Pylenie sosny i dębu w Białowieskim Parku Narodowym

The trapping of Scots pine and oak pollen in Białowieża National Park

MARIA BOROWIK

WSTĘP

Praca poniższa jest pierwszą częścią badań fenologiczno-aeropalynologicznych prowadzonych w obrębie zbiorowisk Białowieskiego Parku Narodowego. Badania zostały wykonane w okresie od 10.V — 10.VI.1961. Celem pracy było określenie przebiegu pylenia sosny i dębu oraz towarzyszących drzew i roślin zielnych.

Chwytacze ziarn pyłku rozstawiono w 11 miejscach w obrębie lasu i 1 punkcie na otwartej przestrzeni Polany Białowieskiej. Rozmieszczenie punktów przedstawia załączona mapa (ryc. 1).

Deszcz pyłkowy rejestrowano w płatach następujących zbiorowisk roślinnych:

Punkt 1 — *Sphagnetum medii pinetosum* — torfowisko wysokie

2 — *Pineto-Vaccinietum myrtilli* — bór świeży

3 — *Alnetum glutinosae* — ols

4 — *Pineto-Vaccinietum myrtilli* — bór świeży

5 — *Pineto-Vaccinietum myrtilli* — bór świeży

6 — *Pineto-Vaccinietum uliginosii* — bór bagienny

7 — *Pineto-Quercetum* — bór mieszany sosnowo-dębowy

8 — *Querceto-Piceetum* — bór mieszany wilgotny

9 — *Circaeo-Alnetum* — łęg

10 — *Querceto-Carpinetum* — grąd

11 — *Saliceto-Franguletum* — łożowisko

W borze świeżym wyznaczono 3 punkty badawcze, aby sprawdzić przydatność metody w zmiennych ilościowo (z uwagi na udział sosny) drzewostanach tego samego zespołu.

W oparciu o mapę drzewostanów sporządzono charakterystykę za-drzewienia, istniejącego wokół miejsc, gdzie zostały ustawione chwytacze. Mapa przedstawiała stosunki drzewostanowe w skali stosowanej w leśnictwie, tj. udział poszczególnych gatunków przedstawiają liczby od 1

do 10, a całości drzewostanu przyporządkowana jest liczba 10. Dla poszczególnych punktów są one następujące:

- Punkt 1 — sosna 9, brzoza 1
2 — sosna 6, świerk 3, brzoza 1
3 — olcha 6, świerk 3, jesion 1
4 — sosna 5, świerk 5
5 — sosna 9, świerk 1
6 — sosna 8, świerk 2
7 — świerk 4, brzoza 2, sosna 2, dąb 1
8 — świerk 4, dąb 3, osika 2, brzoza 1
9 — olcha 5, jesion 3, świerk 2
10 — świerk 3, grab 3, dąb 2, lipa 1
11 — zbiorowisko zaroślowe

Szczegółowy opis fitosocjologiczny zbiorowisk podany jest w pracy W. Matuszkiewicza pt. «Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego» (1952).

Deszcz pyłkowy jest wynikiem działania czynników biologicznych i klimatycznych. W celu znalezienia zależności i powiązań między zjawiskami pylenia i przebiegiem warunków pogody, ustawiono chwytnice pyłku w pobliżu stacji meteorologicznych. Dla punktów 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 i 11 uzyskałam pomiary ze Stacji Botanicznej IB PAN, dla punktu nr 2 z Zakładu Badania Lasów Pierwotnych IBL i dla punktu 12 ze Stacji Podstawowej PIHM.

Produkcja pyłku regulowana przez czynniki biologiczne zależy, między innymi, od specyficznych cech gatunku. W odniesieniu do gatunków drzewiastych należy brać pod uwagę:

- a) okres osiągnięcia dojrzałości płciowej,
- b) długość życia i trwania zdolności reprodukcyjnych,
- c) częstość i obfitość pylenia.

W przypadku badanych gatunków, sosna zwyczajna (*Pinus silvestris*) należy do drzew osiągających dojrzałość płciową pomiędzy 15—20 rokiem życia. Może ona osiągać wiek do 450 lat. Kwitnie średnio co trzy lata (B. Hryniewiecki 1952) i jest drzewem produkującym długo i dużo pyłku. Fr. Pohl (1937) przytacza daną produkcji pyłku z 1 ha czystego drzewostanu (I klasa bonitacji), gdzie sosna zajmuje pierwszą pozycję z ilością ok. 13 miliardów ziarn pyłku. Poza tym sosna posiada ziarna opatrzone aparatami lotnymi w postaci worków powietrznych. Ułatwiają one dłuższe unoszenie się w powietrzu i umożliwiają przenoszenie na dalekie odległości (M. Brem i M. Sobolewska 1939, J. Dyakowska 1952). J. Wright (1953) uważa jednak, że rola worków powietrznych jest przeceniana i główna ich funkcja polega na sterowaniu w płynie wydzielanym przez żeński okaz w czasie

zapyłania (Doyle, Joseph and Ann Kane 1943, G. Erdtman 1943). Ziarna pyłku sosny według badań różnych autorów (H. Hesselmann 1919, H. Rempe 1937, C. Malmström 1923,

Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia punktów badanych
The map of location of investigated points

G. Erdtman 1938, L. Aario 1940, J. Dyakowska 1948, B. A. Tichomirow 1941, E. D. Zaklinskaja 1951, A. Środoń 1960) wykazują daleko większy zasięg rozprzestrzeniania się, niż uzyskany ze wzoru W. Schmidta (1918) przez J. Dyakowską (1937). Malmström i Tichomirow znajdowali ziarna sosny w odległości 950—1000 km.

