Obserwacje nad wysiewem zarodników workowych grzyba *Venturia inaequalis* (C o o k e) A d e r h. w Polsce centralnej w roku 1959

Observations on the dissemination of ascospores of the fungus *Venturia inaequalis* (C o o k e) A d e r h. in Central Poland in 1959

ZBIGNIEW BORECKI I ELŻBIETA CICHOSZ

WSTĘP

Nowoczesne metody walki z parchem jabłoniowym cechuje dążenie do stosowania środków grzybobójczych w terminach określonych na podstawie bezpośrednich obserwacji nad rozwojem grzyba. Metoda ta umożliwia wyeliminowanie, z przyjętego w praktyce kalendarza opryskiwań jabłoni, niektórych zabiegów profilaktycznych i zapobiega nadmiernej chemizacji środowiska.

Proces wysiewu zarodników workowych odgrywa decydującą rolę w rozwoju epidemii parcha jabłoniowego; daje on początek infekcji pierwotnej, od przebiegu której zależy w dużym stopniu nasilenie choroby w okresie wegetacji. Uchwycenie terminów wysiewu zarodników, przez terenowe punkty sygnalizacyjne i określenie na ich podstawie terminów opryskiwań, zapewnia największą skuteczność walki z parchem jabłoniowym. Głównym celem tych obserwacji jest określenie okresów krytycznych, w których spełnione zostają wszystkie warunki ze strony patogena, gospodarza i środowiska, umożliwiające infekcję liści. Jednym z tych warunków jest obecność zarodników na powierzchni liści.

Określenie terminów występowania okresów krytycznych wymaga uchwycenia procesu wysiewu zarodników workowych z dużą dokładnością, ponieważ o przebiegu infekcji i jej nasileniu decydują dosłownie godziny. Jedną z metod umożliwiających śledzenie tego procesu z dostatecznie dużą dokładnością jest zastosowana w przeprowadzonych badaniach metoda polegająca na filtracji powietrza.

Krótki przegląd literatury

Biologia grzyba *Venturia inaequalis* poznana jest stosunkowo dobrze. Badania Keitta i Jonesa (1926), przeprowadzone w USA, umożliwiły poznanie pełnego cyklu rozwojowego grzyba, a dalsze prace, prowadzone niemal wszędzie tam, gdzie występuje parch jabłoniowy, wyjaśniły szereg zjawisk charakterystycznych w rozwoju tego pasożyta. W Europie Środkowej parch jabłoniowy zbadany został najdokładniej w Niemczech (Holz 1939), a ostatnio w Rumunii (Savulescu 1956). Główne źródło infekcji pierwotnej stanowią otocznie grzyba rozwijające się na opadłych zeszłorocznych liściach. Otocznie formują się już w końcu jesieni poprzedniego roku, jednak dojrzewanie ich trwa przez całą zimę aż do wiosny. Pod koniec zimy w otocznich zaczynają formować się worki; rozwój ich początkowo przebiega powoli, a następnie wczesną wiosną wykształcają się w nich zarodniki workowe. W okresie dojrzewania zarodników workowych w worku zachodzą zmiany biochemiczne, podczas których następuje hydroliza glikogenu na cukry proste. Wysoka koncentracja roztworu tych cukrów powoduje, że w worku panuje duże ciśnienie osmotyczne. Work, z chwilą nawilgocenia liścia i otoczni, pochłania duże ilości wody, pęcznieje, zostaje wyniesiony ku otworowi otoczni i pęka wąską szczeliną wyrzucając zarodniki. Wyrzucone zarodniki unoszone są prądami powietrza (Keitt 1926, Holz 1939, Savulescu 1956).

Pomimo licznych wiadomości, jakie posiadamy o rozwoju grzyba *Venturia inaequalis*, w ostatnich latach stanowi on ponownie obiekt interesujących badań, które w dużym stopniu odnoszą się do biologicznych podstaw organizacji służby sygnalizacyjnej. Najnowsze badania cechuje podjęcie dawnych problemów przy zastosowaniu nowych metod badawczych. W badaniach tych uwzględniony jest ścisły związek rozwoju patogena z warunkami środowiska i dążenie do wyciągnięcia wniosków dla praktyki (Hirst 1952, 1955, 1958; Moore 1958; Miller 1957, 1958; Savulescu 1956; Mills 1951).

Szczegółowy opis metod stosowanych w obserwacjach nad wysiewem zarodników workowych parcha jabłoniowego podaje Baumeister (1954), która nie określa jednak przydatności poszczególnych metod dla celów terenowej stacji sygnalizacyjnej. Stosowane przez wielu badaczy metody chwytania zarodników na rozłożone szkiełka przedmiotowe pozwalają wprawdzie na poznanie przebiegu wysiewu zarodników, jednak ich mała dokładność wyklucza ściśle określenie okresów krytycznych (Borecki 1957; Friedrich 1952; Holz 1939; Savulescu 1956).

Podobne znaczenie ma metoda Millsa zastosowana przez Zaleskiego i Z. Kocentówną w jedynej pracy wykonanej dotychczas w Polsce, poświęconej procesowi wysiewu zarodników workowych parcha jabłoniowego (Zaleski i Z. Kocentówna 1939). Metoda ta

polega na systematycznym badaniu stanu rozwojowego otoczni od momentu formowania worków do końca procesu wysiewu zarodników; zastosowanie jej daje dokładny obraz przebiegu wysiewu zarodników w sezonie, jednak nie pozwala na ściśle określenie momentu, w którym zjawisko to zachodzi oraz ilości zarodników wyrzuconych z otoczni i unoszących się w powietrzu.

Filtrację powietrza w obserwacjach nad wysiewem zarodników workowych stosowali już Frey i Keitt (1925), jednak zastosowana przez

Ryc. 1. „Hirst spore trap” — aparat służący do filtracji powietrza i wyłapywania zarodników

„Hirst spore trap” for filtering air and trapping spores

nich metoda umożliwia jedynie określenie ilości zarodników złapanych w ciągu doby, bez ustalenia momentu ich wylotu.

W chwili obecnej pracownie naukowe mają do dyspozycji kilka nowoczesnych metod badawczych pozwalających na dokładne prześledzenie tego zjawiska; jedną z nich jest metoda Hirsta stosowana powszechnie w wielu krajach Europy i w USA (Hirst 1952, 1958; Hardh 1958; Miller 1958). Metoda Hirsta polega na zastosowaniu automatycznego aparatu, służącego do wychwytywania zarodników z powietrza. Aparat ten, określony przez autora jako „Hirst Spore Trap”, składa się z pięciu części. Główne jego części stanowią: filtr powietrzny wychwytyjący unoszące się w powietrzu zarodniki, mechanizm zegarowy przesuwający w stosunku do

otworu wlotowego szkiełko przedmiotowe, na które padają zasysane z powietrzem zarodniki, regulator i wskaźnik siły ssącej, ster powietrzny ustawiający samoczynnie otwór wlotowy filtru pod wiatr oraz pompa. Szczegółowy opis aparatu podaje H i r s t w specjalnych publikacjach (1952, 1958). Zastosowanie aparatu umożliwia dokładne określenie ilości zarodników znajdujących się w 1 litrze lub w 1 m³ powietrza w danym czasie z dokładnością do 1 godziny. Pewne zmiany w budowie przyrządu pozwalają na zwiększenie dokładności określenia czasu, w którym zarodniki zostały schwytane, jeśli dokładność taka jest potrzebna.

