—	b/c	+/	.	.	+/+
<i>Betula pendula</i>	b	.	.	+	.
<i>Larix decidua</i>	a	.	.	.	+
<i>Abies alba</i>	c	.	.	.	+
<u>Kennarten d. Verb. u. d. Ordn.:</u>					
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		1.2	+	1	2.3
<i>Dicranum undulatum</i>		.	+	1	1.2
<u>Kennart der Klasse:</u>					
<i>Vaccinium myrtillus</i>		4.5	4	5	4.4
<u>Begleiter:</u>					
<i>Calluna vulgaris</i>		+	2	+	+
<i>Dicranum scoparium</i>		3.3	+	1	+2
<i>Hylocomium splendens</i>		1.2	+	+	+2
<i>Pleurozium schreberi</i>		2.3	+	2	1.2
<i>Polytrichum juniperinum</i>		+2	+	+	+2
<i>Deschampsia flexuosa</i>		.	2	2	1.2
<i>Cladonia</i> sp.		+2	+	.	.
<i>Calamagrostis villosa</i>		.	+	+	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>		.	+	.	(+2)
<i>Cladonia chlorophaea</i>		1.2	.	.	.
<i>Cladonia furcata</i>		+2	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>		+2	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		.	1	.	.
<i>Cetraria islandica</i>		.	+	.	.
<i>Convallaria maialis</i>		.	1	.	.
<i>Festuca ovina</i>		.	1	.	.
<i>Ptilidium ciliare</i>		.	.	+	.
<i>Calamagrostis arundinacea</i>		.	.	.	+2
<i>Corylus avellana</i>	c	.	.	.	+
<i>Hieracium murorum</i>		.	.	.	+
<i>Luzula luzuloides</i>		.	.	.	+2
<i>Monotropa hypopitys</i>		.	.	.	+2

Randerscheinungen des Verbandes, stark verarmt sind und keine besseren Kennarten besitzen. Über die Assoziationszugehörigkeit lässt sich kaum etwas sicheres sagen solange nicht die vorgenommenen vergleichend-systematischen Untersuchungen die Frage nach der regionalen Gliederung der mitteleuropäischen Kiefernwälder in Gebietsassoziationen gelöst haben. Wir haben vorläufig die Gesellschaft zum *Pineto-Vaccinietum myrtilli* im alten, weiten Sinne gestellt, sind jedoch überzeugt, dass

Tabelle 2

Fichtenwälder und Fichtenforste der unteren montanen Stufe

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.d.Aufnahme in d.Kartei	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245
Höhe u.d.M.	750	690	1050	700	530	940	890	1000	850	840	820	690	840	720	700	920
Exposition	N	N	N	N	NNW	NNE	NNW	NNE	NNW	NNE	NNW	NE	SE	NNE	-	NNW
Neigung (°)	+ 5	10	5	35	35	15	15	15	25	15	10	15	15	10	-	10
Deckung d.Baumschicht %	70	80	70	70	70	70	70	70	80	70	70	70	70	70	70	70
Deckung d.Strauchschicht %	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
Deckung d.Krautschicht %	70	40	40	70	40	50	30	30	60	80	60	70	60	30	60	70
Deckung d.Moosschicht %	30	10	40	40	50	40	10	20	10	10	10	30	40	+	+	20
pH im Bodenhorizont A ₁	4,5	-	-	4,5	4,5	4,8	4,5	-	4,3	4,8	4,5	4,8	-	-	-	-
Aufnahmefläche m ²	300	150	200	300	150	300	150	150	150	200	250	300	150	150	150	150
Artenzahl	31	25	24	35	24	37	23	20	27	32	35	20	25	20	36	27

Bäume:																	
Picea abies	a	4.4	4.5	4.5	4.5	3.3	4.4	4.5	4.5	5.5	4.4	4.5	4.5	4.4	4.5	4.4	4.5
-	b	+	+	+	+	+2	1.1	1.1	+	1.1	2.2	1.1	2.1	1.1	1.2	1.2	.
Sorbus aucuparia	c	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
-	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fagus sylvatica	b/c	/+	/+	.	/+	1.1	.	/+	.	/+	.	/+	.	/+	.	+/+	(+)
-	c	+	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
Betula pendula	c	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus	a/c	.	.	.	.	/r	+/+	.	.	/+	+/+	.	.	.	.	.	.
Abies alba	a/c	.	.	/r	.	21/+	+/+	.	.	.	.	.	.	/+	.	.	.
Larix decidua	a/c	.	+/	.	.	.	.	.	.	.	.	+/	.	.	.	+/+	.
Pinus silvestris	a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kenn- u. Trennarten der Fichtenwälder d.unter.mont.Stufe:																	
Plagiothecium undulatum	1.3	1.2	+2	+2	1.2	+2	+2	+2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidadelphus loreus	1.2	+2	1.3	+2	+2	1.2	+2	.	.	+2	.	+	.	.	.	.	.
Dryopteris austriaca	+2	+2	+2	.	+	1.2	.	+2	.	.	+2	+	.	.	.	.	.
ssp.dilatata	+2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiothecium curvifolium	+2	+2	+2	+2	.	+2	+2	.	.	.	+2	+2	.	.	.	.	.
Calamagrostis villosa	(+2)	.	1.2	+2	.	+3	+2	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.
Trennarten d.Untereinheiten:																	
Calamagrostis arundinacea	.	.	.	.	.	+3	+2	1.2	2.3	1.2	+2	+2	+2	+2	+2	1.2	.
Senecio fuchsii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
Epilobium angustifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Rubus idaeus	.	.	.	.	.	.	r	+	(r)	+	r	.	.	.	r	+	+
Kennarten d. Verb. u.d. Ordn.:																	
Bazzania trilobata	+2	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Melampyrum silvaticum	.	.	.	.	+2	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Homogyne alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.
Lycopodium annotinum	.	.	.	.	.	.	1.3	.	(+3)	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum maius	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lycopodium selago	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.
Kennarten der Klasse:																	
Vaccinium myrtillus	3.3	2.2	2.3	2.3	3.3	2.3	1.2	+2	+2	1.3	1.2	+2	3.3	+2	2.2	1.2	.
Vaccinium vitis-idaea	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.
Ptilium crista-castrensis	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter:																	
Deschampsia flexuosa	4.4	2.3	2.3	4.4	1.2	2.3	1.2	1.3	1.2	+2	2.3	4.3	3.3	2.3	2.3	2.2	.
Dicranum scoparium	1.3	+2	2.3	1.2	2.3	1.2	1.3	1.3	+2	1.2	1.3	+2	2.3	+2	+2	1.3	.
Polytrichum formosum	1.3	1.2	2.3	1.3	1.3	2.3	1.2	+3	1.3	1.2	+2	1.3	1.2	+2	+2	1.3	.
Luzula luzuloides	+2	+2	1.2	(+)	.	+2	+2	1.2	+2	3.3	1.2	1.2	+	+2	1.2	2.2	.
Oxalis acetosella	(+)	+2	+	.	.	1.2	1.2	1.3	1.3	2.3	2.3	+	.	.	1.2	2.3	.
Maianthemum bifolium	.	+	+	+	.	+3	+	+2	.	+3	(+)	+2	+2	+	.	+	.
Dryopteris austriaca	.	+	+2	.	.	(+)	+2	+	+2	(+)	.	+	.	+	+	+2	.
ssp.spinulosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurozium schreberi	1.2	1.2	.	2.3	1.2	+2	.	.	.	.	+	+2	1.2	.	+2	.	.
Kytnum cupressiforme	.	+2	.	+2	+2	+2	+2	.	+2	.	.	+2	+2	+2	+2	.	.
Hieracium murorum	.	.	.	(+)	.	.	+	+	+	+	1.1	.	.	.	.	1.1	1.1
Callium saxatile	.	+2	.	(+2)	.	.	+2	.	+2	.	+2	+2	.	+2	+2	.	.
Athyrium filix-femina	(+2)	.	+2	.	.	+2	.	.	.	+2	+	.	.	.	.	.	+3
Mnium hornum	+2	+2	.	.	1.2	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	+2	+2
Dicranodontium denudatum	.	.	+2	.	+2	+2	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	+2
Hieracium lichenalii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Polygonatum verticillatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+
Lepidozia reptans	1.2	.	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylocomium splendens	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	+2	.	.
Lophocolea heterophylla	.	.	.	(+2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.
Folia nutans	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	+2	.	.
Frenanthes purpurea	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Dicranella heteromalla	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	+2	+2	2.3	.	.	.	+
Mycelis muralis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	(+)	.	.	.	.	+
Cladonia coniocraea	+2	.	+2	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.
Blechnum spicant	(r)	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila asplenoides	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.
Ptilidium ciliare	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.
Gentiana asclepiadea	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.
Calypogeia trichomanis	.	.	.	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2
Digitalis purpurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzula pilosa	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Carex pilulifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Tabelle 3

Gesellschaftsvergleich der natürlichen Fichtenwälder der oberen
(a) und unteren (b) montanen Stufe im Riesengebirge

Nr. der Tabelle Zahl der Aufnahmen Mittlere Artenzahl	a				b	
	1	2	3	4	5	6
	22	25	27	29	28	29
Keonarten des Verbandes:						
<i>Picea abies</i>	V	V	V	V	V	V
<i>Plagiothecium undulatum</i>	V	V	V	IV	V	V
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	I	II	I	I	V	IV
<i>Homogyne alpina</i>	V	V	V	V	.	III
<i>Lycopodium annotinum</i>	V	IV	II	I	.	II
<i>Lycopodium selago</i>	I	II	II	I	.	I
<i>Melampyrum silvaticum</i>	I	II	.	I	II	I
<i>Bazzania trilobata</i>	I	I	II	.	III	.
Kenn- u. Trennarten d. Pic. herc.:						
<i>Trientalis europaea</i>	IV	V	V	V	.	.
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	III	IV	III	III	.	.
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	I	III	III	II	.	.
<i>Athyrium alpestre</i>	I	II	V	V	.	.
<i>Barbilophozia floerkei</i>	I	II	III	.	.	.
<i>Hylacomium umbratum</i>	I	II	II	.	.	.
<i>Listera cordata</i>	II	I	.	.	.	.
Trennarten des Fichtenwaldes der unteren montanen Stufe:						
<i>Hieracium murorum</i>	.	+	.	.	II	V
<i>Fagus silvatica</i>	.	.	.	.	V	III
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	I	III
<i>Abies alba</i>	.	.	.	.	II	I
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	II	IV
<i>Dryopteris austriaca</i>	.	.	.	.	II	V
<i>ssp. spinulosa</i>	.	.	.	.	III	III
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	.	.	.	.	IV
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	.	.	.	.

- 1 — *Piceetum hercynicum typicum*, reine Variante;
- 2 — *Piceetum hercynicum typicum*, *Oxalis acetosella*-Variante.
- 3 — *Piceetum hercynicum filicetosum*, reine Variante;
- 4 — *Piceetum hercynicum filicetosum*, *Rumex arifolius*-Variante;
- 5 — Fichtenwald der unteren montanen Stufe, reine Variante;
- 6 — Fichtenwald der unteren montanen Stufe, *Calamagrostis arundinacea*-Variante.

Fortsetzung der Tabelle 2:

- a — Fichtenwald, reine Variante
- b — Fichtenwald, *Calamagrostis arundinacea*-Variante
- c — Fichtenforst an Stelle des Hainsimsen-Buchenwaldes

Ausserdem in zwei Aufnahmen: *Monotropa hypopitys*: + (2, 14); *Quercus robur* c: r (4), (5); *Sambucus racemosa* b: + (6, 10); *Solidago virga-aurea*: + (6, 10); *Dryopteris filix-mas*: + • 2 (6), (+) (11); *Cladonia digitata*: + • 2 (6, 12); *Polytrichum juniperinum*: + • 2 (7, 15); *Dryopteris phegopteris*: (+) (9), + • 2 (10); In einer Aufnahme: in 1: *Carex stellulata* + • 2, *Mylia taylori* + • 2, *Polytrichum commune* + • 2, *Sphagnum rubellum* (+ • 2); in 2: *Ptilidium pulcherrimum* + • 2; in 3: *Luzula silvatica* + • 2; in 4: *Barbilophozia barbata* + • 2, *B. hatcheri* + • 2, *Ctenidium molluscum* + • 2, *Dicranum fuscescens* + • 2, *Leucobryum glaucum* (+ • 2), *Rhytidiadelphus triquetrus* + • 2, *Salix caprea* c r; in 5: *Brachythecium starkei* + • 2, *Poly-podium vulgare* +, *Sphagnum nemoreum* + • 2; in 9: *Mnium punctatum* + • 2; in 11: *Brachythecium rutabulum* + • 2; in 13: *Cladonia squamosa* + • 2, *Isoterygium elegans* + • 2, *Picea abies* b +; in 14: *Cladonia* sp. + • 2; in 15: *Carex pallescens* + • 2, *Deschampsia caespitosa* + • 2, *Lophocolea cuspidata* + • 2, *Luzula multiflora* + • 2, *Plagiothecium ruthei* + • 2; in 16: *Dryopteris Hanaeana* +.

diese Assoziation eher in zwei oder drei Gebietsassoziationen aufzuteilen und als Assoziationsgruppe aufzufassen ist. Dann würde unsere Gesellschaft der westlichsten jener Einheiten einzureihen.