Dąb szypułkowy (*Quercus robur*) osiąga dojrzałość płciową w wieku około 30 lat, czasami później pomiędzy 50—70 (B. Hryniewiecki 1952). Cykl pylenia waha się od 4—5 lat (Fr. Pohl 1937, H. A. Hyde 1951, 1952). Dąb znany jest ze swej długowieczności i może osiągać wiek kilkuset lat (700, jak podaje J. J. Karpiński 1949). Pod względem produkcji pyłku dąb mieści się w grupie średniej. W tabeli Fr. Pohla (1937) wykazuje się ilością około 3,5 miliarda ziarn z 1 ha czystego drzewostanu. W porównaniu do pylenia sosny jest to czterokrotnie mniej. Zasięg rozprzestrzeniania się ziarn pyłku dębu jest również mniejszy niż sosny. W wyliczeniu teoretycznym J. Dyakowskiej wzrost wynosi 64,9 km. Poza tą odległością jest chwytny w nielicznych przypadkach (H. Rempe 1937).

1. METODA PRACY

Metody badań aeropalynologicznych są dość różnorodne i polegają zasadniczo na obliczeniu ilości ziarn pyłku i zarodników, które opadły na jakąś powierzchnię chwytą (J. Dyakowska 1952), lub są zawarte w określonej ilości powietrza.

Powierzchnia chwytą może być umieszczona poziomo lub pionowo i w zależności od położenia H. Rempe (1937) wyróżnił nalot i opad pyłkowy. W przypadku tej pracy uznano, że na poziomie poniżej 50 cm, na której chwytano pyłek mamy do czynienia z mieszaniną nalotu i opadu. Uzyskane liczby ziarn pyłku traktowane były jako wyniki ogólne deszczu pyłkowego.

Jako powierzchnie chwytne stosowane są szkiełka podstawowe pokryte wazeliną (R. P. Wodehouse 1935, H. Rempe 1937, J. Wright 1953), lub gliceryną z żelatyną (A. Scamoni 1938, H. A.

Ryc. 2. Schemat chwytacza pyłku
(A) i paska celofanowego (B)
Scheme of the slide with a strip
of cellophane

Hyde and D. A. Williams 1944, J. Wright 1953), szalki Petriego z gliceryno-żelatyną lub bibułą nasyconą gliceryną (W. Lüdi und V. Vareschi 1936, J. Jentys-Szaferowa 1938, M. Brem i M. Sobolewska 1939, J. Dyakowska 1948). H. Rempe stosował metalowe rurki pokryte celofanem i posmarowane wazeliną. Poza tym autorzy konstruowali specjalne aparaty umożliwiające chwytanie pyłku w zależności od panujących wiatrów (A. Scamoni 1949, H. Leinbundgut, E. Marcet 1953) i ochraniające przed deszczem (H. A. Hyde 1950).

Chwytacze stosowane w poniższej pracy stanowią pewną modyfikację opisanych wyżej. Chwytacz jest to drewniany palik, którego przekrój poprzeczny jest kwadratem o boku 1 cm. W odległości 44 cm od ziemi palik był owinięty paskiem celofanowym szerokości 3 cm. Na pasku był wydzielony obszar chwytania pyłku, podzielony na pola o po-

wierzchni 1 cm² z oznaczeniem geograficznych stron świata (dla zbierania związku pylenia z panującymi wiatrami) i numerem punktu. Wyznaczony obszar chwytania był posmarowany cienką (około 0,5 mm) warstwą wazeliny, która służyła jako lepik. W celu ochrony przed deszczem, na szczycie palika była przymocowana tekturowa osłona o powierzchni 10 × 10 cm, 4 cm powyżej paska celofanu (ryc. 2).

Chwytacze pyłku były umieszczone na ziemi w miejscach, gdzie występował wyraźny prześwit koron drzew.

Zgodność oznaczonych na pasku geograficznych stron świata kontrolowano stale przy użyciu kompasu. Pasek celofanowy z osadzonymi sporomorfami był zdejmowany w okresie maksymalnego pylenia w dniach od 25.V — 4.VI, co 24 godziny, w pozostałym okresie co 2 — 4 dni. Po zdjęciu paska na miejscu przygotowywano preparat. Pasek został umieszczony na szkiełku podstawowym i przykryty dwoma szkiełkami nakrywkowymi. Preparaty przewożone były w teczce w pozycji poziomej. Do badań używano mikroskopu PZO MB 10 Nr 0095. Obliczenia były wykonywane przy powiększeniu × 150, do oznaczania sporomorf używano powiększenia 600.

Sporomorfy liczone były niezależnie w polach odpowiadających geograficznym stronom świata. Wyniki tych obliczeń oraz ich odpowiedniki procentowe zestawione zostały w tabelę, które wraz z protokołami oznaczeń stanowią materiał dokumentacyjny.

WYNIKI BADAŃ

A. Przebieg pylenia

Ogólna liczba ziarn pyłku przeliczona w czasie badań wynosi 44 331 w tym 35 604, czyli 80,3% stanowią pyłki drzew.

Liczby opadu sporomorf uzyskane w poszczególnych punktach przedstawia tabela 1 i wykres na ryc. 3. Punkty obserwacyjne zostały uporządkowane według zmniejszającej się całkowitej liczby schwytych ziarn pyłku.