Dokładne określenie terminu wysiewu zarodników workowych oraz ich ilości jest jednym z warunków umożliwiających oznaczanie okresów krytycznych, czyli terminów, w których dochodzi do masowej infekcji liści. Podstawy ustalania okresów krytycznych opracowane zostały przez M i l l s a, który w wyniku piętnastoletnich badań określił ścisłą zależność pomiędzy temperaturą powietrza i czasem, w ciągu którego liście jabłoni muszą być zwilżone, aby mogło dojść do infekcji. Rezultaty badań M i l l s a rozpowszechnione zostały na całym świecie, w formie tzw. tabel Millsa, nazywanych także tabelami Millsa—Fishera lub Millsa—LaPlante, zależnie od nazwiska współautora licznych publikacji i artykułów tego wybitnego badacza (M i l l s 1951). Oryginalna tabela Millsa podaje niezbędny okres zwilżenia liści w zależności od temperatury wyrażonej w stopniach Fahrenheita. Poniżej podajemy tabelę Millsa w przeliczeniu na stopnie Celsjusza (tab. 1).

Innym rezultatem wieloletniej pracy M i l l s a (1951) jest opracowanie tabeli okresów inkubacyjnych (tab. 2).

METODYKA BADAŃ

Badania nad wysiewem zarodników workowych grzyba *Venturia inaequalis* przeprowadzone zostały w roku 1959 w Sadzie Pomologicznym w Skiernewicach i w Zakładzie Naukowo-Badawczym Instytutu Sadownictwa w Nowej Wsi koło Warki. Oba obiekty doświadczalne położone są w Polsce centralnej. W sadzie w Nowej Wsi istnieją szczególnie korzystne warunki dla rozwoju parcha jabłoniowego na skutek sprzyjających warunków mikroklimatycznych.

Właściwe obserwacje nad wysiewem zarodników workowych poprzedzone zostały obserwacjami nad dojrzewaniem otoczni, trwającymi od końca lutego, gdy w otoczniah rozpoczynał się proces formowania worków. Obserwacje te przeprowadzono według metodyki zastosowanej przez B o r e c k i e g o w badaniach nad biologią parcha grusowego (B o r e c k i 1957). Stan rozwojowy otoczni określano co siedem dni na podstawie próbki 100 otoczni

TABELA 1 — TABLE 1

Tabela Millsa—LaPlante określająca niezbędny okres czasu zwilżenia liści dla wywoływania infekcji, w zależności od temperatury
 Mills—LaPlante table for determining the time that leaves have to be wet for infection at various temperatures

Średnia temperatura w °C Average temperature in degrees C	Liczba godzin, w ciągu których liść pozostaje zwilżony, niezbędna dla wywołania infekcji o nasileniu: Time in hours that leaves must be wet for infection:		
	slabym weak	średnim medium	silnym strong
	ponad dwa dni more than two days		
0,5—5			
5,5	30	40	60
6,0	25	34	51
6,6	22	30	45
7,2	20	27	41
8,0	19	25	38
8,5	17	23	35
9,0	15	20	30
9,5	14,5	20	30
10,0	14	19	29
10,5	13	18	27
11,0	12	18	26
11,6	12	17	25
12,0	11,5	16	24
13,0	11	16	24
13,3	11	15	22
14,0	10	14	22
14,4	10	14	21
15,0	10	13	21
15,5	9,5	13	20
16,0	9	13	20
16,6	9	12	19
od 17 do 24	9	12	18
24,4	9,5	12	19
25,0	11	14	21
25,5	13	17	26

pobranej wprost z sadu z kwatery jabłoni odmiany „McIntosh”, wyróżniającej się wybitną wrażliwością na porażenie przez parch jabłoniowy. Próbkę 100 otoczní pobierano z 10 zeszlórocznych liści, obserwacje przeprowadzano na materiale świeżym bez utrwalania. Stan rozwojowy otoczní oznaczano według czterostopniowej skali, która obejmowała następujące stadia rozwojowe:

- 1 — otocznia bezworkowa,
- 2 — proces formowania worków w otoczni,
- 3 — rozpoczęty proces formowania zarodników workowych w otoczni,
- 4 — rozpoczęty proces dojrzewania zarodników workowych w otoczni.

TABELA 2 — TABLE 2

Tabela Millsa określająca czas trwania okresu inkubacyjnego
w zależności od temperatury

Mills table for determining the incubation time at various temperatures

Średnia temperatura w °C od momentu kiełkowania zarodników workowych Average temp. in °C after germination of ascospores	2,2	3,9	5,5	7,2	8,8	10,8	12,7	15,6	16,1	17,8	19,5	21,4	23,1
Okres inkubacyjny (liczba dni od momentu kiełkowania zarod. workowych do wystąpienia widocznych objawów na liściach Incubation time (number of days from germination of ascospores to appearance of first visible symptoms on leaves)	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7

Obserwacje nad wysiewem zarodników workowych prowadzono w Skiernewicach od 11 kwietnia do 1 lipca, a w Nowej Wsi od 4 kwietnia do 6 lipca. W obu sadach okres obserwacji objął całkowicie czasokres, w ciągu którego miał miejsce wysiew zarodników. Obserwacje przeprowadzono przy pomocy aparatów Hirsta, które ustawione zostały w kwaterach jabłoni, pomiędzy drzewami odmiany „McIntosh”. Do aparatów podłączono wentylatory elektryczne, napędzane z przenośnych akumulatorów, co umożliwiło założenie punktu obserwacyjnego w odpowiednio wybranym miejscu. Ilość powietrza zasysana przez pompy w ciągu 1 minuty wynosiła 10 litrów i była dostatecznie duża dla ścisłego przeprowadzenia obserwacji, a jednocześnie dostatecznie mała, aby nie powodować dodatkowych zawirowań powietrza w otoczeniu punktu obserwacyjnego. Otwór wlotowy filtru, przez który przechodziło powietrze niosące zarodniki, znajdował się na wysokości 60 cm nad powierzchnią ziemi. Zarodniki padały na szkiełko przedmiotowe pokryte cienką warstwą wazeliny. Szkiełko to przesuwano się w ciągu doby o 48 mm w stosunku do otworu wlotowego o wymiarach 2×14 mm. W rezultacie na szkiełku powstawał pas o wymiarach 14×48 mm, który był obiektem obserwacji mikroskopowych po zdjęciu szkiełka. Na podstawie położenia zarodników na szkiełku określano godzinę, o której zarodniki zostały schwytane. Przy bardzo dużych (masowych) wysiewach zarodników, okazało się konieczne przeliczanie ilości zarodników wzdłuż pasów reprezentatywnych na szkiełku

przedmiotowym, stanowiące podstawę do obliczenia ogólnej ilości zarodników schwytanych w ciągu doby. Wyniki obserwacji wyrażano w średniej ilości zarodników w 1 m³ powietrza, dzieląc ogólną ich ilość przez objętość powietrza przefiltrowanego w ciągu doby, wynoszącą 14,4 m³. Aparaty były czynne przez cały okres badań niezależnie od pogody. Jedynie w Nowej Wsi w wyniku gwałtownej burzy w połowie czerwca nastąpiło uszkodzenie pompy, co spowodowało czterodniową przerwę w obserwacjach. Ze względu na brak odpowiednich odczynników chemicznych zmieniono nieco w stosunku do zaleceń Hirsta (1952) sposób przygotowywania do obserwacji szkiełek z chwytanymi zarodnikami. Po zdjęciu szkiełka umieszczano na nim krople olejku goździkowego z błękitem anilinowym, dzięki czemu uzyskiwano preparat o wyrównanej powierzchni i kontrastowo zabarwionych zarodnikach.