Ordnung: *VACCINIO-PICEETALIA* Br. - Bl. 1939.

Verband: *VACCINIO-PICEION* Br. - Bl. 1938.

Unterverband: *ABIETO-PICEION* Br. - Bl. 1939.

Die ausgedehnten Fichtenwaldungen der unteren montanen Stufe des Riesengebirges wurden bisher durchwegs als künstliche Forste betrachtet. Das trifft in den meisten Fällen tatsächlich zu, doch gibt es auch Bestände, welche als lokalbedingte natürliche Dauergesellschaft aufzufassen sind (s. Tab. 2. a, b). Sie sind auf nordexponierte $\pm$ flache Hänge oder tief eingeschnittene Bachtäler beschränkt und zeigen bei recht guter Vitalität keine Tendenz auf sich auszubreiten. Neben dominierender Fichte kommen im Baumbestande vereinzelte Buchen und Tannen vor. Als regionale Kennarten kommen für die Höhenstufe einige Verbands- und Ordnungsarten in Betracht, welche mit hoher Stetigkeit vorzukommen pflegen und die Gesellschaft gegenüber den Buchenwäldern sowie künstlichen Fichtenforsten gut abgrenzen lassen. Von dem Fichtenwald der oberen montanen Stufe wird die Gesellschaft durch Fehlen dessen Charakterarten sowie durch Vorhandensein übergreifender *Quercus-Fagetum*-Arten und sonstiger Differentialarten (s. auch Tab. 3.) abgetrennt. Sie stellt bestimmt eine eigene Artenkombination dar und verdient den Rang einer Assoziation. Bei dem Fehlen entsprechender Vergleichsmaterialien aus anderen Teilen der Sudeten sowie benachbarten Gebirgen können wir nicht entscheiden ob hier eine eigene Gebietsassoziation vorliegt oder ob die Gesellschaft mit einer der schon bekannten Assoziationen zu identifizieren ist. Wir müssen uns vorläufig damit begnügen unsere Gesellschaft ihrer gesamten Artenkombination nach bloss dem *Abieto-Piceion* — Unterverband anzuschliessen.

Die Abhängigkeit des Vorkommens der natürlichen Fichtenwälder von den topographischen Faktoren wird durch die Fig. 7. gezeigt.

Die Böden des Fichtenwaldes der unteren montanen Stufe sind als podsoliierte Braunerden zu bezeichnen (s. Fig. 8.).

An Standortsformen der Gesellschaft sind zu unterscheiden:

- a. typische Variante ohne eigene Trennarten und
- b. *Calamagrostis arundinacea* - Variante, welche mit dem Waldreitgras sowie *Senecio fuchsii*, *Prenanthes purpurea*, *Mycelis muralis*, *Dryopteris filix-mas* u. a. zum *Luzulo-Fagion* vermittelt.

Zum Vergleich haben wir in Tab. 2. auch einige Aufnahmen echter Fichtenforsten zusammengestellt.

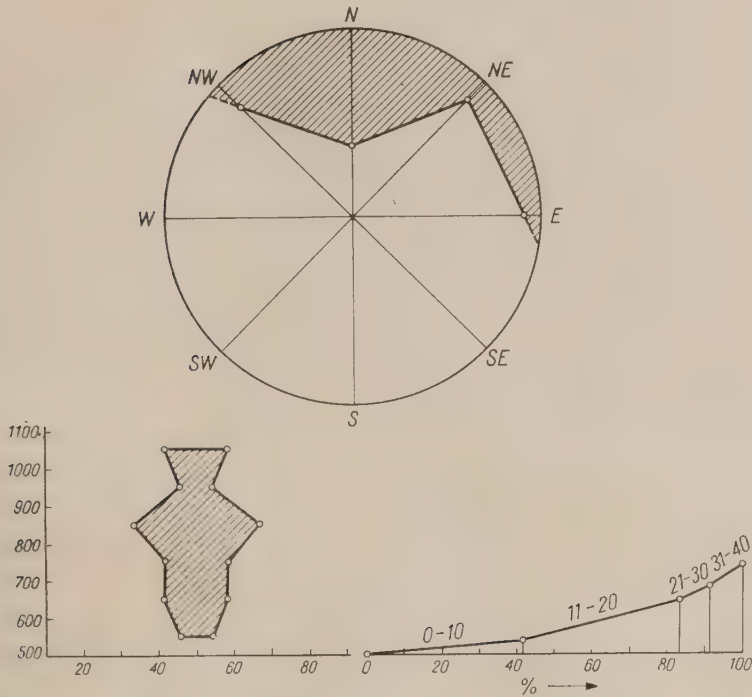


Fig. 7. Verteilung der Aufnahmen der natürlichen Fichtenwälder in der unteren montanen Stufe des Riesengebirges auf die verschiedenen Himmelsrichtungen. Bodenneigungen und Höhenlagen

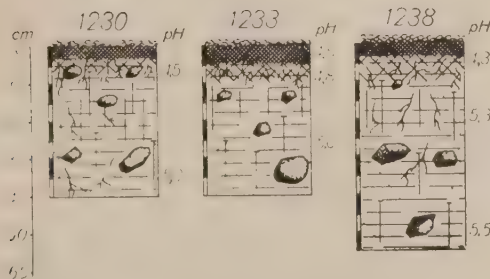


Fig. 8. Bodenprofile aus den natürlichen Fichtenwäldern der unteren montanen Stufe des Riesengebirges

Unterverband: *RHODORETO-VACCINION* Br. - Bl. 1926.

Assoziation: *PICEETUM HERCYNICUM* Tü x e n (1932) 1939.

Natürliche und zum Teil urwüchsige Fichtenwälder bilden im Riesengebirge den zusammenhängenden Vegetationsgürtel in der oberen montanen Stufe. Sie stellen hier die klimabedingte Schlussgesellschaft dar. Durch die Charakterarten: *Trientalis europaea*, *Sphagnum girgensohnii*, *Barbilophozia lycopodioides*, *B. floerkei*, *Hylocomium umbratum* sowie einige subalpinen Begleiter (z. B. *Athyrium alpestre*) wird die Gesellschaft lokal gut umschrieben und gegen die Fichtenwälder der tieferen Lagen abgegrenzt; auch kommen die Laubwaldarten so gut wie gar nicht mehr vor. Die boreal-kontinentale Art *Trientalis europaea* kennzeichnet die Assoziation auch in regionaler Betrachtung.



Fig. 9. Regionale Verteilung einiger Fichtenwälder der oberen montanen Stufe in Mitteleuropa: a — *Mastigobryeto-Piceetum* (Trautm. 1952) = *Soldanello-Piceetum* Volk 1939; b — *Lophozieto-Piceetum* Volk 1939; c — *Piceetum hercynicum* Tü x e n (1932) 1937; d — Fichtenwälder der Westkarpathen („*Piceetum tatricum*“ prov.)

Tabelle 4

Piceetum hercynicum T ü x e n (1932) 1937

	typicum															filicetosum																						
	typische Variante						Oxalis acetosella-Variante									typische Variante						Rumex arifolius - Variante																
Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
Nr.d.Aufn.in d.Kartei	1145	1148	1153	1155	1152		1140	1147	1151	1150	1150	1150	1150	1150	1156	43	83	81	1150	1190	77				1200	1142	1200	37	1180	1141	1100	40	1154	1144				
Höhe ü.d.M.	1220	1150	1100	1100	1270		1170	1080	1150	1150	1230	1200				1150	1160	1130	1170	1100	1150	1250		1200	1130	1200	1180	1160	940	1150	1180	1140	1180					
Exposition	NNE	S	N	N	N	N	N	NE	S	NNW	SE	SEE	NNE	E	NNW	NNE	NNW	NNE	NW	NNW	NNE	NNE	NNE	N	NNE	NE	E	SEE	NNE	NE	NNE	SEE	NEE	NW	NE			
Nelung (°)	15	10	35	25	15	25	20	15	20	25	20	20	5	25	10	15	20	10	20	15	15	20	10	15	20	15	25	20	30	15	25	10	30	25	25	10		
Deckung d.Baumschicht %	50	70	70	70	60	60	60	60	70	70	60	70	60	70	60	60	70	60	70	60	60	70	70	60	60	50	60	50	60	50	80	70	70	40	50			
Deckung d.Strauchschicht %	10	+	+	+	5	+	+	20	+	+	5	+	10	+	+	10	10	10	+	10	10	+	+	+	+	+	+	+	+	10	+	+	+	+	+			
Deckung d.Krautschicht %	60	70	60	70	60	40	60	60	70	70	80	60	60	60	70	80	70	50	40	80	80	60	60	50	70	80	70	80	40	90	70	80	70	70	80			
Deckung d.Moosschicht %	80	60	70	70	60	50	40	30	40	30	70	70	70	50	40	50	80	70	50	60	60	20	40	40	50	20	30	30	20	70	50	60	80	40	50	50		
pH im Bodenhorizont A	4,5	4,3	+	4,3	4,5	4,5	4,5	+	4,5	4,5	+	4,5	4,5	4,3	+	4,5	4,3	4,8	4,3	4,5	4,5	4,8	4,3	4,5	4,5	4,5	4,3	4,8	4,3	4,5	4,5	4,5	5,0	5,3	5,3			
pH im Bodenhorizont B/C	4,5	+	+	+	5,0	+	4,5	+	4,5	4,5	+	5,0	4,8	4,5	+	4,8	4,8	6,00	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00		5,0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Aufnahmefläche m²	150	200	200	150	100	200	300	100	200	300	100	100	600	200		100	500	200	600	200	200	300	400		100	100	200	100	200	200	200	300	300	150	150	150		
Artenzahl	29	23	21	23	16	21	22	24	27	23	29	23	26	23	31	22	27	30	26	27	22	26	26	33	28	24	26	35	30	25	28	34	33	25	27	34		
Bäume:																																						
Picea abies	a	3.3	4.3	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3		4.3	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	3.3	4.3	4.3	4.3	4.3	3.3	4.4	4.4	4.3	3.3	3.3	
-	b	1.2	+	+	+	+	+	2.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
-	c	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Sorbus aucuparia	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
-	b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
-	c	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Kennarten d.Ass.,Verb.u.Ordn.:																																						
Homogyne alpina	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Flagiothecium undulatum	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Trientalis europaea	+	+	+	+	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
Sphagnum girgensohnii	+	+	+	+	+	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
Lycopodium annotinum	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Barbilophozia lycopodioides	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Lycopodium selago	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Barbilophozia floerkei	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Hylocomium umbratum	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Rhytidadelphus loreus	+	+	+	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
Bazzania trilobata	+	+	+	+	+	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
Melampyrum silvaticum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Listera cordata	(+2)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Trennarten d. Untereinheiten:																																						
Oxalis acetosella	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Polytrichum commune	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Malanthemum bifolium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Athyrium alpestre	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Streptopus amplexifolius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Veratrum lobelianum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Rumex arifolius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Dryopteris phegopteris	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Adenostyles alliariae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Dryopteris linnaeana	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Stellaria nemorum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Kennarten der Klasse:																																						
Vaccinium myrtillus	3.4	4.4	4.4	4.4	4.3	3.3	3.3	4.3	3.4	3.3	4.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.4	4.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3		
Vaccinium vitis-idaea	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Begleiter:																																						
Dryopteris austriaca	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ssp. dilatata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Calamagrostis villosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Beschampsia flexuosa	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Dicranum scoparium	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2			

Ausserdem in zwei Aufnahmen: *Sphagnum rubellum*: + 2 (2), 1.3 (23); *Tetraphis pellucida*: + 2 (4, 21); *Cephalozia* sp.: + 2 (8, 9); *Sphagnum recurvum*: 1.3 (8), 2.3 (18); *Cephalozia media*: + 2 (17, 18); *Sphagnum squarrosum*: + 2 (25, 36); *Plagiothecium ruthei*: + 2 (33, 36). In einer Aufnahme: in 1: *Cladonia coccifera* + 2, *C. gracilis* + 2, *C. rangiferina* 1.2, *C. squamosa* 1.2, *Kiaeria starkei* 1.2, *Plagiochila asplenoides* 1.2; in 2: *Betula pendula* 1.2; in 4: *Polytrichum juniperinum* 1.2; in 8: *Cladonia deformis* + 2; in 9: *Cladonia* sp. 1.2, *Lophozia porphyroleuca* 1.2; in 11: *Cetraria islandica* + 2, *Hieracium murorum* 1.2; in 14: *Petasites albus* 1.2; in 16: *Mnium affine* 1.2; in 17: *Lophozia centri-cosa* 1.2; in 18: *Carex stolonifera* 1.2, *Plagiothecium lactum* 1.2; in 19: *Dicranella heteromalla* 1.2; in 22: *Mnium hornum* 1.2; in 23: *Cephalozia leucantha* + 2; in 24: *Mnium* sp. 1.2; in 26: *Carex canescens* 1.2; in 28: *Sphagnum palustre* 1.2, *Thuidium tamariscinum* 1.2; in 31: *Paris quadrifolia* 1.2, *Arctium unguiculatum* 1.2, *Plagiothecium* 1.2; *Pohlia nutans* + 2; in 32: *Aconitum napellus* 1.2, *Chiloscyphus polyanthus* 1.2, *Myosotis scorpioides* ssp. *palustris* 1.2, *Valeriana sambucifolia* 1.2; in 33: *Dolichotheca striatella* 1.2, *Shenodenticulatum* 1.2; in 35: *Polytrichum gracile* 2.2; in 36: *Paraleucobryum longifolium* + 2, *Plagiothecium platyphyllum* + 2.