W uporządkowanym układzie wyróżniają się dwa punkty: Polana Białowieska i torfowisko wysokie. Liczba ziarn pyłku w tych punktach jest prawie dwukrotnie większa niż w pozostałych. Dalsze miejsca w układzie zajmuje pięć zbiorowisk z udziałem sosny i dębu w drzewostanie.

Pylenie sosny w roku badawczym 1961 na Polanie Białowieskiej rozpoczęło się między 12—15.V, w zbiorowiskach leśnych między 19—21.V. Przebieg pylenia ilustruje ryc. 4.

W fazie początkowej pylenia spotyka się ziarna pyłku w ilości kilku do kilkunastu na cm². Ilość ziarn powoli wzrasta, a po 8—10 dniach

Tabela 1 — Table 1

Liczby ziarn pyłku drzew i zielnych uzyskane w punktach badanych
Numbers of pollen grains of trees and herbs caught in the investigated points

Nr punktu No of point	Zespół Association	Pinus	Quercus	Picea	Abies	Betula	Alnus Fraxinus	Carpinus Acer	NAP	Suma Sum
12	Polana Białowieska — przestrzeń otwarta	4 180	428	68	9	15	4 Fr.	2 Carp. 1 Acer 1 Cor.	7 933	12 642
1	<i>Sphagnetum medii pinetosum</i> — torfowisko wysokie									
6	Regenerating raised bog <i>Pineto-Vaccinietum uliginosi</i> — bór bagienny	9 470	338	13	4	2			299	10 036
5	Degenerating raised bog <i>Pineto-Vaccinietum myrtilli</i> — bór świeży	4 489	53	4	1		1 Al.		46	4 594
2	Scots pine — spruce <i>Pineto-Vaccinietum myrtilli</i> — bór świeży	4 884	104	11	1	2			92	5 094
4	Scots pine — spruce <i>Pineto-Vaccinietum myrtilli</i> — bór świeży	3 532	63	13	3				36	3 647
7	Scots pine — spruce <i>Pineto-Quercetum</i> — bór mieszany sosn.-dęb.	2 865	57	12	3				31	2 968
3	Scots pine-oak <i>Alnetum glutinosae</i> — ols	1 759	159	10	4	2			66	1 998
8	Alder <i>Querceto-Piceetum</i> — bór mieszany wilgotny	999	116	12	2	1			111	1 998
11	Oak-spruce <i>Saliceto-Franguletum</i> — łożowisko	629	193	11	1				31	863
10	<i>Salix-Frangula</i> shrubs <i>Querceto-Carpinetum</i> — grąd	401	40	7	2				27	477
9	Hornbeam <i>Circaeo-Alnetum</i> — łęg	325	18	6					59	408
	Ash	241	21	9	1	4			86	362
		33 771	1 590	176	31	26	5	5	8 727	44 331

w punktach płatów zbiorowisk z udziałem sosny, tj. boru świeżego, boru bagiennego, boru mieszanego sosnowo-dębowego, na torfowisku i na Polanie Białowieskiej następuje wyraźna kulminacja pylenia. Maksimum osiąga wartości od kilkuset do ok. 2090 ziarn pyłku na 4 cm² dziennie

Ryc. 3. Uporządkowany diagram liczb sporomorf uzyskanych w punktach badanych
Ordered diagram of pollen grains numbers caught in the investigated points

i trwa 1 dzień. Jedynie w borze mieszanym punkt szczytowy utrzymuje się przez 3 dni. Po przejściu maksimum następuje dość szybki spadek ilości chwytnych ziarn i w ciągu około 10 dni proces pylenia zmierza ku końcowi.

W punktach płatów zbiorowisk, w których sosna nie występuje, kulminacyjny punkt jest zaznaczony słabiej (ols, łęg, łozowisko), albo wcale go nie ma (bór mieszany wilgotny i grąd). Według danych we wszystkich punktach okres pylenia sosny trwał niewiele ponad 3 tygodnie, czyli dwa razy krócej niż w 1939 r. (M. Brem i M. Sobolewska 1939), kiedy przebiegał w ciągu 6 tygodni.

Liczby ziarn pyłku sosny z poszczególnych punktów, zestawione według zmniejszającej się ilości i porównane z udziałem procentowym sosny w drzewostanie (ryc. 3), pozwalają wydzielić dwie grupy. Do pierwszej należą zbiorowiska z udziałem sosny w drzewostanie, które wykazują proporcjonalną ilość ziarn pyłku do udziału procentowego drzewa. Interesująca jest dwukrotnie wyższa ilość ziarn pyłku sosny na torfowisku wysokim (1) w porównaniu do boru świeżego (5) przy jednakowym udziale sosny w drzewostanie. Można wyjaśnić to tym, że wokół torfowiska występują zbiorowiska boru świeżego, w których sosna produkuje na ogół duże ilości pyłku i jak się wydaje są one przenoszone na torf. Dodatkowo małe zwarcie drzew na torfowisku sprzyja opadaniu sporomorf. W grupie drugiej przy braku sosny w drzewostanie, najwyższe ilości pyłku wystąpiły na otwartej przestrzeni. Całkowity opad ziarn pyłku sosny w tej grupie pochodzi

Ryc. 4. Przebieg pylenia sosny
The trapping of Scots pine pollen

Ryc. 5. Diagram ilustrujący stosunek liczby ziarn pyłku sosny do udziału jej w drzewostanie

Diagram illustrating the relation of the Scots pine pollen grains numbers to the Scots pine per cent cover in forest

z bliższego i dalszego otoczenia. Charakterystyczne jest natomiast, że najniższe liczby ziarn sosny mają zbiorowiska o największym zwarcie drzewostanu: grąd i łęg.