Warunki atmosferyczne w roku 1959 w Skierniewicach i w Nowej Wsi

W celu określenia okresów krytycznych przeprowadzono obserwacje nad warunkami atmosferycznymi w okresie od końca marca do lipca 1959 r. W Skierniewicach uzyskano dane meteorologiczne z miejscowej stacji PIHM, położonej w odległości 200 m od sadu. W Nowej Wsi przeprowadzono własne obserwacje nad przebiegiem opadów, temperaturą i wilgotnością powietrza.

Przy określaniu okresów krytycznych oparto się na tabeli Millsa—La Plante (1951) oraz na badaniach Hirsta (1955, 1958), który przyjmuje, że liść pozostaje zwilżony po deszczu lub rosie tak długo, dopóki wilgotność względna powietrza wynosi więcej niż 74%.

Warunki atmosferyczne w pierwszym półroczu 1959 r. w Skierniewicach przedstawione są w tabeli 3.

Odchyłkę obliczano w stosunku do wartości przeciętnych z lat 1928—1958. Z przedstawionego zestawienia wynika, że pierwsze półrocze roku 1959 było stosunkowo ciepłe i suche. Warunki te nie były zbyt korzystne dla rozwoju parcha jabłoniowego.

Brak stacji meteorologicznej w Nowej Wsi uniemożliwił uzyskanie dokładnych danych. Obserwacje nad warunkami meteorologicznymi prowadzono od kwietnia 1959 r.

Warunki atmosferyczne w Nowej Wsi cechowała również mała ilość opadów w kwietniu i maju oraz ulewne opady burzowe w połowie i pod koniec czerwca. W połowie czerwca w ciągu czterech dni spadło 137,9 mm opadu, a w jednym tylko dniu 13 czerwca 49,0 mm. Pomimo że warunki atmosferyczne układały się niezbyt pomyślnie dla rozwoju parcha jabłoniowego, choroba wystąpiła w dość dużym nasileniu na odmianach jabłoni bardzo wrażliwych na porażenie przez parch.

TABELA 3 — TABLE 3

Przebieg warunków atmosferycznych w Skierniewicach w okresie od stycznia do czerwca 1959 r.

Weather conditions at Skierniewice from January to June 1959

Miesiąc Month	Temperatura powietrza w °C Air temperature in °C				Opady Rainfalls	
	średnia mean	odchyłka wskaźnik deviation index	maksy- malna maximum	mini- malna minimum	w mm in mm	procent war- tości normal- nej per cent normal value
I	-1,0	+1,9	1,0	-4,1	17,2	81,9
II	-2,1	+0,6	0,7	-5,1	9,6	42,8
III	4,5	+3,0	9,3	0,4	21,7	95,1
IV	8,3	+1,2	14,0	3,1	18,6	54,8
V	13,1	-0,3	17,2	6,6	30,8	70,2
VI	16,7	+0,3	22,2	10,5	51,2	81,4

TABELA 4 — TABLE 4

Przebieg warunków atmosferycznych w Nowej Wsi od 1 kwietnia do 30 czerwca 1959 r.

Weather conditions at Nowa Wieś from April 1 to June 30, 1959

Miesiące Month	Średnia tempera- tura powietrza w °C Mean air tempera- ture in °C	Opady w mm Rainfalls in mm
IV	8,9	22,1
V	14,1	19,7
VI	17,4	185,9

WYNIKI BADAŃ

Dojrzewanie otoczni parcha jabłoniowego w okresie wiosennym w Skierniewicach i w Nowej Wsi w roku 1959

Obserwacje nad stanem rozwojowym otoczni prowadzono w Skierniewicach od 21 lutego do 21 kwietnia; wyniki przedstawione są w tabeli 5.

Intensywny rozwój otoczni rozpoczął się pod koniec lutego. Pierwsze dojrzałe zarodniki workowe znaleziono 10 marca. 17 marca już 82% otoczni

TABELA 5 — TABLE 5

Rozwój otoczni parcha jabłoniowego w Skierniewicach w roku 1959
w odniesieniu do faz rozwojowych jabłoni

Development of perithecia of apple scab compared to the development of
apple-trees at Skierniewice in 1959

Data Date	Liczba otoczni w poszczegól- nych stadiach rozwojowych, w procentach Number of perithecia in different phases — per cent				Fazy rozwojowe jabłoni odmiany McIntosh Phase in development of the McIntosh variety
	I	II	III	IV	
21.II	72	25	3	0	Faza spoczynku Dormancy
3.III	7	62	31	0	Faza spoczynku Dormancy
10.III	0	39	48	13	Faza spoczynku Dormancy
17.III	0	16	2	82	Nabrzmienie pąków Swelling of buds
24.III	1	16	7	76	Pękanie pąków Opening of buds
31.III	0	2	8	90	Pękanie pąków Opening of buds
7.IV	1	0	4	95	Rozwój pierwszych liści Appearance of first leaves
14.IV	0	0	1	99	Zielony pąk kwiatowy Green flower bud
21.IV	0	1	1	98	Zielony pąk kwiatowy Green flower bud

znajdowało się w czwartym stadium rozwojowym i grzyb był gotowy do masowego wyrzucania zarodników workowych.

Dodatkowe obserwacje nad stanem rozwojowym otoczni przeprowadzone w dniach 5 i 6 czerwca wykazały, że zawierają one jeszcze około 30% zarodników workowych, które nie są już wyrzucane pomimo sprzyjających wa-

runków zewnętrznych. Obserwacje te potwierdziły wyniki Miller a (1957), który stwierdził, że od 20% do 30% zarodników pozostaje zawsze w otoczeniach, po zakończonym okresie infekcji pierwotnej. Zarodniki pozostające w otoczeniach kiełkowały normalnie po przeniesieniu ich na pożywkę lub kroplę wody.

W Nowej Wsi rozwój stadium workowego grzyba *Venturia inaequalis* przebiegał podobnie. Wyniki badań w Nowej Wsi przedstawione są w tab. 6.