Tabelle 5

Gesellschaftsvergleich einiger Fichtenwälder der oberen montanen Stufe
(*Rhodoreto-Vaccinion*-Unterverband) Mitteleuropas

Nr der Tabelle Zahl der Aufnahme	a		b		c						d					
	1 7	2 21	3 11	4 36	5 17	6 35	7 10	8 15	9 21	10 16	11 11	12 12	13 5	14 11	15 23	16 26
Kennarten des Verbandes:																
<i>Picea abies</i>	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Plagiothecium undulatum</i>	I	IV	II	II	V	II	V	V	V	III	I	III	IV	V	IV	II
<i>Lycopodium annotinum</i>	III	V	IV	IV	I	I	III	IV	II	II	II	I	I	I	IV	III
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	I	V	IV	V	IV	II	II	II	I	I	I	I	IV	I	V	.
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	IV	V	V	IV	II	+	V	IV	III	II	IV	I	II	I	IV	.
<i>Lycopodium selago</i>	I	I	IV	II	II	.	I	II	I	I	I	.	I	I	III	IV
<i>Homogyne alpina</i>	I	V	III	V	.	.	V	V	V	V	IV	V	IV	V	V	V
<i>Hylocomium umbratum</i>	I	I	I	.	.	.	I	I	I	I	I	I	I	.	I	+
<i>Listera cordata</i>	.	II	.	+	.	.	I	I	.	.	I	.	.	.	II	III
Regionale Kenn- und Trennarten der Assoziationen:																
<i>Soldanella montana</i>	III	V	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bazzania trilobata</i>	V	V	III	I	I	I	I	I	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	.	.	V	V	.	III	I	II	III	I	IV	.	.	I	I	I
<i>Barbilophozia floerkei</i>	.	.	V	V	.	+	.	I	I	.	.	I	.	I	I	.
<i>Trientalis europaea</i>	.	I	.	III	IV	IV	V	IV	V	III	III	III	.	I	.	.
<i>Melampyrum silvaticum</i>	.	.	.	.	I	.	I	I	I	I	II	I	.	.	.	.
<i>Galium saxatile</i>	.	.	.	I	III	III	I	I	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyrola uniflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	I	.	IV
<i>Luzula luzulina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	IV	III	IV	IV
<i>Soldanella carpatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	+	V

a — *Soldanello-Piceetum* Volk 1939.

- 7 Aufn. von O. H. Volk aus dem Bayerischen Walde (nach Braun-Blanquet, J., Sissingh, G., Vlieger, J., 1939. p. 31—32)
- 21 Aufn. von W. Trautmann (1952) aus dem Bayer. Walde (als *Mastigobryeto-Piceetum*, Subass. v. *Homogyne alpina*; Tab. 2. p. 292—293)

b — *Lophozieto-Piceetum* Volk 1939.

- 11 Aufn. von O. H. Volk aus dem Bayer. Walde (nach Br.-Bl. J. etc. 1939 p. 30—31)
- 36 Aufn. von W. Trautmann (1952) aus dem Bayer. Walde (typische Subass., p. 299—300)

c — *Piceetum hercynicum* Tüxen (1932) 1937.

- 17 Aufn. von R. Tüxen (1937) aus dem Oberharz (als *Piceetum excelsae sphagnetosum* und *oxalidetosum*, p. 123—124)
- 35 Aufn. von H. Schlüter aus dem Thüringischen Schiefergebirge (Grüneberg H., Schlüter H., 1957 — Tab. 8. p. 919—921, als *Piceetum hercynicum typicum*, beide Varianten)
- 10 Aufn. von W. Matuszkiewicz (n.p.) aus dem Isergebirge
- Piceetum hercynicum typicum* (diese Arbeit, Tab. 4.)
- Piceetum hercynicum filicetosum* (diese Arbeit, Tab. 4.)
- 16 Aufn. von W. Matuszkiewicz (n.p.) aus dem Glatzer Schneeberg
- 11 Aufn. von J. Smarda (1950) aus dem Altvatergebirge

d — Fichtenwälder der Westkarpathen.

- 8 Aufn. von W. Matuszkiewicz (n.p.) und 4 Aufn. von W. Kaweck i (1939) aus der Lipowska-Romanka-Gruppe in Westbeskiden
- 5 Aufn. von W. Matuszkiewicz (n.p.) aus dem Pilsko-Gebirge
- 5 Aufn. von J. Walas (1933) — (Tab. XVI. Aufn. 1—5) ergänzt durch 6 Aufn. von W. Matuszkiewicz (n.p.) aus dem Babia Góra-Gebirge
- 23 Aufn. von A. Medwecka-Kornaś (1955 — Tab. XVI. und Tab. XVII.) aus dem Gorce-Gebirge (*Piceetum tatricum abietetosum* und *subnormale*)
- 26 Aufn. von W. Szafer und Mitarb. aus der Tatra (zit. nach Br.-Bl. J. etc. 1939, *Piceetum tatricum normale* und *myrtilletosum*, p. 23—26).

Wir haben es vorgezogen das *Piceetum hercynicum*, welches schon im „Prodromus“ von Braun-Blanquet u. Mitarb. (1939) als „...ein Zwischenglied zwischen dem *Rhodoreto-Vaccinion* und dem *Piceion sep-*

tentrionale“ (l. c. S. 61.) bezeichnet worden ist, doch dem mitteleuropäisch-alpinen *Rhodoreto-Vaccinion*-Unterverband und nicht dem borealnordischen *Piceion septentrionale*-Unterverband zu unterstellen, weil die floristisch-soziologischen, ökologischen und syngenetischen Beziehungen der Assoziation zu den subalpinen Klimaxwäldern viel enger sind, als schwache, bloss durch den Siebenstern etwa angedeutete Anknüpfungen an die zonalen Fichtenwälder der nordosteuropäischen Raumes. In dieser Hinsicht stimmt unsere Auffassung mit derjenigen von E. Oberdorfer (1957) überein.

Die systematische Stellung unserer Gesellschaft geht aus dem Vergleich mit den natürlichen Fichtenwäldern der Nachbargebiete klar hervor (s. Tab. 5, und Fig. 9.): sie ist derselben Assoziation anzuschliessen wie die subalpinen Fichtengesellschaften anderer Sudetenzüge, des Erzgebirges (Reinhold F., 1939), des Thüringischen Schiefergebirges (Grüneberg H., Schlüter H., 1957), des Harzes (Tüxen R., 1937) und wahrscheinlich auch des Oberpfälzer Waldes (Oberdorfer E., 1957). Sie entsprechen alle dem *Piceetum hercynicum* Tüxen (1932 n.n.) 1939. Die Gesellschaften des Bayerischen Waldes (Volk O. H., Priehäuser G., 1938; Trautmann W. 1952) sowie diejenigen der Westkarpathen (vgl. Szafer W., und Mitarbeitern 1923, 1927; Pawłowski B. u. Mitarb. 1927, 1928; Walas J. 1933; Medwecka-Kornaś A. 1955 u. a.) stellen dagegen andere Assoziationen dar.

Innerhalb des *Piceetum hercynicum* lassen sich wenigstens drei geographische Rassen vermuten:

a. Die Harz-Rasse: *Homogyne alpina* und *Hylocomium umbratum* fehlen, *Listera cordata* kommt kaum vor, die subatlantische Art *Galium saxatile* ist recht häufig; (Oberharz, Thüringer Wald).

b. Die Westsudeten-Rasse stellt die reinste Form der Assoziation dar; *Vaccinio-Piceion* — Arten sind am häufigsten vertreten (Iser- und Riesengebirge, Kolbenkamm).

c. Die Ostsudeten-Rasse vermittelt zu den Fichtenwäldern der Westkarpathen: *Bazzania trilobata* und *Galium saxatile* fehlen, *Trientalis europaea* wird seltener; *Pyrola uniflora*, welche ihren Schwerpunkt eher in karpathischen Piceeten hat, stellt sich ein (Glatzer Schneeberg, Altvaergebirge).

Piceetum hercynicum bildet im Riesengebirge eine Vegetationsstufe zwischen ± 1000 —1250 m ü. d. M. Die tiefsten Bestände kennen wir etwa um 940 m; es handelt sich um nordexponierte, luftkalte Täler. Die obere Grenze der Gesellschaft, welche mit der subalpinen Waldgrenze zusammenfällt, liegt etwa um 1250—1260 m; an besonders günstigen Stellen sind recht gut entwickelte Bestände noch bei 1300 m ü. d. M.

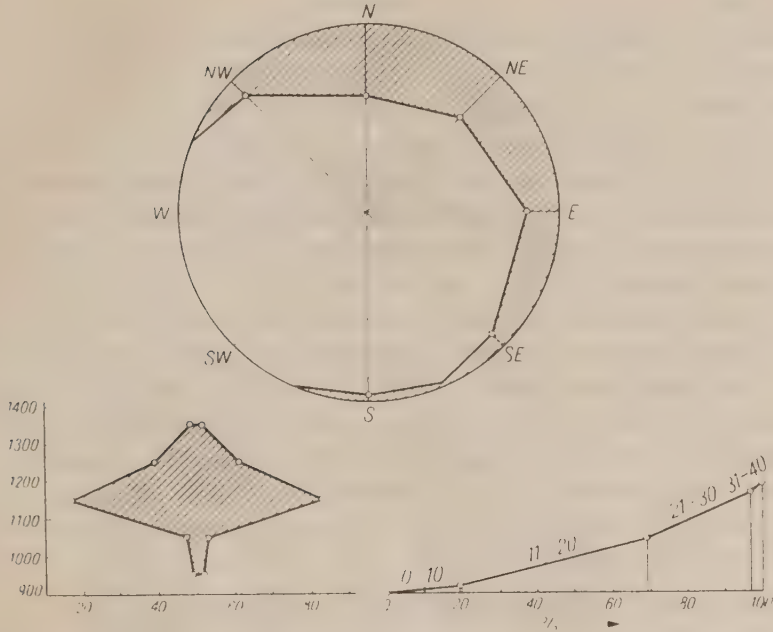


Fig. 10. Verteilung der Aufnahmen des *Piceetum hercynicum* im Riesengebirge auf die verschiedenen Himmelsrichtungen, Bodenreibungen und Höhenlagen

anzutreffen. Im optimalen Verbreitungsbereich ist die Gesellschaft wenig von topographischen Standortverhältnissen abhängig, wohl dagegen in extremen Lagen. Auch stellt sich die Gesellschaft, als gesamte Assoziation betrachtet, auf verschiedenen Böden ein (Fig. 11.). Es sind am häufigsten primäre Eisen-Humus-Podsole vom verschiedenen Entwicklungsgrad, doch gibt es auch oligotrophe Ranker, gleyartige- und Gley-Podsole, Stagnogley-Böden und selbst Torfböden. Die Assoziation ist also als klimatisch bedingte Schlussgesellschaft aufzufassen.

Es lassen sich folgende Untereinheiten unterscheiden:

A. *Piceetum hercynicum typicum* — typische Subassoziation ohne eigene Trennarten. In der Krautschicht dominieren meist die Vaccinien; auch azidophile Gräser *Deschampsia flexuosa* und *Calamagrostis villosa* können faziesbildend auftreten. Die Kennarten des Verbandes und der Ordnung sind reichlich vorhanden. Diese Form ist für die oberen Hanglagen sowie skelletreiche, konvexe Hänge mit guter Wasserabführung charakteristisch. Man kann unterscheiden:

a. reine Variante auf relativ trockenen, feinerdearmen Felsblockböden und

b. *Oxalis*-Variante mit Frischezeigern *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium* und *Polytrichum commune* als Trennarten. Die letztgenannte Form kommt auf etwas frischeren, mittelnährigen Böden vor und leitet zu der nächsten Untergesellschaft über.

B. *Piceetum hercynicum filicetosum* — die farnreiche Subassoziation — wird in ihrem Aspekt durch die meist faziesbildenden Farne *Athyrium alpestre* und *Dryopteris austriaca* ssp. *dilatata* bestimmt. Als Trennarten sind die aus Hochstaudenfluren der *Betulo-Adenostyletea* — Klasse übergreifenden Arten zu nennen. Die Gesellschaft stockt auf feuchten, mit fließendem Wasser durchrieselten Böden und ist als lokalbedingte Dauergesellschaft aufzufassen. Sie kommt in flachen Mulden, weiten Bachrinnen und anderen wasserzügigen, „konkaven“ Hangteilen vor. Für das Gedeihen dieser Einheit ist entsprechende Boden- und Luftfeuchtigkeit von ausschlaggebender Bedeutung. Die farnreiche Subassoziation des subalpinen Fichtenwaldes ist daher in höheren Lagen relativ häufiger, doch kann die Gesellschaft längst der Bachrinnen ziemlich tief hinabsteigen.