Pylenie dębu na Polanie Białowieskiej rozpoczęło się przed okresem badań, w zbiorowiskach leśnych między 19—21.V i później. Przebieg pylenia ilustruje ryc. 6. Ma on nieco inny charakter niż u sosny. Po krótkim okresie niewielkiego wzrostu ilości ziarn dębu wystąpiło maksimum. W zbiorowiskach obydwu borów mieszanych, na torfowisku i na Polanie Białowieskiej wyraźnie obserwujemy dwa punkty kulminacyjne. Są one przypuszczalnie spowodowane kolejnym zakwitaniem dwóch odmian dębu szypułkowego, tzw. miękkiej i twardej. W pozostałych zbiorowiskach wyraźnie zaznacza się drugie maksimum.

Pylenie dębu przebiegało w czasie 2 tygodni i wyraźnie zakończyło się w pierwszych dniach czerwca. W porównaniu do 1939 r. okres pylenia został podobnie jak sosny podwójnie skrócony.

Największe bezwzględne ilości ziarn pyłku dębu wystąpiły na Polanie Białowieskiej (428) i na torfowisku wysokim (338). Z kolei znaczne ilości schwytano w punktach zbiorowisk z udziałem dębu w drzewostanie: borze mieszanym sosnowo-dębowym i wilgotnym (ryc. 7, wykres C). Dalsze miejsca w układzie uporządkowanym według liczby ziarn pyłku zajmują zbiorowiska, w których najbliższym sąsiedztwie występował dąb. Zupełnie nieoczekiwane przedstawia się opad ziarn pyłku dębu w grądzie, gdzie wystąpiły najniższe wartości bezwzględne, mimo

Ryc. 6. Przebieg pylenia dębu
The trapping of oak pollen

znacznego udziału dębu w drzewostanie (do 30 %). Zjawisko to tłumaczyć można silnym zwarcie 2 i 3-piętrowej warstwy drzew, która utrudnia opadanie deszczu pyłkowego. Obecność starych, wysokich dębów pyłających na szczycie koron powoduje wywiewanie ziarn pyłku w atmosferę.

Ryc. 7. Diagram ilustrujący stosunek liczby ziarn pyłku do udziału dębu w drzewostanie

Diagram illustrating the relation of the oak pollen grains numbers to the oak per cent in forest

Stosunek ilości ziarn pyłku sosny do dębu stanowi niezmiernie ciekawy wskaźnik. Jeżeli ilości ziarn pyłku sosny przedstawimy jako wielokrotność udziału ziarn pyłku dębu, otrzymamy liczby przedstawiające się jak następuje:

Bór mieszany sosnowo-dębowy	1: 3	
Bór mieszany wilgotny	1:11	
Ols	1: 9	
Łęg	1:12	
Grąd	1:18	
Torfowisko wysokie	1:28	
Bór świeży	1:47	} 51
Bór świeży	1:50	
Bór świeży	1:56	
Bór bagienny	1:85	

Jak widać z powyższego, w zbiorowiskach, gdzie występuje sosna, a brak (lub prawie brak) dębu, ten stosunek wynosi więcej niż 25:1 (ilość ziarn sosny do dębu sumarycznie), przy czym dodatkowo zwraca uwagę fakt, że w 3 płatach boru świeżego wynosi on w przybliżeniu 50:1. O ile dalsze badania potwierdzą takie wyniki można by stosować je w interpretacji danych historycznych i odnosić do zbiorowisk leśnych.

W składzie deszczu pyłkowego oznaczono również pozostałe gatunki drzew. Wśród nich całkowity przebieg pylenia wykazał świerk, który w roku obserwacyjnym pylił bardzo skąpo. Przyczyną minimalnego pylenia była, poza czynnikami biologicznymi, duża i ciągła ilość opadów atmosferycznych w postaci deszczu, który zahamował kwitnienie. Liczby schwytanych ziarn świerka wahają się od kilku do kilkunastu, jedynie na Polanie Białowieskiej mamy 68.

Z innych gatunków oznaczono ziarna jodły, brzozy, olchy, jesionu i klonu, które pojawiły się w ilości kilku ziarn.

Statystyki ziarn pyłku roślin zielnych i krzewów określone jako NAP umieszczone są w tabeli 1. Procentowy udział NAP do całkowitej liczby deszczu (AP + NAP) przedstawia wykres D na ryc. 8. Jak z niego widać,

Ryc. 8. Uporządkowany diagram liczb ziarn NAP uzyskanych w punktach badanych
Ordered diagram of NAP pollen grains numbers caught in investigated points

na Polanie Białowieskiej stosunek NAP : AP wynosi 2:1 i jest znacznie większy niż w zbiorowiskach leśnych. W obrębie lasu maksimum NAP wystąpiło w lęgu i stosunek NAP : AP jest, jak 1:4.

We wszystkich 12 punktach przeważają ziarna *Gramineae* i *Cyperaceae*.

B. Czynniki meteorologiczne a pylenie

Wiatr

Pomiary kierunków wiatrów otrzymano ze Stacji Podstawowej PIHM. Obserwacje wykonywane były zainstalowanym na Polanie Białowieskiej anemometrem Wilda, trzy razy na dobę, według 16-kierunkowej róży wiatrów. Ponieważ wyniki badań pylenia przedstawiają deszcz pyłkowy w ciągu 1 lub kilku dni i rozkład na 4 podstawowe kierunki geograficzne, dla uchwycenia zależności od pomiaru wiatrów, należało przeliczyć dane na jednakową skalę i przedstawić je w stosunkach procentowych. Graficznie zależności pylenia od kierunku wiatrów przedstawione są na ryc. 9.