TABELA 6 — TABLE 6

Rozwój otoczni parcha jabłoniowego w Nowej Wsi, w roku 1959, w odniesieniu do faz rozwojowych jabłoni

Development of perithecia of apple scab compared to the development of apple-trees at Nowa Wieś in 1959

Data Date	Liczba otoczni w poszczególnych stadiach rozwojowych w procentach Number of perithecia in different phases per cent				Fazy rozwojowe jabłoni odmiany McIntosh Phase in development of apple-trees of the McIntosh variety
	I	II	III	IV	
3.III	43	51	6	0	Faza spoczynku Dormancy
10.III	9	52	38	1	Faza spoczynku Dormancy
17.III	0	35	55	10	Faza spoczynku Dormancy
24.III	0	22	57	21	Nabrzmiwanie pąków Swelling of buds
31.III	0	14	34	52	Pękanie pąków Opening of buds
7.IV	0	3	24	73	Pękanie pąków Opening of buds
14.IV	0	1	4	95	Rozwój pierwszych liści Appearance of first leaves
21.IV	0	0	0	100	Rozwój pierwszych liści Appearance of first leaves

Wyniki otrzymane w Nowej Wsi nie różnią się w sposób istotny od wyników uzyskanych w Skierniewicach. Pierwsze dojrzałe zarodniki workowe znaleziono 10 marca. W okresie późniejszym dojrzewanie otoczni przebiegało

w Nowej Wsi nieco wolniej niż w Skierniewicach i dopiero w końcu marca grzyb uzyskał zdolność do masowego wyrzucania zarodników workowych. Dodatkowe obserwacje przeprowadzone 16 czerwca wykazały, że tylko 19% otoczni zawiera nieliczne zarodniki workowe.

Obserwacje wykonane w Skierniewicach i w Nowej Wsi wykazały, że w obu tych sadach otocznie parcha jabłoniowego uzyskiwały całkowitą dojrzałość w pierwszej połowie kwietnia, na kilka dni przed wczesnym stadium zielonego pąka kwiatowego.

*Przebieg wysiewu zarodników workowych
w roku 1959*

Wyniki badań przeprowadzonych w Skierniewicach

Pierwszy wysiew zarodników workowych grzyba *Venturia inaequalis* zaobserwowano w Skierniewicach 11 kwietnia, a ostatni 14 czerwca. Czasokres między pierwszym i ostatnim wysiewem wyniósł 64 dni. W ciągu tego okresu przez 36 dni znajdowały się w powietrzu zarodniki workowe parcha jabłoniowego. Szczegółowy przebieg wysiewu zarodników w Skierniewicach przedstawiony jest na rycinie 2. Uzyskane rezultaty wskazują na ścisłą zależność pomiędzy opadami atmosferycznymi i wysiewem zarodników. Niezależnie od opadów pewną rolę w tym procesie odgrywało zwilżenie liści przez rosę. Zjawisko to obserwowano wielokrotnie na początku kwietnia i w końcu maja. Ilości zarodników wyrzucanych w tych warunkach były niewielkie i wynosiły od 1 do 3 zarodników w 1 m³ powietrza średnio w ciągu doby. Największe ilości zarodników workowych wyrzucone zostały z otoczni 19 i 20 kwietnia, 24 kwietnia, 30 kwietnia, 13 maja oraz 20 maja.

Okres 19 — 20 kwietnia, gdy jabłonie znajdowały się w stadium zielonego pąka kwiatowego, jest szczególnie charakterystyczny dla wyników obserwacji z roku 1959, ponieważ wykazał bardzo istotny wpływ temperatury powietrza na proces wysiewu zarodników workowych. Przebieg wysiewu zarodników, zachodzący w tym okresie, przedstawiony został na ryc. 3. 19 kwietnia do godz. 10⁰⁰ utrzymywała się piękna, słoneczna pogoda, a temperatura powietrza wynosiła ponad 13°C; przed południem nastąpiło zachmurzenie i spadek temperatury, która o godz. 12⁰⁰ wynosiła 12°C, o godz. 16⁰⁰ — 8°C, a o godz. 20⁰⁰ już tylko 0,3°C. Przed północą temperatura spadła poniżej 0°C. O godz. 15⁰⁰ zaczął padać deszcz wzmagający się stopniowo do godz. 18⁰⁰ i przechodzący, w miarę spadku temperatury, w deszcz ze śniegiem, a następnie w śnieg. W pół godziny po rozpoczęciu się deszczu w powietrzu pojawiły się pierwsze zarodniki workowe. Ilość ich, początkowo niewielka i wynosząca o godzinie 16⁰⁰ — 460 zarodników w 1 m³ powietrza, wzrastała gwałtownie i o godz. 17⁰⁰ wynosiła 1673 zarodniki w 1 m³. Wraz ze spadkiem

Ryc. 2. Przebieg wysiewu zarodników workowych parcha jabłoniowego w roku 1959 w Skierniewicach

The dissemination of apple scab ascospores at Skierniewice 1959

Axis y: on right — average daily temperature in degrees C; on left — average daily number of spores in one cubic metre of air, and depth of rainfall in mm. Axis x: decades of April, May and June

temperatury ilość zarodników w powietrzu zaczęła gwałtownie spadać i o godz. 19⁰⁰ wynosiła już tylko 53 zarodniki w 1 m³ powietrza. W okresie wieczornym do godz. 23 w powietrzu unosiły się tylko pojedyncze zarodniki. Zakończenie się procesu wyrzucania zarodników nastąpiło podczas trwającego ciągle deszczu i może być tłumaczone jedynie spadkiem temperatury, która w tym momencie wynosiła około +2°C. Dalszym zjawiskiem wskazującym na duży wpływ temperatury na przebieg wysiewu zarodników był ich wylot 20 kwietnia. Opady z dnia poprzedniego oraz deszcz, który rozpoczął się o godz. 8⁰⁰ rano i trwał do godz. 15⁴⁵, zapewniły dostateczne zwilżenie liści, jednak wysiew zarodników rozpoczął się dopiero około godz. 16⁰⁰, gdy tem-

Ryc. 3. Wysiew zarodników workowych w dniach 19 i 20 kwietnia w Skierniewicach, ilustrujący wpływ opadów i temperatury na przebieg wysiewu

Ascospores discharge of April 19 and 20 at Skierniewice illustrating the influence of rainfall and temperature on dissemination

Axis y: on right — air temperature in degrees C, and relative humidity of air, per cent; on left — number of ascospores in one cubic metre of air, and depth of rainfall in mm. Axis x: dates of observations—April 19, 20, 21, 1959. ——— course of the discharge, critical humidity, ——— time when leaves were wet

peratura powietrza podniosła się do $+5^{\circ}\text{C}$. W miarę dalszego wzrostu temperatury, która o godz. 18⁰⁰ wynosiła $+8^{\circ}\text{C}$, wzrastało nasilenie wysiewu zarodników i o godz. 18⁰⁰ ilość ich w 1 m³ powietrza wynosiła 1623.