Wir haben zwei Ausbildungsformen unterschieden:

a. Reine Variante steht dem Typus der Gesellschaft noch recht nahe. Der Kronenschluss ist normal, in der Krautschicht herrscht noch die Heidelbeere und andere *Vaccinio-Piceetea*-Arten vor. Der Alpen-

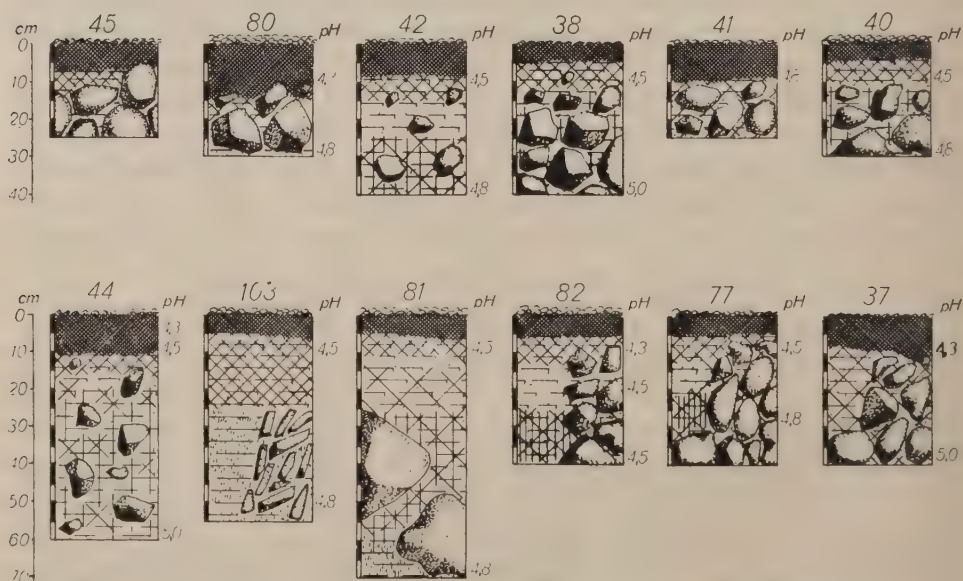


Fig. 11. Bodenprofile aus dem *Piceetum hercynicum* des Riesengebirges

Tabelle 6

Piceetum hercynicum sphagnetosum Tüxen 1937

Nr.d.Aufnahme:	1139
Höhe ü.d.M.:	960
Exposition:	N
Neigung (°):	15
Deckung d.Baumschicht %	70
Deckung d.Strauchschicht	+
Deckung d.Krautschicht %	40
Deckung d.Moosschicht %	80
Aufnahmefläche (m ²):	150
Artenzahl:	22

<u>Bäume:</u>				
<i>Picea abies</i>	a	4.5	<i>Sorbus aucuparia</i>	c +
-	b	+		
-	c	1.1		
<u>Kennarten d.Verbandes u.d.Ordnung:</u>				
<i>Plagiothecium undulatum</i>	1.2	<i>Homogyne alpina</i>		+
<i>Lycopodium annotinum</i>	+3	<i>Listera cordata</i>		+2
<u>Trennarten d.Subass.:</u>				
<i>Sphagnum recurvum</i>	4.4	<i>Sphagnum magellanicum</i>		+3
<u>Kennart d.Klasse:</u>				
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2.2			
<u>Begleiter:</u>				
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	<i>Dryopteris phegopteris</i>		+2
<i>Calamagrostis villosa</i>	2.3	<i>Hylocomium splendens</i>		+2
<i>Calypogeia trichomanis</i>	+2	<i>Lepidozia reptans</i>		1.3
<i>Cephalozia</i> sp.	+2	<i>Mnium punctatum</i>		+2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	+2	<i>Polygonatum verticillatum</i>		+
<i>Deschampsia flexuosa</i>	+2	<i>Polytrichum commune</i>		2.3
<i>Dryopteris austriaca</i>	+2			
<i>ssp.dilatata</i>	+2			

frauenfarn ist stets vorhanden, spielt jedoch mengenmässig eine untergeordnete Rolle. Die Gesellschaft ist für feinerdereiche, mässig feuchte Standorte typisch.

b. Die Variante von *Rumex arifolius* und *Dryopteris phegopteris* stellt auf wasserüberrieselten Böden eine Übergangsform zwischen dem Fichtenwald und Hochstaudenfluren, welche als Kontaktgesellschaften oft im kleinflächigen Wechsel vorzukommen pflegen, dar. Der Kronenschluss löst sich etwas auf: die Charakterzüge des *Vaccinio-Piceion*-Verbandes werden abgeschwächt. Die Gesellschaft ist bei zusagenden Reliefverhältnissen besonders gegen die Waldgrenze zu Hause und bestimmt oft das Landschaftsbild in höchsten Lagen der oberen montanen Stufe.

c. *Piceetum hercynicum sphagnetosum* — die moosreiche Subassoziation — welche z. B. im Oberharz zu den bezeichnendsten Ausbildungen der Assoziation gehört, kommt im Riesengebirge nur kleinflächig in abflusslosen, versumpfenden Mulden vor. Sie wird durch die aspektbestimmenden *Sphagnum*-Polstern und *Polytrichum commune*-Teppiche gekennzeichnet und leitet mit einigen *Ledetalia*-Arten zu den hochmoorartigen, auf ihre systematische Stellung noch zu untersuchenden, Gesellschaften über.

Assoziation: *PINETUM MUGHI SUDETICUM* ass. nova

Ausgedehnte Legföhrenbestände, welche im Riesengebirge in einem Gürtel oberhalb der Waldgrenze vorkommen, wurden bisher mehrfach beschrieben, ohne dass man auf ihre pflanzensoziologisch-systematische Fassung näher eingegangen wäre. Die Formation des Knieholzes ist fremd den anderen Mittelgebirgen Europas und auch dem grössten Teil der Alpen. Aus den Karpathen, wo die Gesellschaft grossflächig und vielerorts landschaftsbeherrschend vorkommt ist die Assoziation *Pinetum mughi carpaticum* Pawłowski 1927 beschrieben worden. Es bleibt zu entscheiden, ob wir im Riesengebirge mit derselben oder einer vikarie-renden Gebietsassoziation zu tun haben. Auf Grund des Vergleiches beider Gesellschaften (s. Tab. 8.) kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Die Ausbildung vom Riesengebirge ist floristisch bedeutend ärmer als jene der Karpathen.



Fig. 12. Regionale Verteilung einiger subalpinen Knieholzgesellschaften im östlichen Teil Mitteleuropas. a — *Pinetum mughi sudeticum*; b — *Pinetum mughi carpaticum*, Rasse der Westkarpathen; c — *Pinetum mughi carpaticum*, Rasse der Ostkarpathen

Pinetum mughi sudeticum ass, nova

Ausserdem in zwei Aufnahmen: *Georgia pellucida*: 1·2 (2), +·2 (18); *Polytrichum juniperium*: +·2 (3), 1·2 (24); *Cladonia silvatica*: +·2 (6, 22); *Festuca* sp.: +·2 (6, 27); *Cladonia coniocraea*: +·2 (7, 32); *Racomitrium heterostichum*: 1·2 (9, 13); *Anastrepta orcadensis*: +·2 (10, 18); *Rhytidiadelphus triquetrus*: +·2 (10, 27); *Sphagnum recurvum*: 2·3 (17, 32); *Potentilla aurea*: 1·2 (23, 33); *Cicerbita alpina*: 1 (27, 28); *Galium anisophyllum*: 1·2 (31), +·2 (33); *Luzula pilosa*: +·2 (31), + (33); *Blepharostoma trichophyllum*: 2·3 (17, 32); *Potentilla aurea*: 1·2 (23, 33); *Cicerbita alpina*: 1 (27, 28); *Galium anisophyllum*: 1·2 (31), +·2 (33); *Luzula pilosa*: +·2 (31), + (33); *Paraleucobryum longifolium*: +·2; in 2: *Blepharostoma trichophyllum*: +·2; in 3: *Plagiochila asplenoides*: +·2; in 4: *Cladonia furcata*: +·2; in 6: *Alectoria ochroleuca*: +·2; in 7: *Cladonia coniocraea*: +·2; in 8: *Racomitrium urnigerum*: +·2; in 12: *Galium saxatile*: +; in 14: *Cystopteris filix-fragilis*: +; in 15: *Dryopteris austriaca* ssp. *spinulosa*: +·2; in 16: *Lecidea grannosa*: +·2; in 21: *Chiloscyphus polyanthus*: +; in 22: *Arctoa fulvella*: +; *Lophocolea heterophylla*: +·2; in 24: *Anemone alpina* ssp. *eu-alpina*: +; *Hieracium murorum*: +; *Racomitrium sudeticum*: +·2; in 26: *Sphagnum* sp.: +·2; in 29: *Epilobium angustifolium*: +; *Dicranella heteromalla*: +; in 30: *Luzula sudetica*: +·2; in 32: *Dryopteris linnaeana*: +·2; *Pellia* sp.: +·2; *Plagiothecium ruthei*: +·2; *Plagiothecium striatellum*: +·2; *Polygonatum verticillatum*: +; in 34: *Prenthes purpurea*: +; *Ranunculus platanifolius*: +; *Rhytidiadelphus squarrosus*: +·2.

Tabelle 8

Gesellschaftsvergleich der Knieholzgebüsche des Riesengebirges und der Karpathen

Nr. der Tabelle: Zahl der Aufnahmen	a			b				c			
	1 9	2 27	3 7	4 6	5 26	6 35	7 27	8 33	9 53	10 12	11 11
Kennarten der Assoziationsgruppe (zugleich lokale Ass.-Kennarten):											
<i>Pinus montana</i> ssp. <i>mughus</i>	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Sorbus aucuparia</i> var. <i>glabrata</i>	V	V	V	V	V	V	III	II	III	V	IV
<i>Salix silesiaca</i>	.	I	II	IV	IV	V	III	I	I	III	II
Regionale Trennarten:											
<i>Trientalis europaea</i>	III	IV	V	.	I	.	.	.	.	.	.
<i>Galium saxatile</i>	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veratrum lobelianum</i>	III	I	V	I	II	IV	III	.	.	.	.
<i>Rumex arifolius</i> (typ.)	.	.	V	I	II	II	I	.	.	.	.
<i>Ribes petraeum</i> ssp. <i>carpaticum</i>	.	.	.	III	III	V	I	I	I	I	I
<i>Chrysanthemum rotundifolium</i>	.	.	.	.	.	IV	.	.	+	V	I
<i>Soldanella carpatica</i>	.	.	.	+	I	III	I	.	.	.	.
<i>Veratrum album</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	II	IV	V
<i>Rumex arifolius</i> ssp. <i>carpaticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	II	V	V
Kennarten d. Verbandes u.d. Ordnung:											
<i>Homogyne alpina</i>	V	IV	V	IV	IV	V	V	II	II	V	V
<i>Picea abies</i> (b,c)	V	V	V	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V
<i>Empetrum nigrum</i> ssp. <i>hermaphroditum</i>	IV	I	.	I	I	.	.	IV	IV	.	.
<i>Lycopodium selago</i>	III	III	III	I	II	.	.	.	.	I	.
<i>Lycopodium annotinum</i>	II	I	II	.	.	.	.	I	II	III	.
<i>Listera cordata</i>	.	.	.	.	.	I	II	III	I	III	.
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	I	I	II	.	.	.	.	.	.	.	III
<i>Plagiothecium undulatum</i>	.	I	I	.	I	.	.	.	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Barbilophoria lycopodioides</i>	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bazzania trilobata</i>	.	II	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hylacomium umbratum</i>	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.

a — Riesengebirge

1. *Pinetum montanae* nach K. Hueck (1939, Tab. 9.)
2. *Pinetum mughii sudeticum typicum* (diese Arbeit, Tab. 7.)
3. *Pinetum mughii sudeticum rumicetosum* (diese Arbeit, Tab. 7.)

b — Westkarpathen

4. 6 Aufn. von W. Matuszkiewicz (n.p.) aus dem Plisko-Gebirge
5. 16 Aufn. von J. Walas (1933, Tab. XV.) und 10 Aufn. von W. Matuszkiewicz (n.p.) aus dem Babia Góra-Gebirge
6. *Pinetum mughii carpaticum calcicolum* nach B. Pawłowski (zit. Pawowski B., Walas J., 1949, Tab. XVII.)
7. *Pinetum mughii carpaticum silicicolum* nach B. Pawłowski (zit. Pawowski B., Walas J., 1949, Tab. XVII.)

c — Ostkarpathen

8. *Pinetum mughii carpaticum silicicolum* aus den Gorganen (Sulma T., 1929, Tab. II.)
9. *Pinetum montanum silicicolum* aus den Gorganen (Trampller T., 1937, Aufn. 9—61)
10. *Mughietum carpaticum rumicetosum* aus den Gorganen; nach den Aufnahmen von T. Sulma und T. Trampller zusammengestellt von B. Pawłowski und J. Walas (1949, Tab. XVII.)
11. *Mughietum carpaticum rumicetosum* aus der Czarnohora und aus dem Czywczyn-Gebirge (Pawłowski B., Walas J., 1949, Tab. XVII.)

2. Beide Gesellschaften lassen sich gut durch regionale Trennarten unterscheiden. Im Riesengebirge sind es boreal-kontinentale *Trientalis europaea* und subatlantisches *Galium saxatile*; in den Karpathen — subendemische Sippen *Ribes petraeum* ssp. *carpaticum*, *Chrysanthemum rotundifolium*, *Soldanella carpatica* (Westkarpathen) und *Rumex arifolius* ssp. *carpaticus* (Ostkarpathen) nebst einigen weniger bezeichnenden Begleitern.