Ryc. 9. Rozkład % ziarn pyłku do kierunków wiatrów na Polanie Białowieskiej i w zbiorowiskach roślinnych

Distribution in per cent of pollen grains according to wind direction in open area and plant communities

Porównanie procentowe udziału kierunków wiatrów z Polany Białowieskiej z rozkładem kierunkowym sporomorf w poszczególnych zbiorowiskach leśnych nie wykazuje żadnej zgodności. Natomiast porównanie z rozkładem pylenia uzyskanym na Polanie Białowieskiej wykazuje daleko idącą paralelizację. Identyczne wyniki uzyskali A. Scamoni (1938,

Ryc. 10. Układy termiczne w badanych zbiorowiskach roślinnych
Stratification of temperatures in the investigated plant communities

Ryc. 11. Wykresy korelacji przebiegu pylenia i czynników klimatycznych
A — krzywe prędkości wiatru; B — ustonecznienie (w godz.) oraz opady; C — 1. Czas trwania wilgotności względnej > 95%, 2. parowanie, 3. temperatury maksymalne; D — 1. krzywa ogólnej liczby ziarn pyłku, 2. krzywa pylenia sosny, 3. krzywa pylenia dębu

Diagrams of the correlation between the pollen trapping and climatic conditions
A — wind velocities curves; B — insolation (in hours) and precipitations; C — 1. time of the duration of relative humidity > 95%, 2. evaporation, 3. maximal temperatures; D — 1. curve of the total pollen grains number, 2. curve for the Scots pine pollen, 3. curve for the oak pollen

1949), H. A. Hyde i D. A. Williams (1944), H. Leinbundgut i E. Marcet (1953) oraz J. Wright (1953).

Według R. Geiger (1950) wpływ wiatru zależy od wysokości, na której przeprowadzamy badanie. S. A. Sapożnikowa (1950) wykazuje, że w pasie 2 m ponad ziemią zmienność wiatru jest nieznaczna, szczególnie w obrębie lasu. J. Sidorowicz (1959) stwierdził całkowitą niezależność kierunków rozchodzenia się prądów powietrza w zbiorowiskach leśnych przy powierzchni gruntu od ogólnego kierunku wiatrów na otwartej przestrzeni.

Prądy powietrza w obrębie lasu mają charakter konwekcyjny i turbulencyjny (R. Geiger 1950, S. A. Sapożnikowa 1950, J. Dyakowska 1952) uzależniony od rodzaju zbiorowiska i podłoża. Przebieg tych prądów zależy od rozkładu pionowego temperatury. Można to zilustrować za pomocą temperatur maksymalnych z trzech poziomów 5, 50 i 200 cm. Zależnie od stratyfikacji termicznych powietrza zbiorowiska grupują się w trzech typach układów (ryc. 10), których schemat sporządzono z układów dziennych (materiał dokumentacyjny):

1. Układ radiacyjny, który reprezentują zbiorowiska: ols, łęg i grąd, charakteryzuje się stagnacją dolnej warstwy powietrza i stanowi układ najbardziej stabilny.

2. Układ izotermiczny przedstawiają zbiorowiska: boru świeżego, boru mieszanego sosnowo-dębowego i boru bagienne; temperatury maksymalne na trzech poziomach ulegają nieznacznym wahaniom tworząc układ mniej stabilny niż poprzedni.

3. Układ insolacyjny stanowi układ najbardziej labilny sprzyjający powstawaniu ruchów konwekcyjnych i turbulencyjnych. Występuje w borze mieszanym wilgotnym, na torfowisku i łozowisku.

Prędkość wiatru mierzona na otwartej przestrzeni wykazuje wpływ na przebieg pylenia na Polanie Białowieskiej. W dniach maksymalnego pylenia wystąpiły wiatry o wyższej prędkości (ryc. 11). Zależność taką stwierdzili również A. Scamoni (1938) i H. Kugler (1955). Natomiast J. Jentys-Szaferowa (1938) notuje słabe wiatry w okresie maksymalnego pylenia. J. Wright (1953) poddaje też w wątpliwość wpływ szybkości wiatru i uważa, że zasadniczy efekt daje kierunek wiatru i układ topograficzny.

Usłonecznienie

Wartości usłonecznienia pochodzą ze Stacji Podstawowej PIHM. Ilość godzin usłonecznienia ma wyraźny wpływ na rozpoczęcie pylenia. W okresie pylenia sosny i dębu zaznacza się korelacja pozytywna ilości chwytanego pyłku z przebiegiem usłonecznienia. Szczególnie wyraźnie występuje zgodność przedstawiona dla punktu najbliższego położonego na Polanie Białowieskiej (ryc. 11).

Wpływ usłonecznienia na intensywność pylenia stwierdzili: J. Jentys-Szaferowa (1938), A. Scamoni (1938), H. A. Hyde and D. A. Williams (1944), H. A. Hyde (1955) i H. Leibundgut, E. Marcet (1953).

Wilgotność względna powietrza i opad

Przy wilgotności względnej powietrza uwzględniono ilość godzin z wilgotnością powyżej 95%. Czas trwania wilgotności względnej uzyskano dla punktów 1, 3, 4, 6, 8 i 9 ze Stacji Botanicznej PAN prowadzącej obserwacje na 50 cm i dla punktu 12 ze Stacji PIHM na 200 cm. Krzywe wilgotności wykazują najwyższe wartości w okresie przed rozpoczęciem pylenia i pokrywają się z przebiegiem opadów atmosferycznych. Podczas maksymalnego pylenia ilość godzin z wilgotnością względną ponad 95% jest najniższa.