Okres od 19 do 21 kwietnia jest również ciekawy z punktu widzenia roli, jaką odegrał w rozwoju choroby w roku 1959. W dniach tych obserwowano w powietrzu największe ilości zarodników workowych, jednak nie mogło w tym czasie dojść do infekcji liści i wystąpienia okresu krytycznego na skutek zbyt niskiej temperatury. Liście jabłoni zwilżone były w ciągu 43 godzin, ale średnia temperatura tego okresu wynosząca $+0,5^{\circ}\text{C}$ była zbyt

niska dla umożliwienia infekcji. 30 kwietnia miał miejsce masowy wysiew zarodników workowych, który również nie doprowadził do wystąpienia okresu krytycznego. W przeciwieństwie do okresu 19—21 kwietnia, w dniu tym przyczyną przerwania procesu infekcji była niezbyt niska temperatura, lecz silne nasłonecznienie, wzrost temperatury i spadek wilgotności powietrza, który spowodował wysuszenie kropli wody na powierzchni liści. 30 kwietnia o godz. 5¹⁵ zaczął padać deszcz trwający z krótkimi przerwami do godz. 8⁴⁰, a o godz. 7⁰⁰ zaobserwowano w powietrzu pierwsze zarodniki workowe. Ilość

Ryc. 4. Wysiew zarodników workowych w dniu 30 kwietnia w Skierniewicach, który nie doprowadził do wystąpienia okresu krytycznego

Ascospores discharge of April 30 at Skierniewice with no critical period. Description as in the fig. 3

zarodników wzrastała stopniowo do godz. 9⁰⁰, po czym zaczęła gwałtownie spadać. Ostatnie zarodniki unosiły się w powietrzu o godz. 12⁰⁰. Wysiew zarodników workowych przebiegał w tym dniu w sposób najczęściej opisywany w literaturze (Hirst 1955, Miller 1958). O godz. 9⁰⁰ pogoda zaczęła się przejaśniać, a o 11⁰⁰ rozpoczęło się intensywne nasłonecznienie trwające bez przerwy do godz. 18⁰⁰. W wyniku takiego przebiegu warunków atmosferycznych liście zwilżone były w ciągu 7 godzin, co było zbyt krót-

kim okresem, aby przy temperaturze powietrza wynoszącej 9°C mogło dojść do infekcji (ryc. 4).

Przedstawione przykłady wysiewów zarodników workowych parcha jabłoniowego, po których na skutek panujących warunków atmosferycznych nie mogło dojść do infekcji, pozwalają na bardziej obiektywną ocenę niebezpieczeństwa, wynikającego z podanego już faktu, że w ciągu 64 dni, od pierwszego do ostatniego wysiewu, przez 36 dni stwierdzono w powietrzu obecność zarodników.

Przykładem okresu, w którym spełnione zostały wszystkie warunki ze strony patogena, gospodarza i środowiska, umożliwiające silne porażenie jabłoni przez parch, jest zjawisko zaobserwowane 13 i 14 maja 1959 r., przedstawione na ryc. 5. W okresie tym z jabłoni opadały ostatnie płatki kwia-

Ryc. 5. Wysiew zarodników workowych w dniach 13 i 14 maja w Skierniewicach oraz wystąpienie okresu krytycznego o dużym nasileniu

Ascospores discharge of May 13 and 14 at Skierniewice followed by a critical period of high intensity. Description as in the fig. 3

TABELA 7 — TABLE 7

Okresy krytyczne porażenia w rozwoju epidemii parcha jabłoniowego w Skierniewicach w roku 1959, określone na zasadzie tabeli Millsa—LaPlante

Critical period of infection in the development of apple scab epidemic in 1959 at Skierniewice determined according to the Mills—LaPlante Table

Lp. No.	Czasokres Time	Stan rozwojowy ja- błoni Phase in development of apple-trees	Nasilenie wysiewu zarod- ników workowych (śred- nia ilość zarodników w 1 m ³ powietrza)* Intensity of ascospore di- charge (average number of spores in 1 cub. m.)	Czas zwil- żenia liści (godz.) Time leaves were wet (hours)	Średnia tempera- tura (°C) Mean tempera- ture (°C)	Nasilenie infekcji Intensity of infec- tion
1	23—25.IV	Różowy pąk Pink-bud	średnie (31 zarod- ników/1 m ³) average (31 spores in cub. m.)	50	6,7	silne strong
2	3—4.V	Początek kwitnienia Beginning of blooming	średnie (15 zarod- ników/1 m ³) average (15 spores in cub. m.)	22½	6,8	słabe weak
3	13—14.V	Kielich Calyx	silne (47 zarodni- ków/1 m ³) strong (47 spores in cub. m.)	42	10,3	silne strong
4	20—22.V	Zawiązek owocowy Setting of fruit	średnie (16 zarod- ników/1 m ³) average (16 spores in cub. m.)	45	11,1	silne strong

* Cyfry podane w rubryce 4 przedstawiają przeciętną ilość zarodników w 1 m³ powietrza, w czasie podanym w rubryce 2.

Data in column 4 represent average spore numbers in cub. m. for time indicated in column 2.

towe, a liście szybko powiększające swoją powierzchnię znajdowały się w fa-
zie największej wrażliwości na porażenie.

13 maja od rana panowała pogoda o zmiennym zachmurzeniu, tempera-
tura wynosiła 15°C, a powietrze było suche. O godz. 16⁰⁰ zaczął padać ulewny
deszcz, trwający tylko do godz. 17⁰⁰. W ciągu jednej godziny spadło 4 mm
opadu. W tym samym czasie temperatura zaczęła stopniowo spadać, nato-
miast wilgotność powietrza wzrosła i w godzinach wieczornych wynosiła
98%, zapewniając długotrwałe zwilżenie liści. Ilość zarodników workowych
wyrzucanych z otocznii w wyniku ulewy była nieduża i dochodziła do 100
zarodników w 1 m³ powietrza. Pierwsze zarodniki zaobserwowano dopiero
o godz. 17³⁰, a ostatnie o godzinie 20⁰⁰. W ciągu nocy unosiły się w powietrzu

bardzo nieliczne zarodniki; większa ich ilość, ponad 100 w 1 m³, wyrzucona została dopiero 14 maja w godz. od 8⁰⁰ do 11³⁰, gdy temperatura podnosiła się do 11°C. W tym samym dniu o godz. 16⁰⁰ zaczął padać łagodny deszcz, trwający do godz. 20³⁰. W ciągu czterech i pół godziny spadł zaledwie 1 mm deszczu, jednak jego rola w procesie wysiewu zarodników była znacznie większa niż rola ulewy w dniu poprzednim. O godz. 18⁰⁰ w 1 m³ powietrza znajdowało się 1140 zarodników, po czym nastąpił pewien spadek nasilenia wysiewu, a następnie około godziny 22⁰⁰ ponowny wzrost na skutek wzmagającego się opadu. Padające deszcze oraz wysoka wilgotność powietrza zapewniły ciągłe zwilżenie liści przez 42 godziny przy temperaturze powietrza wynoszącej średnio 10,3°C. Zgodnie z tabelą Millsa warunki te umożliwiały wystąpienie okresu krytycznego w dużym nasileniu.

Okresy krytyczne, podczas których spełnione były wszystkie warunki umożliwiające infekcję pierwotną w Skierniewicach w roku 1959, przedstawione są w tabeli 7.

Z zestawienia terminów okresów krytycznych porażenia z tabelą Millsa—LaPlante, określającą okresy inkubacyjne w zależności od średniej temperatury wynika, że pierwsze objawy porażenia jabłoni przez parch powinny wystąpić po 15 — 17 dniach. Średnia temperatura powietrza w okresie od 23 kwietnia do 6 maja, gdy na liściach zaobserwowano pierwsze wyraźne plamy parcha jabłoniowego, wyniosła 11,0°C, co całkowicie potwierdza ścisłość tabeli Millsa i dokładność określenia pierwszego okresu krytycznego.