3. Manche Arten, welche in den Karpathen als Kennarten der Legföhrengebüsche gelten, haben im Riesengebirge entschieden andere soziologische Bindung. So sind z. B. *Athyrium alpestre*, *Betula carpatica*, *Padus avium* ssp. *petraea* im unseren Gebiet bestimmt als *Betulo-Adenostyletea* — Arten aufzufassen, die im Knieholz höchstens in gewissen, zu den Hochstaudenfluren übermittelnden Ausbildungen vorkommen und dort als deren Trennarten angesehen werden können. Andere Arten, welche wie *Rosa pendulina*, *Streptopus amplexifolius*, *Dryopteris austriaca* ssp. *dilatata* u. a. aus der subalpinen Stufe der Karpathen als *Vaccinio-Piceion* — Arten angegeben wurden, müssen im Riesengebirge zu den Begleitern gestellt werden.

4. Die Legföhrengesellschaften der Westkarpathen und des Riesengebirges unterscheiden sich auch in der Art der Untergliederung. Dort hat sich die grundsätzlich petrographisch und topographisch bedingte Einteilung in „*calcicolum*“ und „*silicicolum*“ gut bewährt; hier wollen wir die Gesellschaft eher nach dem Wasserhaushalt in die Subassoziationen „*typicum*“ und „*rumicetosum*“ unterteilen.

Die angeführten Tatsachen zeigen darauf hin, dass die Gesellschaften des Knieholzes in den Karpathen und im Riesengebirge verschiedene, wenn auch verwandte, Artenverbindungen aufweisen und so den Rang paralleler, sich ersetzender Gebietsassoziationen verdienen. Sie sind u. E. in derselben Masse voneinander verschieden, wie die Fichtenwälder der betreffenden Gebiete, deren systematische Trennung ja nicht angefochten wird.

Lokal wird die Gesellschaft besonders durch die charakteristischen Sträucher gekennzeichnet und gegen das *Piceetum* abgegrenzt. Es gibt auch einige Verbandsarten, welche ohne im *Pinetum mughi* vollkommen zu fehlen, doch ihren Schwerpunkt im Fichtenwald haben; so z. B. die Moose *Plagiothecium undulatum*, *Hylocomium umbratum* und *Rhytidadelphus loreus*.

Pinetum mughi sudeticum zeigt in den Höhenlagen zwischen 1250 und 1450 m ü. d. M. keine Abhängigkeit von den topographischen und Bodenfaktoren, soweit die Assoziation als Ganzes betrachtet wird (s. Fig. 13.). Sie ist für diese Stufe als Vegetationsklimax aufzufassen. In tieferen Lagen kommt die Gesellschaft extrazonal an besonders zusagenden Standorten auch innerhalb der Waldstufe vor. Das ist vor allem bei den Frostlöchern der Kare der Fall; auch steigt die Gesellschaft auf nordexponierten, blockreichen und lavinenzügigen steilen Hängen sehr tief hinab. Oberhalb etwa 1450 m ü. d. M. gibt es meistens nur kleinflächige, fragmentarisch entwickelte Bestände, welche am Nordabhang der Schneekoppe gegen Melzergrund bei rund 1500 m ü. d. M. ausklingen.

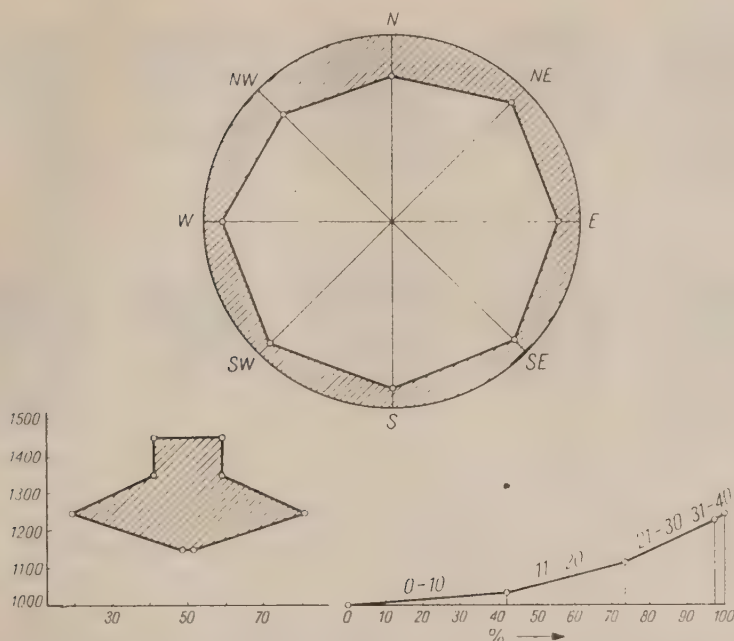


Fig. 13. Verteilung der Aufnahmen des *Pinetum mughi sudeticum* im Riesengebirge auf die verschiedenen Himmelsrichtungen, Bodenneigungen und Höhenlagen

Die häufigsten Böden sind es im *Pinetum mughi* feinerdearme, stark saure oligotrophe Rankern mit einer mächtigen Rohhumusauflage (s. Fig. 14.). Es gibt aber auch Bestände die auf primären Podsolen oder auf anmoorigen Böden stocken. Die Unterschiede der Wasser- und Bodenverhältnissen kommen in den Ausbildungsformen der Gesellschaft zum Ausdruck.

Pinetum mughi sudeticum lässt sich folgendermassen untergliedern:

A. *Pinetum mughi typicum* — typische Subassoziation ohne Differentialarten.

a. Reine Variante stellt eine relativ trockenere Ausbildung der Gesellschaft dar. Besonders bezeichnend und für die Assoziation tatsächlich „typisch“ ist die *Homogyne-Subvariante* mit *Homogyne alpina* und *Trientalis europaea* als Trennarten, während die reine Subvariante eher als standortsbedingte Verarmungsform aufzufassen ist. Sie ist artenarm und schlechtwüchsig und auf felsblockreiche, windexponierte und schneearme Lagen beschränkt. Diese Einheit ist besonders für die Endmoränen der Kare recht charakteristisch.

b. Die *Athyrium alpestre*-Variante ist etwas artenreicher, was auf die Bodenfrische und Schneeschuttlage zurückzuführen ist. Mit

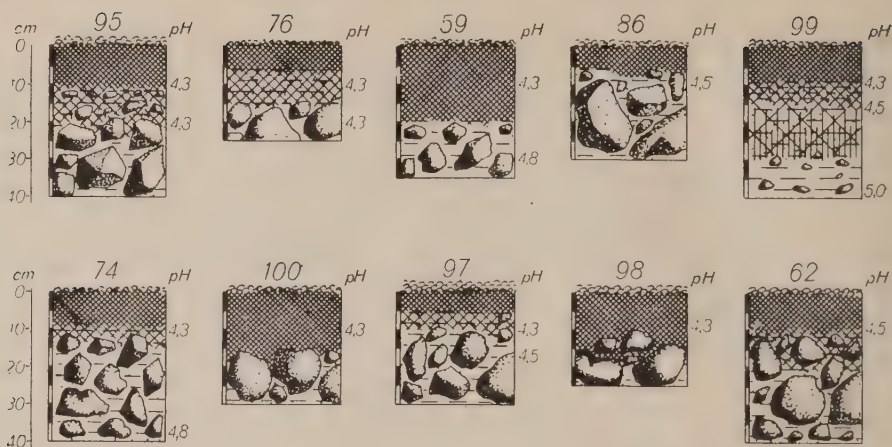


Fig. 14. Bodenprofile aus dem *Pinetum mughi sudeticum* des Riesengebirges

spärlich eingesprengten *Betulo-Adenostyletea*-Arten vermittelt die Gesellschaft einen Übergang zur hochstaudenreichen Subassoziation.

B. *Pinetum mughi rumicetosum* wird durch die aus den Kontaktgesellschaften übergreifenden *Betulo-Adenostyletea*-Arten gut gekennzeichnet. *Athyrium alpestre*, *Rumex arifolius* und *Veratrum lobelianum* sind hochstet; *Adenostyles alliariae*, *Senecio nemorensis* u. a. kommen nicht selten vor. In der Strauchschicht fällt ein grösserer Anteil von Laubholzarten besonders auf. Die Gesellschaft ist auf gut durchfeuchtete Böden mit länger dauerndem Schneeschutz beschränkt und stellt sowohl floristisch, wie ökologisch die reichste Form der Assoziation dar, wenn auch deren Charakterzüge durch Anwesenheit gesellschaftsfremder Arten etwas beeinträchtigt werden. Die Subassoziation ist besonders gegen die obere Knieholzgrenze recht häufig, wo sie auch im kleinflächigen Wechsel mit den Hochstauden- und Grasfluren vorzukommen pflegt.

Ausser den genannten Einheiten gibt es im Riesengebirge Knieholzbestände auf tiefgründigen Torfböden. Ihre Beziehungen zu den Hochmoorgesellschaften sowie ihre systematische Fassung bedürfen noch einer Klärung.

Klasse: *QUERCO-FAGETEA* Br.-Bl. et Vlieg. 1937.

Ordnung: *FAGETALIA SILVATICA* Pawl. 1928.

Verband: *FAGION* Tx. et Diem. 1936.

Unterverband: *LUZULO-FAGION* Lohm. et Tx. 1954.

Assoziation: *LUZULO-FAGETUM MONTANUM* Oberdorfer 1950.

Der bodensauere Hainsimsen-Buchenwald kommt im Riesengebirge in der unteren montanen Stufe bis zu etwa 1000 m ü. d. M. vor. Er ist

Luzulo-Fagetum montanum Oberdorfer 1957

Ausserdem in zwei Aufnahmen: *Baccharis trilobata*: + 2 (1, 20); *Dolichotheca silesiaca*: + 2 (6, 29); *Galeopsis pubescens*: + (8, 16); *Epilobium angustifolium*: + (12, 14); *Sambucus racemosa* b: + (31), c: r (12); *Cladonia* sp.: + 2 (13, 16); *Deschampsia caespitosa*: + 2 (15), + (27); *Isoetecium myurum*: + 2 (19, 28); *Calamagrostis villosa*: + 2 (19), + (29); *Rubus* sp.: + (23, 29); *Blechnum spicant*: r (25), + 2 (26). In einer Aufnahme: in 1: *Paraleucobryum longifolium* + 2, *Vaccinium vitis-idea* r; in 4: *Orthodieranum montanum* + 2, *Rhabdoweissia fugax* + 2; in 10: *Campanula rotundifolia* +, *Galium mollugo* +, *Plagiothecium denticulatum* + 2; in 12: *Fragaria vesca* r, *Platanthera bifolia* +, *Quercus robur* c r; in 14: *Digitalis purpurea* r, *Ditrichum homomallum* + 2, *Luzula multiflora* +, *Pogonatum aloides* + 2, *Polytrichum juniperinum* + 2; in 15: *Angelica silvestris* (+), *Pyrola minor* (+); in 17: *Diplophyllum albicans* + 2; in 20: *Galeopsis speciosa* +; in 21: *Lophocolea heterophylla* + 2, *Rhytidiadelphus triquetrus* + 2; in 25: *Calypogeia trichomanis* + 2, *Gentiana asclepiadea* +; in 26: *Myosotis scorpioides* ssp. *palustris* +, *Ptilidium ciliare* + 2; in 27: *Ajuga reptans* +, *Rubus* sect. *glandulosi* +; in 30: *Adenostyles alliariae* +, *Mnium spinosum* + 2; in 31: *Circaea alpina* +, *Epilobium montanum* +, *Pellia* sp. + 2, *Plagiothecium undulatum* + 2, *Pogonatum urnigerum* + 2, *Stellaria nemorum* +; in 6: *Agrostis tenuis* + 2.

zwar durch einseitige Fichtenwirtschaft stark zurückgedrängt worden, doch gibt es noch gut entwickelte Bestände (so z. B. auf dem Kynast und um den Kochelfall), welche das Gefüge der Gesellschaft erkennen lassen.