Badanie tego czynnika przez A. Scamoniego (1938) i H. A. Hyde i D. A. Williamsa (1944) wykazało również zależność odwrotnie proporcjonalną do przebiegu pylenia.

Wartości opadu atmosferycznego pochodzą ze Stacji PIHM i Zakładu Badania Lasów Pierwotnych IBL. Maksymalne pylenie odbywało się w okresie 15 dni przy zupełnym braku opadu atmosferycznego. Dwa dni, w których wystąpił deszcz (atmosferyczny) nie wpłynęły na ilość sporomorf. Natomiast próby zbierane 1.V—10.V w okresie ciągłych opadów atmosferycznych były zupełnie pozbawione sporomorf.

Opad atmosferyczny wytrąca całkowicie ziarna pyłku z powietrza przynajmniej na jedną dobę, jak wykazali J. Jentys-Szaferowa (1938), A. Scamoni (1949), J. Dyakowska (1952). Jednak w obrębie lasu, jak twierdzą M. Brem i M. Sobolewska (1939), opad atmosferyczny odbija się mniej wyraźnie, gdyż deszcz pyłkowy zostaje zasilony nowymi ziarnami pyłku.

Temperatury maksymalne

Wartości temperatur maksymalnych dla punktów 1, 3, 4, 6, 7, 8 i 9, 10 i 11 pochodzą ze Stacji Botanicznej PAN (z 50 cm), dla punktu 2 ze Stacji Zakładu Badania Lasów Pierwotnych IBL (200 cm) i dla punktu 12 ze Stacji PIHM (200 cm). Porównanie krzywych temperatur maksymalnych z krzywymi pylenia (ryc. 11) wykazuje wyraźną zgodność przebiegów. Pylenie rozpoczyna się przy wzroście temperatury do chwili uzyskania swego maksimum. W okresie kwitnienia sosny i dębu temperatury maksymalne utrzymują się powyżej 10°C.

Wpływ temperatury badali J. Jentys-Szaferowa (1938), A. Scamoni (1938), H. A. Hyde i D. A. Williams (1944), H. A. Hyde (1955), H. Leibundgut, E. Marcet (1953) i znajdowali niewątpliwy związek tego czynnika z przebiegiem pylenia oraz tę samą zależność.

Parowanie

Pomiary parowania pochodzą z tych samych stacji i poziomów, które wymieniono przy temperaturach. Przebieg krzywej parowania zasadniczo podobny jest do przebiegu krzywej temperatury, wykazuje jednak większe wahania. Analogicznie jak dla poprzednich elementów porównanie z przebiegiem pylenia wykazuje równoczesność zmian. W okresie maksymalnego pylenia obserwujemy największe wartości parowania.

Wyniki te potwierdzają dane uzyskane przez poprzednich badaczy: J. Jentys-Szaferową (1938), H. A. Hyde i D. A. Williams (1944), H. A. Hyde (1955), H. Leibundgut, E. Marcet (1953).

WYNIKI I WNIOSKI

1. Istnieje wyraźna różnica jakościowa i ilościowa między deszczem pyłkowym, obserwowanym w 11 punktach na powierzchniach zbiorowisk roślinnych, a odpowiednim deszczem na otwartej przestrzeni.

2. Udział ziarn pyłku NAP do całości opadu deszczu pyłkowego jest dla otwartej przestrzeni kilka do kilkunastu razy większy niż dla zbiorowisk leśnych.

3. Liczba schwytanych ziarn pyłku zależy od:

a) udziału gatunku drzew w drzewostanie; ilość ziarn pyłku sosny z poszczególnych punktów wykazuje zależność proporcjonalną do udziału w drzewostanie, natomiast w pyleniu dębu podobna zależność jest słabiej uchwytana,

b) otaczających zbiorowisk — bliskie sąsiedztwo (kilkaset metrów) zaznacza się wyraźnie w deszczu pyłkowym,

c) zwarcia drzewostanu — A. Dengler (1955) traktuje drzewostan jako pewnego rodzaju filtr; duże zwarcie drzewostanu stanowi przeszkodę w opadaniu sporomorf, wyraźnie zaznaczone w zwartych zbiorowiskach grądu i łęgu.

4. Najwyższa liczba deszczu pyłkowego wystąpiła na Polanie Białowieskiej i przedstawia w znacznym stopniu stosunki Parku Botanicznego i otaczającej roślinności łąkowej.

5. W obrębie zbiorowisk leśnych najwyższa liczba deszczu pyłkowego wystąpiła na torfowisku wysokim. Wydaje się, że jest to wynikiem (poza czynnikami wymienionymi w punkcie 3 a, b i c) również układu insolacyjnego, który sprzyja ruchom powietrza i opadaniu sporomorf.

6. Kolejne miejsca według liczby pylenia zajmują bory świeże, bór bagienny, bór mieszany sosnowo-dębowy, ols, bór mieszany wilgotny, łożowisko, grąd i łęg.

7. Pylenie rozpoczyna się wcześniej na przestrzeni otwartej zalesionej kępowo, a następnie w zbiorowiskach leśnych. Maksimum pylenia zaznacza się wyraźnie w zbiornikach z udziałem badanego drzewa w drzewostanie.