Wyniki obserwacji przeprowadzonych w Nowej Wsi

Wysiew zarodników workowych trwał w Nowej Wsi przez 80 dni od 6 kwietnia do 25 czerwca. W okresie tym w ciągu 46 dni stwierdzono obecność zarodników w powietrzu. Warunki dla rozwoju parcha jabłoniowego były w Nowej Wsi znacznie lepsze niż w Skierniewicach. Kwatery jabłoni, na której przeprowadzono obserwacje była zagęszczona, mało przewiewna i położona w terenie lekko zagłębionym. Parch jabłoniowy występował tam corocznie w dużym nasileniu, a ilości otoczni powstających na opadłych liściach były kilkakrotnie większe niż w Skierniewicach. Wyniki obserwacji nad wysiewem zarodników workowych w Nowej Wsi przedstawione są na ryc. 6.

Brak pluwiogramów uniemożliwił szczegółową analizę zjawisk związanych z wysiewem zarodników w Nowej Wsi. Obserwacje meteorologiczne ograniczały się jedynie do pomiarów temperatury i wilgotności powietrza oraz sumy opadów w ciągu doby.

Podobnie jak w Skierniewicach w ciągu sezonu miało miejsce kilka masowych wysiewów, podczas których z otoczni wyleciała większa część zarod-

Ryc. 6 Przebieg wysiewu zarodników workowych parcha jabłoniowego w roku 1959 w Nowej Wsi

The dissemination of apple scab ascospores at Nowa Wieś in 1959. Description as in the fig. 2

TABELA 8 — TABLE 8

Okresy krytyczne w rozwoju epidemii parcha jabłoniowego w Nowej Wsi
w roku 1959 określone na zasadzie tabeli Millsa—LaPlante

Critical period of infection in the development of apple scab epidemic
in 1959 at Nowa Wieś determined according to the Mills—LaPlante Table

Lp. No.	Czasokres Time	Stan rozwojowy ja- błoni Phase in development of apple-trees	Nasilenie wysiewu zarod- ników workowych (śred- nia ilość zarodników w 1 m ³ powietrza)* Intensity of ascospore di- scharge (average number of spores in 1 cub. m.)	Czas zwil- żania liści (godz.) Time when leaves were wet (hours)	Średnia tempera- tura (°C) Mean tempera- ture (°C)	Nasilenie infekcji Intensity of infec- tion
1	11—13.IV	Pękające pąki liściowe Opening of leaf buds	słabe (6 zarodn./ 1 m ³) weak (6 spores in cub. m.)	47	8,2	silne strong
2	19—21.IV	Zielony pąk kwiatowy Green flower bud	bardzo silne (96/1 m ³) very strong (96/1 cub. m.)	48	3,7	słabe weak
3	23—25	Zielony pąk kwiatowy Green flower bud	bardzo silne (171/1 m ³) very strong (171/1 cub. m.)	45	8,2	silne strong
4	2—4.V	Różowy pąk Pink-bud	słabe (2/1 m ³) weak (2/1 cub. m.)	42	11,2	silne strong
5	11—12.V	Koniec kwit- nienia End of blooming	bardzo silne (111/1 m ³) very strong (111/1 cub. m.)	15	10,1	słabe weak
6	13—15.V	Opadanie płatków Dropping of petals	silne (79/1 m ³) strong (79/1 cub. m.)	36	12,5	silne strong
7	20—22.V	Kielich Calyx	silne (57/1 m ³) strong (57/1 cub. m.)	46	13,1	silne strong
8	26—27.V	Związek owocowy Setting of fruit	słabe (6/1 m ³) weak (6/1 cub. m.)	18	13,0	średnie mean

* Oznaczenia, jak przy tabeli 7.

Description as in table 7.

ników. Wysiewy te były zawsze spowodowane przez opady deszczowe i miały miejsce w następujących terminach: od 20 do 22 kwietnia, od 24 do 26 kwietnia, 2 maja, 5 maja, 12 i 13 maja oraz 22 maja. Pod koniec maja i na początku czerwca nie stwierdzono już masowych wylotów zarodników, pomimo licznych opadów. W okresie od 10 do 14 czerwca przeszły nad Nową Wsią gwałtowne burze z ulewnymi deszczami i huraganem, podczas których uszkodzone zostały pompy aparatów do chwytania zarodników.

Wysiew zarodników workowych w dniach 24 i 25 kwietnia był szczególnie ważny dla rozwoju parcha w Nowej Wsi. Zarodniki unosiły się w powietrzu od godziny 9⁰⁰ — 24 kwietnia, przy czym ilość ich wynosiła przeciętnie około 500 w 1 m³ powietrza. Wieczorem ilość ta wzrosła do 2000 zarodników, a 25 kwietnia na skutek przeciągającej się mżawki nastąpił rano gwałtowny wzrost nasilenia wysiewu. Ilość schwytych zarodników była tak duża, że po przeliczeniu na 1 m³ wynosiła 23 400 zarodników. Zjawisko to trwało stosunkowo krótko i tylko w przybliżeniu możemy określić, że zachodziło ono około godziny 9³⁰. Jest to największa ilość zarodników, jaką obserwowano do roku 1959 i jaka wymieniana była dotąd w literaturze fitopatologicznej.

Obserwacje przeprowadzone w sadzie w dniu 26 kwietnia wykazały, że liczne otocznice zostały porazywane na skutek gwałtownego pęcznienia worków przeciskających się ku otworowi perithecium. W okresie tego wysiewu jabłonie odmiany „McIntosh” znajdowały się w stadium różowego pąka.

Rosy występujące często w Nowej Wsi powodowały wyrzucanie pewnych ilości zarodników, jednak nigdy nie były przyczyną ich masowego wysiewu.

Duża wilgotność powietrza w sadzie w Nowej Wsi spowodowała, że okres krytyczny wystąpił tam ośmiokrotnie. Okresy krytyczne w Nowej Wsi w roku 1959 przedstawione są w tabeli 8. Przy ustalaniu okresu zwilżenia liści opierano się na wskazaniach hydrografu, deszczomierza i relacji pracowników Zakładu Naukowo-Badawczego w Nowej Wsi, określających początek opadów deszczowych.

Pierwsze objawy porażenia liści przez parch jabłoniowy zaobserwowano 3 maja; zgodnie z tabelą Millsa określającą czas trwania okresów inkubacyjnych, można przypuszczać, że pochodziły one z dwóch pierwszych okresów krytycznych. Średnia temperatura okresu inkubacyjnego wynosiła 10,4°C.

DYSKUSJA

Obserwacje przeprowadzone w 1959 roku w Skierniewicach i w Nowej Wsi wykazały, że metoda H i r s t a (1952) nadaje się doskonale do badań nad epidemiologią parcha jabłoniowego i pozwala na śledzenie wysiewu zarodników workowych z dużą dokładnością. W świetle uzyskanych wyników

własnych oraz prac Hirsta (1955, 1958) trudno zgodzić się z wnioskiem Millera i Waggonera (1958), że zastosowanie tej metody pozwala jedynie na potwierdzenie faktów poznanych przed przeszło trzydziestu laty przez badaczy amerykańskich (Miller i Waggener 1958). Osiągnięciem nowym w wynikach obserwacji uzyskanych przy pomocy metody Hirsta jest przede wszystkim bardzo dokładne określenie czasu wylotu zarodników znajdujących się w powietrzu każdego dnia i o każdej godzinie trzymiesięcznego okresu obserwacji.