Die azidophilen Buchenwälder der montanen Stufe, welche im westlichen Mitteleuropa schon recht gut durchgeforscht sind, wurden von unseren Pflanzensoziologen bisher ausserachtgelassen. Als erster hat S. Myczkowski (1958) einige diesbezüglichen Aufnahmen veröffentlicht und sich gewagt diese Einheit nach Vorbild deutscher Forscher als *Luzulo-Fagetum* auszuseiden, ohne allerdings auf die Frage nach der systematischen Stellung der Gessellschaft einzugehen. Nachdem wir uns die Hainsimsen-Buchenwälder in Ost- und Westdeutschland angesehen und einigermaßen kennen gelernt haben besteht für uns kein Zweifel mehr dass hier eine besondere Gruppe von *Fagetalia*-Gesellschaften

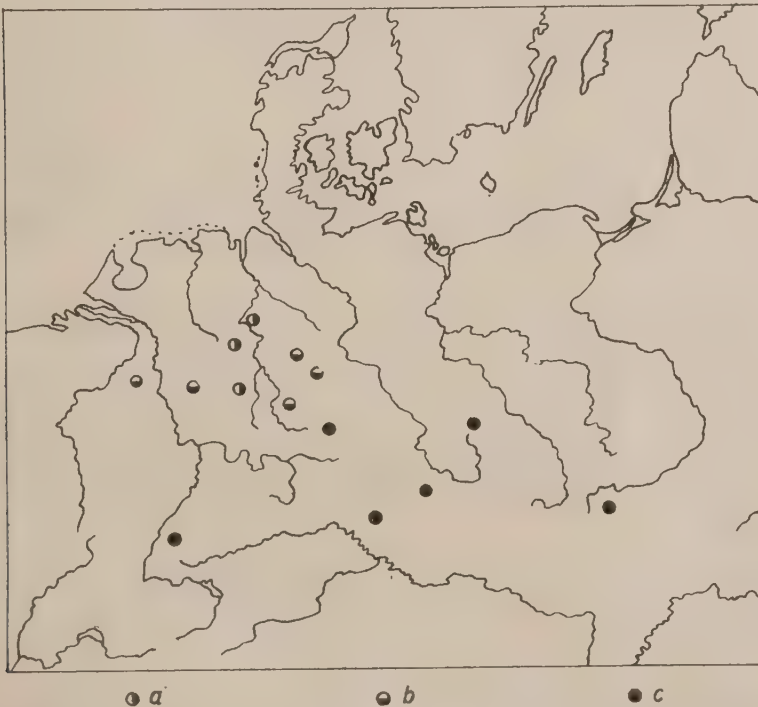


Fig. 15. Regionale Verteilung der auf Grund von Tabelle 10. ausgeschiedenen Einheiten des Hainsimsen-Buchenwaldes in Mitteleuropa a — *Luzulo-Fagetum hercynicum*, reine Ausbildung der tieferen Lagen; b — *Luzulo-Fagetum hercynicum*, *Polygonatum verticillatum*-Ausbildung der montanen Stufe; c — *Luzulo-Fagetum montanum*

vorliegt. Wir haben sie, der Auffassung von E. Oberdorfer (1957) folgend, als einen Unterverband dem *Fagion* angeschlossen.

Wir haben unsere Gesellschaft mit einigen in der jüngsten Zeit aus Mitteleuropa bekanntgewordenen *Luzulo-Fageten* verglichen, ohne allerdings die Frage nach der regionalen Gliederung dieser Gesellschaftsgruppe lösen zu wollen, was ja ohne eingehende Vergleichsuntersuchung des gesamten verfügbaren Materials gar nicht möglich wäre. Dennoch ergeben sich schon beim vorläufigen Vergleich recht interessante Zusammenhänge, welche wenigstens als Arbeitshypothese eine Erwähnung verdienen. (s. Tab. 10.). Sie lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen:

1. Die verglichenen *Luzulo-Fageten* sind wahrscheinlich in zwei Gebietsassoziationen aufzugliedern, nämlich eine nordwesteuropäische und eine südmitteleuropäisch-montane (Fig. 15.). Die letztere wird durch die montanen Arten: *Abies alba*, *Prenanthes purpurea*, *Senecio fuchsii* u. a. gekennzeichnet; sie umfasst die azidophilen Buchenwälder des Schwarzwaldes, des Bayerischen Waldes, des Thüringischen Schiefergebirges, der Sudeten, böhmischer Gebirgen und Westkarpathen. Diese Einheit sollte etwa dem *Luzulo-Fagetum montanum* Oberdorfer 1950 entsprechen.

2. Die nordwesteuropäische Gesellschaft, welche wir vorläufig *Luzulo-Fagetum hercynicum* Tx. 1954 nennen wollen, scheint in zwei Höhenausbildungen vorzukommen, welche durch einen verschieden starken Anteil von montanen Arten unterschieden werden.

3. Unsere lokale Ausbildung aus dem Riesengebirge zeigt mit *Galium saxatile* und *Digitalis purpurea* (subspontan) höchste Verwandtschaft mit den *Luzula*-Buchenwäldern anderer Sudeten-Züge, sowie des Thüringischen Schiefergebirges und des Böhmisches Mittelgebirges. Das *Luzulo-Fagetum*, welches uns S. M y c z k o w s k i (1958) aus Westbeskiden mitgeteilt hat, weicht dagegen in seinem floristischen Gefüge etwas ab so, dass es hier vielleicht mit einer besonderen geographischen Rasse zu rechnen ist.

An Standortsformen können im Riesengebirge folgende Untereinheiten ausgeschieden werden, die mit denjenigen aus Westdeutschland weitgehend übereinstimmen.

A. *Luzulo-Fagetum cladonietosum*, durch die Cladonien und massenhaftes Auftreten der Heidelbeere ausgezeichnet, stellt den trockensten, „linken“ Flügel der Assoziation dar. Die Gesellschaft ist auf die süd- und ostexponierten, durch Wind ausgehagerten Hänge in tieferen Lagen beschränkt. Sie kommt im Gebiete nur auf konvexen Berghängen isolierter Kuppen, so z. B. auf dem Kynast und dem Herdeberg vor.

Tabelle 10

Gesellschaftsvergleich einiger Hainsimsen-Buchenwälder Mitteleuropas

Nr. der Tabelle Zahl der Aufnahmen Mittlere Artenzahl	a					b							c				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	3	6	10	11	14	6	16	32	11	12	13	17	23	9	14	15	
	13	13	10	12	.	17	13	10	16	13	22	14	25	.	.	24	
Kenn- u. Trennarten d. Luz.-Fagion																	
<i>Luzula luzuloides</i>	3	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	III	V	V	V	V	
<i>Polytrichum formosum</i>	.	V	V	V	IV	V	III	I	IV	III	II	IV	V	IV	II	III	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	III	V	IV	III	V	II	IV	V	V	III	V	V	V	IV	II	
<i>Dicranella heteromalla</i>	3	III	I	II	III	+	II	I	I	III	.	I	I	.	.	II	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	II	V	.	I	IV	I	I	III	III	I	V	IV	II	II	V	
<i>Carex pilulifera</i>	1	II	V	.	.	V	.	.	III	I	.	I	II	I	.	I	
<i>Dicranum scoparium</i>	1	III	III	II	.	+	.	.	II	I	.	III	IV	II	.	+	
<i>Urtica dioica</i>	1	.	.	.	II	.	I	.	II	I	.	I	III	.	.	.	
Regionale Trennarten:																	
<i>Sambucus racemosa</i>	.	.	.	.	.	I	II	I	I	IV	I	II	I	I	I	I	
<i>Polygonatum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	I	I	I	I	III	II	I	I	.	.	II	
<i>Abies alba</i>	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	I	III	V	V	V	
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	IV	II	II	III	
<i>Prenanthes purpurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	IV	V	IV	II	

a — Wesergebirge (Lohmeyer W., Tüxen R., 1958)

1. *Luzulo-Fagetum*

Schlitzbergland (Seibert P., 1954)

2. *Dryopteris linnaeana*-Ausbildung

3. reine Ausbildung

4. *Oxalis*-Ausbildungreiner *Luzula*-Buchenwald

Eggegebirge (Trautmann W., 1957)

5. *Luzulo-Fagetum*

b — Ardennen (Noirfalise A., 1949)

6. la h trale   *Luzula nemorosa*

NW Harz (Tüxen R., 1954)

7. *Luzulo-Fagetum hercynicum dryopteridetosum linnaeanae*8. *Luzulo-Fagetum hercynicum typicum*

Unterharz — Kyffhäuser

9. *Luzulo-Fagetum* (Aufn. 10—18 aus der Tab. I. von Meusel H. 1954 und 2 Aufn. von W. Matuszkiewicz — n.p. —)

Ruhlaer Gebirge, NW Thüringer Wald (Schlüter H., 1959)

10. *Luzulo-Fagetum typicum*11. *Luzulo-Fagetum milietosum*

c — Thüringisches Schiefergebirge (Grüneberg H., Schlüter H., 1957)

12. *Luzulo-Fagetum*, typische Variante und Walddreitgrasvariante

Riesengebirge (diese Arbeit, Tab. 9)

13. *Luzulo-Fagetum montanum typicum*

Schwarzwald (Oberdorfer E., 1957)

14. *Luzulo-Fagetum montanum typicum*15. *Luzulo-Fagetum montanum luzuletosum silvaticae*

Westbeskiden (Myczkowski S., 1958)

16. *Luzulo-Fagetum*, typische Variante

B. *Luzulo-Fagetum typicum* — ohne eigene Trennarten — stellt die normale und verbreitetste Form der Gesellschaft dar. Dem Wasserhaushalt gemäss kann man zwei Varianten unterscheiden:

a. Reine Variante ist etwas trockener und daher in tieferen Lagen, besonders auf konvexen, offenen Hängen häufiger.

b. Die *Dryopteris*-Variante mit *Dryopteris austriaca* ssp. *spinulosa*, *Polygonatum verticillatum* und *Arthyrium filix-femina* als Trennararten. bevorzugt frischere Standorte und ist daher in höheren Lagen, oder auf konkaven, durch den Gegenhang geschützten Hängen öfter anzutreffen. Sie ist im Gebiete relativ verbreitet und stellt eigentlich „typische“ Form der Assoziation dar.

C. *Luzulo-Fagetum dryopteridetosum linnaeanae* wird in seinem Aspekt durch den Farnreichtum bestimmt. Ausser der namensgebenden Art, welche meist hohen Deckungsgrad erreicht, kommen hier andere Farne, so vor allem *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris austriaca* (beide Subspezies) und *Dryopteris filix-mas*, häufiger und zahlreicher als in übrigen Einheiten der Gesellschaft vor. Die Subassoziation ist streng an die Nordlagen und kleinere, bodenfrische bis -feuchte Mulden gebunden und ist, vom forstwirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, als die leistungsfähigste Form des Hainsimsen-Buchenwaldes zu bezeichnen.

Die Abhängigkeit des *Luzulo-Fagetum* von den topographischen Faktoren ist aus der Fig. 16. zu sehen. Im Hauptbereich seiner vertikalen

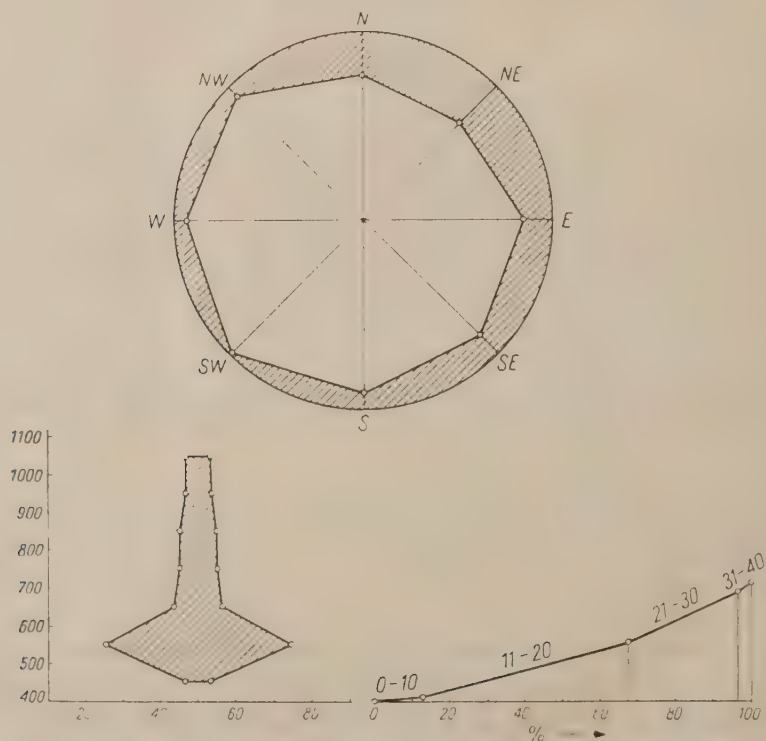


Fig. 16. Verteilung der Aufnahmen des *Luzulo-Fagetum montanum* im Riesengebirge auf die verschiedenen Himmelsrichtungen, Bodenneigungen und Höhenlagen

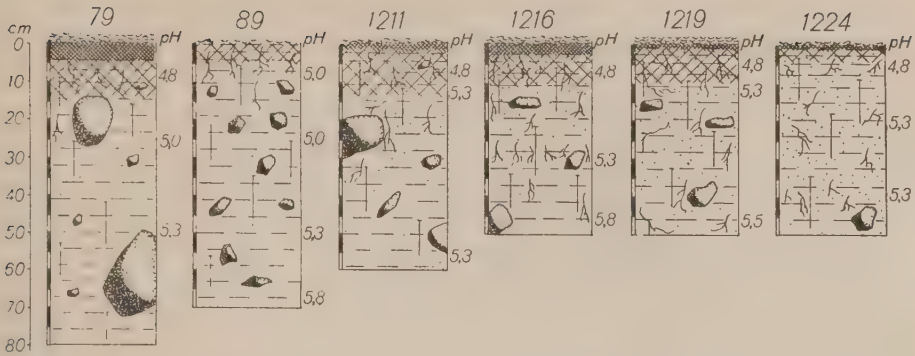


Fig. 17. Bodenprofile aus dem *Luzulo-Fagetum typicum* des Riesengebirges

Verbreitung lässt sich keine Bindung an bestimmte Geländeformen nachweisen. In etwas höheren Lagen ($\pm 800\text{--}1000$ m ü. d. M.) meidet die Gesellschaft alle frostgefährdeten Standorte, wie z. B. tiefe Bachtäler, abflusslose Mulden und Becken udg. Obwohl Mehrzahl der Aufnahmen aus den Höhenlagen zwischen $500\text{--}600$ m ü. d. M. stammt, was auf verschieden starke Beeinflussung durch forstwirtschaftliche Massnahmen zurückzuführen ist, doch lässt sich auf Grund eingestreuter Fragmente und einzelner Horste feststellen, dass das *Luzulo-Fagetum* in der unteren montanen Stufe allgemein zu Hause ist. Es ist sogar anzunehmen, dass gerade der Hainsimsen-Buchenwald als Vegetationsklimax für diese Stufe aufzufassen ist.