8. Okres pylenia sosny trwał 3 tygodnie, dębu — 2 tygodnie. W porównaniu do wyników M. Brem i M. Sobolewskiej z 1939 r. trwało ono dwa razy krócej. Wydaje się, że zasadniczy wpływ na pylenie miał przebieg pogody. Rok 1939 był wybitnie słoneczny i suchy, natomiast badany okres poprzedzony był długotrwałymi opadami atmosferycznymi.

9. Można przypuszczać, że wskaźnik stosunku ilości ziarn pyłku sosny do ilości ziarn pyłku dębu charakteryzuje badane zbiorowisko. Być może, że po obserwacji i potwierdzeniu wyników będzie można opierać się na nim w interpretacji historycznej.

10. Stwierdzono, że przebieg pylenia jest wprost proporcjonalny do temperatury, uśłonecznienia i parowania, odwrotnie proporcjonalny do ilości godzin z wilgotnością względną ponad 95% i obniżeniem temperatury.

11. Opad deszczowy wpłynął wyraźnie na rozpoczęcie pylenia i stał się przyczyną zahamowania kwitnienia świerka oraz skrócił okres pylenia sosny i dębu.

12. Panujące kierunki wiatrów mają wyraźny wpływ na opad sporomorf na otwartej przestrzeni, natomiast nie wykazują żadnego związku z ilością chwytanego pyłku w zbiorowiskach leśnych. Szybkość wiatru mierzona na otwartej przestrzeni wpływa wprost proporcjonalnie na ilość schwytych sporomorf.

13. Metoda chwytania pyłku użyta w niniejszej pracy wykazała, że nadaje się do badań deszczu pyłkowego. Nieprzerywanym badaniem został objęty cały okres pylenia badanych drzew, co wydaje się ma zasadnicze znaczenie dla oceny rozmiarów pylenia. Mniejsze znaczenie ma długość okresu chwytania pyłku poza maksimum pylenia i częstość zbierania prób.

Składam serdeczne podziękowanie Kolegom dr M. Dąbrowskiemu i dr A. Sokołowskiemu za przedyskutowanie metody i wyników pracy mgr Puckowej za wypożyczenie mikroskopu oraz mgr Olszewskiemu za poprawienie opracowania czynników meteorologicznych.

Zmarłemu Kierownikowi Zakładu Badania Ssaków Instytutu Zoologicznego w Białowieży, profesorowi dr A. Dehnelowi zawdzięcam pomoc i cenne rady w czasie wykonywania niniejszej pracy.

STRESZCZENIE

Praca zawiera opis metody i wyniki pierwszej części badań fenologiczno-aeropalynologicznych prowadzonych w Białowiejskim Parku Narodowym. Badania dotyczą opadu deszczu pyłkowego sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris*) i dębu szy-

pułkowego (*Quercus robur*) w 12 punktach rozmieszczonych w zbiorowiskach leśnych i na przestrzeni otwartej. Próby zbierano 10.V.—10.VI.1961.

W wyniku badań stwierdzono, że istnieją różnice w przebiegu pylenia i ilości deszczu pyłkowego w obrębie lasu i na otwartej przestrzeni. W zbiorowiskach leśnych liczba ziarn pyłku zależy od składu i zwarcia drzewostanu.

Wpływ czynników meteorologicznych jest wyraźnie zaznaczony, zarówno przed rozpoczęciem kwitnienia, jak i podczas przebiegu pylenia.

*Instytut Historii Kultury Materialnej
Polskiej Akademii Nauk
Warszawa, ul. Nowy Świat 72*

(Wpłynęło: dn. 23.11.1962 r.)

SUMMARY

The work gives a description of the methods used and results obtained from trapping Scots pine and oak pollen on sticky slides. 11 sites in different types of forest vegetation and 1 in an open area of the arable land round the village were chosen. These sites were close to meteorological station in the park (Fig. 1).

The material was collected between May 10th, and June 10th, 1961. Fig. 2 shows the slide with a strip of cellophane covered with vaseline and fastened to a stick.

During the period of maximal flowering samples were taken daily, but out of this period every 2—4 days. The pollen grains and spores from each of the 4 divisions of the slide were counted. At the meteorological station in open area the wind directions were recorded.

Conclusions:

1. There is a marked difference between the number of grains trapped in open area and in different parts of the forest.
2. Four times as many NAP grains were trapped in the open area as in the forest.
3. The highest number of grains was found in the open area and gives a picture of the environment.
4. The number of grains caught is dependent on:
 - a) cover percent of trees in forest,
 - b) density of canopy,
 - c) type of vegetation in the area.
5. The order of increasing frequency of number of grains caught in each forest type was: regenerating raised bog; Scots pine-spruce; degenerating raised bog; Scots pine-oak; alder; oak-spruce; *Salix-Frangula*; hornbeam and ash.
6. The outset of flowering is earlier in the open area.
7. The length of the flowering period for Scots pine was 3 weeks, and for oak 2 weeks.
8. The ratio of Scots pine grains to oak grains may be used to give an indication of the local occurrence of oak trees.
9. Climatic conditions mainly influence the beginning of flowering, but also affect its duration. The two weeks rain prevented the flowering of spruce and shortened the period of the flowering of the other trees studied.

The flowering period is positively correlated with temperature, hours of sunshine, and evaporation are negatively correlated with the time during which the relative humidity was over 95%.

The directions of the wind is important only in the open area: in the forest there is no correlation between the number of grains trapped and the direction of the wind in the open area.