Wyniki uzyskane przez nas różnią się pod pewnymi względami od rezultatów uzyskanych przez Hirsta w Anglii. Stwierdzono, że w warunkach Polski centralnej rosy występujące rano mogą spowodować wyrzucanie pewnych ilości zarodników workowych. Zjawiska tego nie obserwował Hirst (1955), natomiast wspomina o nim inny badacz angielski Moore (1958).

Pomimo że proces wysiewu zarodników workowych trwał długo — zaczynając się na początku kwietnia, a kończąc w końcu czerwca — w rzeczywistości duże ilości zarodników unosiły się w powietrzu w obu sadoch w sumie tylko przez kilkadziesiąt godzin.

Szczegółowe przesledzenie wysiewu zarodników wykazało, że jest to proces niezwykle dynamiczny, rozpoczynający się gwałtownie, szybko osiągający maksymalne nasilenie i szybko załamujący się. W warunkach stałego zwilżenia liści w dniach 19 i 20 kwietnia w Skierniewicach przebiegał on intensywnie tylko przez trzy godziny, przy czym wznawiał się na drugi dzień i trwał zaledwie dwie i pół godziny. Ilość zarodników unoszących się w powietrzu zmieniała się gwałtownie z godziny na godzinę, wyrzucane zarodniki bardzo szybko ulegały rozproszoniu w atmosferze.

Czynnikiem decydującym o wysiewie zarodników było zwilżenie liści, przy czym przewlekłe łagodne opady lub mżawki odgrywały w tym procesie znacznie większą rolę od gwałtownej ulewy. Obserwowane masowe wyloty zarodników workowych miały najczęściej miejsce w okresach niżu barometrycznego, spadku temperatury i wzrastającej wilgotności powietrza. Uzyskane wyniki nie potwierdzają rozpowszechnionego w praktyce poglądu, że pierwsze ciepłe deszcze wiosenne decydują o wysiewie zarodników. Największe ilości zarodników wylatywały — zarówno w Skierniewicach jak i w Nowej Wsi — w końcu kwietnia przy temperaturze powietrza 5–6°C. Ciepłe deszcze wiosenne miały przeważnie charakter opadów burzowych i nie odgrywały większej roli w wysiewie zarodników.

Zdolność grzyba do wyrzucania zarodników podczas chłodnej pogody nie oznacza, że temperatura nie odgrywała istotnej roli w tym procesie. Spadek temperatury poniżej +4°C wyraźnie ograniczał, a poniżej +2°C całkowicie hamował wysiew zarodników.

Zestawienie terminów masowego wysiewu zarodników workowych parchojabłoniowego z okresami krytycznymi porażenia wskazuje na pewną zbież-

ność tych zjawisk. O zbieżności tej decyduje nie tylko fakt, że infekcja liści możliwa jest tylko wtedy, gdy na ich powierzchni znajdują się pewne ilości zarodników, ale także podobne warunki zewnętrzne, w których mogą zachodzić obydwie procesy. Tym niemniej częste były przypadki, kiedy pomimo masowego wysiewu zarodników nie mogło dojść do infekcji liści. Przyczyną tego zjawiska było najczęściej przedwczesne wyschnięcie kropli wody na powierzchni liści na skutek spadku wilgotności powietrza i nasłonecznienia. W okresie największego wysiewu zarodników w Skierniewicach, w dniach od 19 do 21 kwietnia, czynnikiem ograniczającym rozwój grzyba i wykluczającym wystąpienie okresu krytycznego porażenia była zbyt niska temperatura powietrza, która nocą z 19 na 20 kwietnia spadła do -3°C . Temperatura poniżej zera utrzymywała się w tym czasie przez 11 godzin.

Wyniki jednorocznych obserwacji nie dają podstaw do wyciągania ogólnych wniosków o związku zachodzącym pomiędzy okresami krytycznymi porażenia i fenofazami jabłoni jako gospodarza, tym niemniej porównanie takie jest interesujące. W roku 1959 w Nowej Wsi okres krytyczny porażenia wystąpił dwukrotnie przed stadium różowego pąka, jeden raz na jego początku, raz w stadium typowego różowego pąka, raz pod koniec kwitnienia i trzy razy po kwitnieniu. W Skierniewicach wystąpił on na początku i pod koniec stadium różowego pąka i dwa razy po kwitnieniu.

Zastosowana w przedstawionych badaniach metoda określania okresów krytycznych porażenia opiera się na wynikach własnych obserwacji nad wysiewem zarodników i warunków, w jakich on przebiega, jednak podstawowa jej zasada, określająca czas trwania infekcji, zależnie od temperatury, opiera się na tabeli Millsa—LaPlante, przyjętej obecnie w USA i w Europie Zachodniej, lecz wymagającej niewątpliwie sprawdzenia w naszych warunkach.

STRESZCZENIE

Badania nad wysiewem zarodników workowych grzyba *Venturia inaequalis* prowadzono w roku 1959 w sadach położonych w Polsce centralnej, w Skierniewicach i w Nowej Wsi koło Warki. W badaniach tych zastosowano metodę Hirsta, polegającą na filtracji powietrza przy pomocy aparatu z wentylatorem napędzanym z akumulatora, zasysającym 10 litrów powietrza na minutę. Aparat Hirsta pozwalał na dokładne określenie ilości zarodników znajdujących się w powietrzu oraz czasu ich unoszenia się w atmosferze z dokładnością do 1 godziny.

Właściwe badania nad wysiewem zarodników workowych poprzedzone zostały obserwacjami nad dojrzewaniem otocznii w okresie od końca lutego do pierwszej połowy kwietnia. Obserwacje te przeprowadzano w obu sadach co siedem dni, na podstawie próbki 100 otocznii wypreparowanych z 10 liści.

Większa część otoczni dojrzewała i uzyskiwała zdolność do wyrzucania zarodników w drugiej połowie marca, gdy jabłonie znajdowały się w fazie nabrzmiewania, lub pękania pąków.

Rok 1959 nie był zbyt korzystny dla rozwoju parcha jabłoniowego, tym niemniej ilość zarodników, których obecność stwierdzono w powietrzu w Nowej Wsi, była największa, jaką dotąd notowano w literaturze. W dniu 25 kwietnia, około godziny 9³⁰ w 1 m³ powietrza znajdowało się 23 400 zarodników workowych. Proces wysiewu zarodników trwał w obu sadach od początku kwietnia do drugiej połowy czerwca z tym, że w Nowej Wsi, gdzie warunki ekologiczne i klimatyczne są korzystniejsze dla rozwoju choroby, trwał on nieco dłużej i przebiegał z większym nasileniem. Największe ilości zarodników wysiewały się pod koniec kwietnia, gdy jabłonie znajdowały się w stadium zielonego lub różowego pąka kwiatowego.