Die Böden unserer Gesellschaft sind als oligotrophe, schwach podsolierte und recht saure Braunerden zu bezeichnen (s. Fig. 17). Sie sind skelettreich und meist mittelgründig; ihre Humusform ist Moder; sie sind auch biologisch wenig aktiv.

Unterverband: *EU-FAGION* Oberdorfer 1957.

Assoziation: *DENTARIO ENNEAPHYLLIDIS-FAGETUM* Oberd. 1947.

Der artenreiche Buchenwald ist im Untersuchungsgebiet viel seltener als das *Luzulo-Fagetum* und kommt meist in kleinen, örtlich begrenzten Beständen vor. Auf Grund dreier in der Tabelle 11. zusammengestellten Aufnahmen wäre es kaum möglich systematische Stellung der Gesellschaft zu bestimmen, ebensowenig ihre ökologische Differenzierung zu erfassen. Wir verfügen jedoch über ein ziemlich umfangreiches Aufnahmematerial aus dem ganzen Gebiet der schlesischen Sudeten, welches uns erlaubt hat jene Fragen einigermaßen geklärt zu haben. Auf die Ergebnisse dieser

Tabelle 11

Dentario enneaphyllidis-Fagetum Oberdorfer 1957

	a	b	c
Laufende Nr.	1	2	3
Nr.d.Aufnahme in d.Kartei	1127	1129	128
Höhe über d.M.	580	590	570
Exposition	NNE	NNE	N
Neigung (°)	25	20	25
Deckung d.Baumschicht %	90	90	90
Deckung d.Strauchschicht %	40	.	+
Deckung d.Krautschicht %	70	60	80
Deckung d.Moosschicht %	+	+	+
pH im Bodenhorizont A	4,8	5,5	4,8
pH im Bodenhorizont B	4,8	5,5	5,3
Aufnahmefläche m ²	200	150	200
Artenzahl	39	35	45
Bäume:			
<i>Fagus silvatica</i> a	5.5	5.5	4.3
- b	2.2	.	.
- c	+	+	.
<i>Acer pseudoplatanus</i> a	.	.	2.2
- b	2.2	.	.
- c	1.1	+	+
<i>Sorbus aucuparia</i> b	1.1	.	+
- c	+	+	+
<i>Picea abies</i> a	1.1	.	+
- b	.	.	+
<i>Acer platanoides</i> b	1.1	.	.
- c	+	.	.
<i>Abies alba</i> c	+	.	.
Kennarten d.Ass.u.d.Verb.:			
<i>Asperula odorata</i>	+2	2.3	1.3
<i>Festuca altissima</i>	.	3.3	+2
<i>Dentaria bulbifera</i>	.	+	1.1
<i>Dentaria enneaphyllos</i>	.	+	.
Trennarten d.kollinen Form:			
<i>Melica uniflora</i>	+2	.	.
<i>Tilia cordata</i> b	+	.	.
Trennarten des <i>Dentario-Fagetum luzuletosum</i>:			
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+2	1.2	.
<i>Luzula luzuloides</i>	.	+2	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	+2	.
<i>Dicranum scoparium</i>	.	+2	.
Kennarten der Ordnung:			
<i>Atrichum undulatum</i>	+2	+2	+2
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+2	1.2	+2
<i>Viola silvestris</i>	+	+	+
<i>Actaea spicata</i>	+	.	+
<i>Impatiens noli-tangere</i>	1.2	.	+
<i>Scrophularia nodosa</i>	+	.	+
<i>Stachys silvatica</i>	+	.	+
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	+2	3.3
<i>Paris quadrifolia</i>	.	+	+
<i>Veronica montana</i>	.	+2	+2
<i>Mercurialis perennis</i>	1.3	.	.
<i>Carex silvatica</i>	.	.	+2
<i>Milium effusum</i>	.	.	+2
Kennarten der Klasse:			
<i>Moehringia trinervia</i>	+	+	+
<i>Mycelis muralis</i>	+	+	+
<i>Poa nemoralis</i>	+2	.	+
<i>Eurhynchium zetterstedtii</i>	+2	.	.
<i>Lilium martagon</i>	+	.	.
Begleiter:			
<i>Oxalis acetosella</i>	1.2	+2	+2
<i>Polytrichum formosum</i>	+2	+2	+2
<i>Frenanthes purpurea</i>	+	+	+
<i>Senecio fuchsii</i>	1.1	+	+
<i>Hieracium murorum</i>	+	+	.
<i>Maianthemum bifolium</i>	+	+	.
<i>Mnium hornum</i>	+2	.	+2
<i>Rubus idaeus</i>	+	.	+
<i>Sambucus racemosa</i> b	+2	.	+
- c	.	.	+
<i>Urtica dioica</i>	+	.	+
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	+2	+2
<i>Dicranella heteromalla</i>	.	+2	+2
<i>Dryopteris linnaeana</i>	.	+	(+)
<i>Galeopsis pubescens</i>	.	+	+
<i>Isoterygium elegans</i>	.	+2	+2
<i>Isoetium myrium</i>	.	+2	+2
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	.	+2	+2
<i>Polygonatum verticillatum</i>	.	+	+

noch zu veröffentlichenden Bearbeitung wollen wir uns im vorliegenden Aufsatz stützen, ohne die betreffenden Fragen gründlich erörtern zu wollen.

Der artenreiche Buchenwald der Sudeten gehört einer besonderen Gebietsassoziation an, welche mit keiner anderen unserer Buchenwaldgesellschaften zu identifizieren ist. Insbesondere darf er weder dem montanen *Fagetum carpaticum* noch dem *Melico-Fagetum* der Moränengebiete angeschlossen werden. Er stellt grundsätzlich dieselbe Artenkombination dar, wie die analogen Gesellschaften des Böhmisches Mittelgebirges und des Erzgebirges (Preis K., 1938) sowie des Bayerischen Waldes (Trautmann W., 1952). Als regionale Assoziationskennarten können wir *Asperula odorata*, *Dentaria bulbifera*, *Dentaria enneaphyllos* und vielleicht auch *Actaea spicata* betrachten. Gegen das *Melico-Fagetum* wird die Gesellschaft durch mächtigen Anteil montaner Arten, gegen das *Fagetum carpaticum* — durch Fehlen seiner meist subendemischen Kennarten sowie eine abweichende Art der Untergliederung ausreichend abgegrenzt. Auch hat die kennzeichnende Art *Dentaria enneaphyllos* regional betrachtet ihren Schwerpunkt entschieden in unserer Assoziation, wenn sie auch in den westlichsten Arealteil von *Fagetum carpaticum* eindringt.

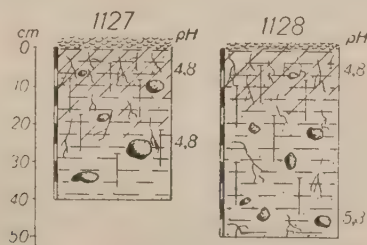


Fig. 18. Bodenprofile aus dem *Dentario enneaphyllidis-Fagetum* des Riesengebirges

Dentario enneaphyllidis-Fagetum der Sudeten lässt sich in eine Reihe von standortsbedingten Untereinheiten aufgliedern; es ist auch zwischen einer submontan-kollinen und einer montanen Form zu unterscheiden. Daraus ergibt sich ein recht buntes Bild der inneren Variabilität der

Fortsetzung der Tabelle 11:

Ausserdem in einer Aufnahme: in 1: *Chaerophyllum temulum* +, *Galium scabrum* +, *Geranum robertianum* +, *Geum urbanum* +, *Lonicera nigra* c +, *Mnium affine* + • 2; in 2: *Solidago virga-aurea* +, *Veronica officinalis* +; in 3: *Brachythecium velutinum* + • 2, *Dryopteris austriaca* ssp. *spinulosa* + • 2, *Equisetum silvaticum* +, *Luzula pilosa* (+ • 2), *Mnium punctatum* + • 2, *Plagiochila asplenoides* + • 2.

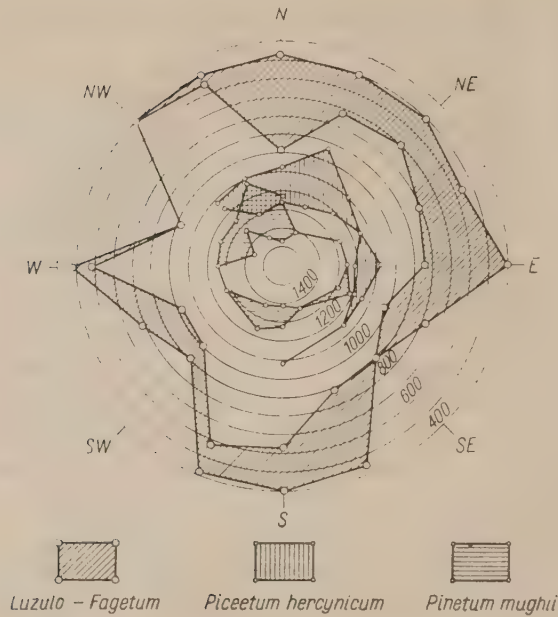


Fig. 19. Beziehung zwischen Exposition und Höhenlage der wichtigsten Waldgesellschaften des Riesengebirges auf Grund der Vegetationsaufnahmen

Assoziation. Drei in der Tabelle 11. zusammengestellte Aufnahmen stellen drei verschiedene Einheiten dar: die erste repräsentiert die kolline Form der Gesellschaft, während die beiden anderen der typischen, montanen Form angehören. Von diesen ist die Aufnahme 2. mit ihren azidophilen Trennarten als *Dentario-Fagetum luzuletosum* zu bezeichnen, während die Aufnahme 3. die typische Variante des *Dentario-Fagetum typicum* darstellt.

Der artenreiche Buchenwald ist im Untersuchungsgebiet als örtliche Dauergesellschaft aufzufassen. Bei der gesteinsbedingten Bodenarmut des Riesengebirges ist er nur auf besondere, nährstoffreiche Lagen beschränkt. Es sind meistens frische Mulden oder wasserzügige Rinnen, wo der Boden durch Berieselung vom fließenden Wasser oder durch deluviale Anschlammungen wesentlich eutrophiert wird. Viel seltener macht sich der Einfluss einer an sich reicheren Bodenunterlage bemerkbar. Günstige Nährstoff- und Wasserverhältnisse tragen zur Steigerung der biologischen Bodenaktivität bei. Die Humusform ist Mull; der Boden stellt meist eine eutrophe, reife Braunerde dar (s. Fig. 18.).

Tabelle 12

Fragment eines Auenwaldes (*Alno-Padion*)

Nr.d.Aufnahme:	1247
Höhe H.d.M.	490
Exposition:	NNE
Neigung (°)	5
Deckung d.Baumschicht:	70
Deckung d.Strauchschicht	20
Deckung d.Krautschicht	70
Deckung d.Moosschicht	20
pH im Horizont A ₁	6,3
Aufnahmefläche (m ²)	150
Artenzahl	33

<u>Bäume:</u>				
<i>Alnus incana</i>	a	4.3	<i>Acer pseudoplatanus</i>	a 1.1
" "	b	1.2	" "	b +
" "	c	+	" "	c +
<i>Fraxinus excelsior</i>	a	+	<i>Fagus sylvatica</i>	b +.2
" "	c	+	<i>Picea abies</i>	b 1.2

<u>Kennarten des Verbandes:</u>				
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	1.2	<i>Mnium undulatum</i>	1.2	

<u>Kennarten der Ordnung und der Klasse:</u>				
<i>Lamium galeobdolon</i>	1.2	<i>Atrichum undulatum</i>	1.2	
<i>Milium effusum</i>	+2	<i>Poa nemoralis</i>	+	

<u>Begleiter:</u>				
<u>a. Kennarten d.Klasse Betulo-Adenostyletea:</u>				
<i>Petasites albus</i>	3.3	<i>Rosa pendulina</i>	b	+
<i>Cicerbita alpina</i>	+	<i>Ranunculus platanifolius</i>		+

<u>b. Sonstige Begleiter:</u>				
<i>Anthriscus silvestris</i>	+2	<i>Flagiothecium neglectum</i>	+	
<i>Athyrium filix-femina</i>	+2	<i>Polygonum bistorta</i>		+
<i>Angelica montana</i>	+	<i>Polytrichum formosum</i>		+
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+2	<i>Prenanthes purpurea</i>		+
<i>Crepis paludosa</i>	+	<i>Rubus sp.</i>		1.1
<i>Melandryum diurnum</i>	+	<i>Senecio fuchsii</i>		+
<i>Mnium hornum</i>	+2	<i>Stellaria nemorum</i>		+
<i>Mnium punctatum</i>	+2	<i>Urtica dioica</i>		+
<i>Oxalis acetosella</i>	+2	<i>Valeriana sambucifolia</i>		+

Verband: *ALNO-PADION* Knapp 1942 em. Mat. et Bor. 1957.