In the forest air movements are modified by turbulence and convection, which vary with the type of vegetation. The forest types can be divided into three groups on the basis of a vertical stratification of temperatures (Fig. 11) within the vegetation:

- a) stratification radiational — alder, ash, hornbeam — very stable;
- b) stratification isothermic — Scots pine-spruce. Scots pine-oak, degenerating raised bog — less stable;
- c) stratification insolative — regenerating raised bog, oak-spruce, *Salix-Fragula* shrubs-very labile.

LITERATURA

- Aario L., 1940, Waldgrenzen und subrezentenen Pollenspektren in Petsamo Lappland, Publ. Inst. Geogr. Univ. Helsingensis 3:1—120.
- Brem M. i Sobolewska M., 1939, Studia nad opadem pyłku drzew leśnych w Puszczy Białowieskiej, Sylwan Ser. A. 3—4:1—19.
- Dengler A., 1955, Über den Pollenflug und seine Ausfilterung innerhalb von Waldbeständen, Zeit. f. Forstgen. u. Forstpflzucht. 4, 4/5:107—110.
- Dengler A., 1955, Pollenflugbeobachtungen in der Umgebund von Waldbeständen, Zeit. f. Forstgen. u. Forstpflzucht. 4, 4/5:110—113.
- Dyakowska J., 1937, Researches on the rapidity of the falling down of pollen of some trees, Extr. d. Bull. d. l'Ac. Pol. d. Sc. et d. Lettr. Ser. B. (1):155—168.
- Dyakowska J., 1948, The pollen rain on the sea and on the coasts of Greenland, Extr. d. Bull. d. l'Ac. Pol. d. Sc. et d. Lettr. Ser. B. (1):1—33.
- Dyakowska J., 1959, Podręcznik palynologii, Warszawa.
- Erdtman G., 1938, Pollengrains recovered from the atmosphere over the Atlantic, Acta Horti. Gotoburg. t. XII.
- Erdtman G., 1943, An introduction to pollen analysis, Waltham.
- Geiger R., 1950, Das Klima der Bodennahen Luftschicht, Die Wissenseh. Bd. 78:1—460.
- Hryniewiecki B., 1952, Owoce i nasiona, Warszawa.
- Hyde H. A., 1951, Pollen output and seed production in forest trees, Quat. J. Forestry, Vol. XLV, 3:172—175.
- Hyde H. A., 1952, Studies in atmospheric pollen, The New Phytologist, Vol. 51, 3:281—293.
- Hyde H. A. and Williams D. A., 1944, Studies in atmospheric pollen, The New Phytologist, Vol. 43, 1:49—61.
- Jentys-Szaferowa J., 1938, Z badań biometrycznych nad zbiorowym gatunkiem *Betula alba* L., Inst. Bad. Lasów Państw. Rozp. i Spr. Ser. A. 40:1—84.
- Karpiński J. J., 1949, Materiały do bioekologii Puszczy Białowieskiej, Inst. Bad. Lasów Państw. Rozp. i Spr. Ser. A. 56:1—212.
- Kugler H., 1955, Einführung in die Blütenökologie, Stuttgart.

- Leibundgut H. und Marcet E., 1953, Pollenspektrum und Baumartenmischung, Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 104, 11—12:594—611.
- Lüdi W. und Vareschi V., 1936, Die Verbreitung des Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos, Ber. Geobot. Inst. Rübel: 47—112.
- Pohl Fr., 1937, Die Pollenzeugung der Windblütler, Beih. Bot. Zbl. Abt. A, und Fruchtknotenbau. IBeih. Bot. Cbl. Bd. 46.
- Paczoski J., 1930, Lasy Białowieży, Monogr. Nauk. Państw. Ochr. Przyr. Poznań: 1—575.
- Rempe H., 1937, Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen, Planta Bd. 27. H. 1:94—148.
- Sapożnikowa S. A., 1950, Mikroklimat i miestnyj klimat, Gidrometeoroizdat.
- Scamoni A., 1938, Über Eintritt und Verlauf der männlichen Kieferblüte, Zeit. f. Forst. u. Jagdresen. LXX, H. 6.:289—315.
- Scamoni A., 1949, Beobachtung über den Pollenflug der Kiefer und Fichte, Forstwiss. Centrbl. 68, H. 12:735—751.
- Scamoni A., 1955, Über den gegenwärtigen Stand unseres Wissens vom Pollenflug der Waldbäume, Zeit. f. Forstgen. u. Forstpflanzucht 4, H. 4/5:145—149.
- Schmidt W., 1918, Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung, Österr. Bot. Zeitschr. LXVII, 10—12:313—328.
- Sidorowicz J., 1959, Observations on directions of air currents over the ground of the wood, Ekologia Polska Ser. B. T. V. 4:345—350.
- Środoń A., 1960, Pollen spectra from Spitsbergen, Folia Quater. 3.
- Tichomirow B. A., 1941, Danyje o zanosie pylcy dREWIESNYCH POROD K SIEWIERU OT LESNOJ GRANICY, Doklady AN SSSR T. 71:753—755.
- Wodehouse R. P., 1935, Pollen grains, New York — Londyn.
- Wright J. W., 1953, Pollen-dispersion studies: some practical applications, Jour. Forest. Vol. 51, 2:114—118.
- Zaklinskaja E. D., 1951, Materiały k izuczeniuju sostawa sowremennoj rastitelnosci i jejo sporowo-pylcewych spectrow, Trudy Inst. Geogr. Nauk. 127, 48:198.
- Matuszkiewicz W., 1952, Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego, Ann. Univ. M. Cur. Skłod., Sect. C. Suppl. VI:1—218.