Najważniejszym czynnikiem zewnętrznym decydującym o wysiewie zarodników były opady. Szczególnie dużą rolę odgrywały opady przewlekłe oraz mżawki, natomiast ulewne deszcze burzowe nie powodowały wyrzucania dużych ilości zarodników. Rosy występujące rano powodowały również wyrzucanie niewielkich ilości zarodników. Drugim ważnym czynnikiem wpływającym na przebieg wysiewu była temperatura. Spadek temperatury poniżej +4° C poważnie ograniczał, a spadek poniżej +2° C całkowicie hamował wysiew zarodników.

Okresy krytyczne porażenia określane na podstawie przeprowadzonych obserwacji oraz tabeli *Millsa — LaPlante*, pokrywały się na ogół z terminami masowych wysiewów zarodników. W sadach w Skierniewicach i w Nowej Wsi kilkakrotnie nie doszło do okresu krytycznego, pomimo wysiewu zarodników na skutek przedwczesnego wyschnięcia liści. W Skierniewicach okres krytyczny porażenia wystąpił czterokrotnie; trzykrotnie w dużym nasileniu i jeden raz w nasileniu słabym. W Nowej Wsi okres krytyczny wystąpił osiem razy; pięciokrotnie w dużym nasileniu, jeden raz w średnim i dwa razy w słabym.

Zastosowana metoda Hirsta okazała się bardzo dobra do badań nad epidemiologią parcha jabłoniowego oraz może być przydatna dla terenowych stacji sygnalizacyjnych, których zadaniem byłoby śledzenie wyrzutu zarodników workowych i podawanie sadownikom terminów opryskiwań, które natychmiast należałoby przeprowadzać, zwłaszcza gdyby po wysiewie zarodników występowało trwale nawilgocenie liści.

SUMMARY

The dissemination of ascospores of the fungus *Venturia inaequalis* was investigated in 1959 in orchards at Skierniewice and Nowa Wieś near Warka, Central Poland. Hirst's method was used. It consisted in filtering air through a spore trap at the rate of 10 litres/minute with a ventilator driven from an accumulator. Hirst's spore trap made possible accurate determinations of the amount of spores suspended in the air and the time of their suspension with an accuracy to 1 hour.

The observations on the dissemination of ascospores were preceded by investigations on the maturing of perithecia from the end of February to the middle of April. They were carried out every seven days on sample lots of 100 perithecia prepared out of 10 leaves in each orchard. Most perithecia matured and reached the state in which they could discharge spores already in the second half of March, when the apple-trees were in the stage of swelling or opening buds.

The weather in 1959 did not favour the development of apple scab, but even so the concentration of spores in the air at Nowa Wieś was higher than the highest concentration reported hitherto. On April 25 at about 9.30 a.m. there were in the Nowa Wieś orchard 23 400 spores in one cubic metre of air. In the two orchards the dissemination of spores lasted from the beginning of April till the second half of June. In Nowa Wieś where the ecological and climatic conditions were more favourable for the development of this disease the dissemination of spores lasted somewhat longer and was more intense. The greatest discharges of spores occurred near the end of April when the apple-trees were in the stage of green or pink buds.

Rainfalls were the most important of all the external factors influencing the discharge of spores. Prolonged rainfalls and drizzles affected discharges most strongly, whereas storm showers did not lead to major discharges of spores. Morning dews also caused only minor discharges. Another important factor influencing the course of dissemination was temperature. Temperatures below $+4^{\circ}\text{C}$ limited and below $+2^{\circ}\text{C}$ entirely prevented discharges.

The critical periods of infection determined from observations according to the Mills—LaPlante tables coincided on the whole with the periods of the highest discharges. On several occasions no critical period occurred in the orchards at Skierniewice and Nowa Wieś because the leaves dried very rapidly. At Skierniewice there were four critical periods, three of them very intense and one much weaker. The number of critical periods at Nowa Wieś was eight, five of high intensity, one of medium intensity, and two much weaker.

The Hirst method proved very effective for investigations on the epidemiology of apple scab and can be useful in epidemic forecasting stations

for registering the discharges of ascospores. The stations could then issue warnings when trees are to be sprayed. The spraying should follow immediately after discharges, especially if leaves are to remain wet for a long time.

LITERATURA

1. Baumeister G., 1954, Sporenfang-Methoden, Pflanzenschutz. 6 (2): 27—29.
2. Borecki Z., 1957, Badania nad biologią patogena gruszy, grzyba *Venturia pirina* Aderh. (*Fusicladium pirinum* F u c k.), Acta Agrobot. 6: 59—116.
3. Frey C.N. and Keitt G.W., 1923, Studien of spore dissemination of *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. in relation to seasonal development of Apple scab., Journ. Agric. Res. 30 (R.A.M. 4:674).
4. Fridrich G., 1952, Über die Möglichkeiten einer Prognose von Krankheiten und Schädlinge im Ostbau, Pflanzenschutztagung in Berlin 12 bis 14 März 1952. S. 20.
5. Hardh I.E. and Sulkinoja M., 1958, The content of *Alternaria*, *Fusarium* and *Venturia* spores in the air, Maataloust. Aikakausk. (English Summary) 30 (1): 10—19 (R.A.M. 37:666).
6. Hirst J.M., 1952, An volumetric spore trap, The Annals of Applied Biology. 39: 257—265.
7. Hirst J.M., 1958, New methode for studying plant disease epidemics, Outlook on Agriculture 2 (1): 16—26.
8. Hirst J.M., Sterey J.F., Ward W.C. and Wilcox H.J., 1955, The Origin of apple scab epidemics in the Wisbech area in 1953 and 1954, Plant Pathology 4 (3): 91—96.
9. Holz W., 1939, Die Bedeutung der Beobachtung des Askosporenfluges von *Fusicladium dendriticum* für die Terminwahl bei den Verblühensspritzungen, Verlauffige Mitteilung. Nachr. — Bl. dtsch. Pfl. — Sch. — Dienst, 19.
10. Keitt G.W. and Jones L.K., 1926, Studies of the Epidemiology and Control of Apple Scab. Res. Bull. Wis. agric. Exp. Sta., 73: 1—103.
11. Miller P.M. and Waggener P.E., 1957, Dispersal of ascospores of *Venturia inaequalis*, Phytopathology 47: 245.
12. Miller P.M., and Waggener P.E., 1958, Dissemination of *Venturia inaequalis* ascospores, Phytopathology 48: 416—419.
13. Mills W.D. and LaPlante A.A., 1951, Diseases and Insects in the orchard, Cornell Ext. Bull. 711: 21—27.
14. Moore M.H., 1958, The Release of ascospores of apple scab by dew, Plant Pathology 7 (1): 4—5.
15. Savulescu A., Bontea V., Hulea A. Becerescu D., Marin, Suta V. und Piersica E., 1956, Einfluss der klimatischen Bedingungen auf die Bildung, das Auftreten und die Reifung der Pertithezien von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow und auf das Ausschleudern der Askosporen, Phytopath. Zeitschrift. 26 (4): 333—376.
16. Zaleski K. i Kocentówna Z., 1939, Badania nad wiosennym okresem wyrzutu askospor struposza jabłoniowego (*Venturia inaequalis* Cooke Aderh.) w r. 1937 w okolicach Poznania, Rocznik Ochrony Roślin, Puławy 1939.