Im Gebiet des Nationalparks kommen nur ganz kleine Reste der auenwaldartigen Gesellschaften vor. Als Beispiel geben wir die Aufnahme eines relativ gut entwickelten Fragmenten an (s. Tab. 12.). Die Aufnahme stammt aus dem Kocheltal und stellt wahrscheinlich eine Durchdringung einer *Alno-Padion*-Gesellschaft mit der bachbegleitenden Hochstaudenflur (*Petasitetum albi*) dar. Bei der noch unzureichenden Kenntnis unserer Auenwälder, besonders in der submontan-montanen Stufe, lässt sich über die systematische Stellung solcher fragmentarischen Bestände kaum etwas sicheres sagen.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Als Folge einer pflanzensoziologischen Durchforschung der Waldgesellschaften des Riesengebirges sind 20 Vegetationseinheiten von 7 Assoziationen beschrieben worden.

2. Die bisher schon bekannten Vegetationstypen sind unter modernen Gesichtspunkten neugefasst und in ihrer systematischen Stellung geklärt worden.

3. Es wird gezeigt, dass die Fichtenbestände der unteren montanen Stufe, welche man bisjetzt als lauter künstliche Forste betrachtet hat, teilweise natürliche, lokalbedingte Dauergesellschaften darstellen und als eigene Assoziation aufzufassen sind, deren systematische Stellung allerdings noch weiterer Klärung bedarf.

4. Die ausgeschiedenen Einheiten wurden regional betrachtet und mit analogen Gesellschaften der Nachbargebiete verglichen.

5. Es wurde festgestellt, dass die Waldgesellschaften des Riesengebirges soziologisch-systematisch meist näher mit den Einheiten der mitteleuropäischen Mittelgebirge verwandt sind, als mit solchen der Westkarpathen. Nur die Knieholzgebüsche, welche sowohl in den Karpathen wie im Riesengebirge vorkommen, haben im Westen keine direkte Fortsetzung.

6. Einige untersuchten Gesellschaften kommen im Riesengebirge in besonderen regionalen Ausbildungen (Gebietsassoziationen oder geographischen Rassen) vor, was auf eine gewisse geobotanische Selbständigkeit der betreffenden Region hinweist.

7. Die Abhängigkeit der Vegetationsgliederung von dem Standort wurde in allen untersuchten Fällen festgestellt. Man kann für die ausgeschiedenen Einheiten ihre bestimmenden Standortsfaktoren angeben; ebenso lässt sich für jeden Standortstyp eine ihm entsprechende natürliche Gesellschaft nennen. In der Folge wird die Grundlage zur Feststellung der natürlichen potentiellen Vegetation des Gebietes geschaffen.

8. Die Vegetationsstufen wurden als Klimaxgebiete bestimmter Gesellschaften aufgefasst. Als klimatisch bedingte Schlussgesellschaften des Riesengebirges sind in der unteren montanen Stufe das *Luzulo-Fagetum montanum*, in der oberen montanen Stufe das *Piceetum hercynicum* und in der subalpinen Knieholzstufe das *Pinetum mughi sudeticum* zu betrachten.

Botanisches Institut der Polnischen
Akademie der Wissenschaften
Abteilung für forstliche Vegetationskunde
Warszawa

(Eingegangen 13.4.1960)

LITERATUR

- Braun-Blanquet J., 1951, Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 2. Aufl. — XI + 631 pp. Springer-Verlag, Wien.
- Braun-Blanquet J., Sissingh G., Vlieger J., 1939, Klasse der *Vaccinio-Piceetea*, Prodr. d. Pflanzengesellsch. 6: 1—123.
- Doktorowicz-Hrebnicki S., 1948, Przeglądowa mapa geologiczna Polski. Wydanie A. Arkusz El Wałbrzych, Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Grüneberg H., Schlüter H., 1957, Waldgesellschaften im Thüringischen Schiefergebirge, Arch. f. Forstwesen. 6: 861—932. Berlin.
- Hueck K., 1939, Botanische Wanderungen im Riesengebirge, Pflanzensoziologie. 3. VIII + 116 pp. Verlag von G. Fischer, Jena.
- Kawecki W., 1939, Lasy Żywiecczyzny, ich teraźniejszość i przeszłość (Zarys monograficzny), Prace Rolniczo-Leśne PAU, 35: 1—172, Kraków.
- Kubiëna W. L., 1953, Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, — 392 pp. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Laatsch W., 1954, Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden, XI + 277 pp., Verlag von Theodor Steinkopf, Dresden u. Leipzig.
- Lohmeyer W., Tüxen R., 1958, Kurzer Bericht über die Exkursionen. — Bericht über das internationale Symposium Pflanzensoziologie, Bodenkunde vom 18. bis 22.9.1956 in Stolzenau/Wessr, Angew. Pflanzensoz. 15: 181—203, Stolzenau/Wessr.
- Macko S., 1952, Zespoły roślinne w Karkonoszach. Cz. I. Karkonosze Wschodnie, Acta Sot. Bot. Polon. 21: 591—693, Warszawa.
- Medwecka-Kornaś A., 1955, Zespoły leśne Gorców, Ochrona Przyrody 23: 1—111, Kraków.
- Meusel H., 1954, Vegetationskundliche Studien über mitteleuropäische Waldgesellschaften. 4. Die Laubwaldgesellschaften des Harzgebietes. Angew. Pflanzensoz. Festschrift Aichinger. 1: 437—472, Wien.
- Mráz K., 1957, Waldkundliche Untersuchungen im Mittelböhmischen Bergland und Erfahrungen mit der Anwendung statistischer Maschinen bei der synthetischen Bearbeitung, Archiv f. Forstwesen 6: 109—191, Berlin.
- Myczkowski S., 1958, Ochrona i przebudowa lasów Beskidu Małego, Ochrona Przyrody 25: 141—237, Kraków.
- Noirfalise A., 1949, Premier aperçu sur l'étage du hêtre et les types de hêtraies en Haute-Ardenne, Bull. Inst. Agr. Stat. Rech. Gembloux., 17: 76—100.
- Oberdorfer E., 1957, Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Pflanzesozologie 10. XXVIII + 564 pp. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Pawłowski B., Stecki K., 1927, Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. IV. Teil: Die Pflanzenassoziationen des Miętusia-Tales und des Hauptmassivs der Czerwone Wierchy, Bull. Acad. Polon. Sér. B. Suppl. 2. (1926): 79—121, Cracovie.
- Pawłowski B., Sokołowski M., Wallisch K., 1928, Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. VII. Teil. Die Pflanzenassoziationen und die Flora des Morskie Oko-Tales, Bull. Acad. Polon. Sér. B. Suppl. 2. (1927): 205—272, Cracovie.
- Pawłowski B., Walas J., 1949, Les associations de plantes vasculaires des Monts de Czywczyn, Bull. Acad. Polon. Sér. B. (1948): 117—181, Cracovie.
- Preis K., 1938, Ein Beitrag zur Kenntnis unserer Buchenwälder, Natur u. Heimat. 4: 106—111, Aussig.

- Reinhold F. 1939, Versuch einer Einteilung und Übersicht der natürlichen Fichtenwälder (*Piceion excelsae*) Sachsens, Thar. Forstl. Jahrb. 90, 229, Berlin.
- Scamoni A., Mitarb., 1958, Karte der natürlichen Vegetation, Klimaatlas d. Dtsch., Dem. Rep. 1. Ergänzungsband, Berlin.
- Schlüter H., 1959, Waldgesellschaften und Wuchsbezirksgliederung im Grenzbe- reich der Eichen-Buchen- zur Buchenstufe am Nordwestabfall des Thüringer Waldes, Arch. f. Forstwesen, 8: 427—493, Berlin.
- Seibert P., 1954, Die Wald- und Forstgesellschaften im Graf Görtzischen Forst- bezirk Schlitz, Angew. Pflanzensoz., 9: 1—63, Stolzenau/Weser.
- Sulma T., 1929, Kosodrzewina i jej zespoły w Gorganach, Acta Soc. Bot. Polon. 6: 105—137, Warszawa.
- Szafer W., Pawłowski B., Kulczyński S., 1923, Die Pflanzenassoziatio- nen des Tatra-Gebirges. I. Teil: Die Pflanzenassoziatiorem des Chochołowska- Tales, Bull. Acad. Polon. Sér. B. Suppl.: 1—65, Cracovie.
- Szafer W., Pawłowski B., Kulczyński S., 1927, Die Pflanzenassoziatioren des Tatra-Gebirges. III. Teil: Die Pflanzenassoziatioren des Kościeliska-Tales, Bull. Acad. Polon. Sér. B. Suppl. 2. (1926): 13—78, Cracovie.
- Trampler T., 1937, Kosodrzewina w Gorganach, Acta Soc. Bot. Polon. 14: 1—45, Warszawa.
- Trautmann W., 1952, Pflanzensoziologische Untersuchungen der Fichtenwälder des Bayerischen Waldes, Forstwissenschaftl. Zentralblatt 71: 289—313.
- Trautmann W., 1957, Natürliche Waldgesellschaften und nacheiszeitliche Wald- geschichte des Eggegebirges. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 6/7: 276—296, Stolzenau/Weser.
- Tüxen R., 1937, Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands, Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen, 3: 1—170, Hannover.
- Tüxen R., 1954, Über die räumliche, durch Relief und Gestein bedingte Ordnung der natürlichen Waldgesellschaften am nördlichen Rande des Harzes. Vegetatio 5—6: 454—478, Den Haag.
- Volk O. H., Priehäuser G., 1938, Exkursion der Arbeitsgemeinschaft für forst- liche Vegetationskunde in den Bayerischen Wald, Mscr.
- Walas J., 1933, Roślinność Babiej Góry, Państwowa Rada Ochrony Przyrody, Mo- nografie naukowe 2: 1—68, Warszawa.
- Wittig J., 1942/43, Die Laubwälder der Sudeten und ihres Vorlandes, Schlesische Heimat, 1—21, Breslau, 1942/43.
- Zlatnik A., 1925, Les associations de la végétation des Krkonoše et le pt. Věstn. Kral. Česk. Společn. Nauk. 2: Praha.
- Zlatnik A., 1928, Aperçu de la végétation des Krkonoše (Riesengebirge), Preslia 7: 94—152, Praha.



WARUNKI PRENUMERATY CZASOPISMA

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE — KWARTALNIK

Cena w prenumeracie zł 140.— rocznie, zł 70.— półrocznie

Zamówienia i wpłaty przyjmują:

1. Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch“, Warszawa, ul. Srebrna 12, konto PKO Nr 1-6-100-020.
2. Urzędy pocztowe.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę — 40% drożej. Zamówienia dla zagranicy przyjmuje Przedsiębiorstwo Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch“, Warszawa, ul. Wilcza 46, konto PKO Nr 1-6-100-024.

Bieżące numery do nabycia w niżej podanych placówkach „Ruchu“, w księgarniach naukowych „Dom Książki“ oraz w Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter)

PLACÓWKI „RUCHU“

Białystok, Lipowa 1	Olsztyn, Plac Wolności (kiosk)
Bielsko-Biała — sklep „Ruchu“ nr 1, Lenina 7	Opole, Rynek — sklep nr 76
Bydgoszcz, Armii Czerwonej 2	Ostrów Wlkp., Partyzancka 1
Bytom — sklep „Ruchu“ nr 39, Plac Kościuszki	Płock, Tumska, kiosk nr 270
Chorzów, Wolności 54	Poznań, Dzierżyńskiego 1
Ciechocinek, kiosk nr 4 „Pod Grzybkiem“	Poznań, Głogowska 66
Częstochowa, II Aleja 26	Poznań, 27 Grudnia 4
Gdańsk, Długa 44/45	Przemyśl, Plac Konstytucji 9
Gdynia, Świętojańska 27	Rzeszów, Kościuszki 5
Gliwice, Zwycięstwa 47	Sopot, Monte Cassino 32
Gniezno, Mieczysława 31	Sosnowiec, Czerwonego Zagłębia, kiosk nr 10 (obok dworca kol.)
Grudziądz, Mickiewicza, sklep nr 5	Szczecin, Aleja Piastów, róg Jagiellońskiej
Inowrocław, Marchlewskiego 3	Toruń, Rynek Staromiejski 9
Jelenia Góra, 1 Maja 1	Warszawa, Nowopiękna 3
Kalisz, Śródmiejska 3	Warszawa, Nowy Świat 72, Pałac Staszica
Katowice Zach., 3 Maja 28	Warszawa, Wiejska 14
Kielce, Sienkiewicza 22	Wałbrzych, Wysokiego, obok Placu Grunwaldzkiego
Koszalin, Zwycięstwa 38	Włocławek, Plac Wolności 3, róg 3 Maja
Kraków, Rynek Główny 32	Wrocław, Plac Wolności, kiosk nr 9
Krynica, Stary Dom Zdrojowy	Zabrze, Plac 24 Stycznia, pkt. nr 50
Lublin, Krakowskie Przedmieście (obok hotelu „Europa“)	Zakopane, Krupówki 51
Łódź, Piotrkowska 200	Zielona Góra, Świerczewskiego 38
Nowy Sącz, Jagiellońska 10	

KSIĘGARNIE NAUKOWE „DOM KSIĄŻKI“

Warszawa, ul. Krak. Przedm 7
 Kraków, ul. Podwale 6
 Łódź, ul. Piotrkowska 102a
 Poznań, ul. Armii Czerwonej 69
 Łódź, ul. Piotrkowska 102a
 Wrocław, Rynek 60

PLACÓWKI „RUCHU“

Ośrodek Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN
 Wzorcownia Wydawnictw Naukowych
 PAN — Ossolineum — PWN
 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter)