Epidemiologia mączniaka jabłoniowego *Podosphaera leucotricha* (Ell. et. Ev.) Salm. w Polsce

II. Rozwój grzyba *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.
w okresie wegetacji

Epidemiology of apple mildew *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. in Poland

II. Development of apple mildew *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.)
Salm. in the vegetation period

JAN CIMANOWSKI

Badania zostały przeprowadzone w latach 1963—1967; celem ich było poznanie zarodnikowania grzyba i rozwoju choroby w poszczególnych latach. Obserwacje nad rozwojem patogena łączono z obserwacjami nad rozwojem jabłoni.

PRZEGLĄD LITERATURY

Wiosną rozwijające się liście i kwiatostany z zakażonych pąków są zazwyczaj bardzo silnie okryte zarodnikującą grzybnią. Konidia uwalniające się z pierwotnie porażonych rozetek liści lub kwiatostanów dają początek infekcjom wtórnym.

W początkowym okresie badań nad mączniakiem jabłoniowym znaczenie infekcji wtórnych nie było jeszcze dobrze znane [12]. Stoll [11], Müller [8] i inni badacze uważali, że infekcje wtórne odgrywają istotną rolę w cyklu rozwojowym mączniaka jabłoniowego. Aerts i Soenen [3] podają, że podstawowym warunkiem intensywnego rozwoju choroby w okresie wegetacji poza czynnikami meteorologicznymi, jest obecność inokulum oraz dostateczna wrażliwość tkanki roślinnej. Uwalnianie się i rozsiew zarodników konidialnych badał Burchill [5], który stwierdzał pierwsze zarodniki w powietrzu, począwszy od fazy różowego pąka kwiatowego jabłoni. Maksymalne wysiewy rejestrował w czerwcu, a słabsze do końca września.

Aerts i Soenen [1] w Belgii maksymalne wysiewy obserwowali w połowie maja i końcu lipca.

Wrażliwość liści i pędów na infekcję mączniakiem badali Berwith [4] oraz Kirby i Frick [7]. Obaj autorzy zgodnie stwierdzili, że o wrażliwości decyduje wiek tkanki roślinnej. Na porażenie podatne są tylko młode liście i pędy.

Roosje i współpracownicy [9] obserwowali pierwsze objawy choroby na liściach i pędach, pochodzące z infekcji wtórnej, bezpośrednio przed kwitnieniem, lub w czasie kwitnienia. Autor ten wykazał, że w warunkach Holandii nowe infekcje występowały prawie co dzień, od połowy maja do końca sierpnia z tym, że nasilenie ich było różne.

Badacze belgijscy i Aerts i Soenen [2] stwierdzili natomiast, że infekcje wtórne nie mają charakteru ciągłego i wykazali istnienie w sezonie głównych okresów infekcji, których liczba waha się w granicach dwa do pięciu.

Spague [10] wykazał, że nieprzeciętnie ostre zimy hamują rozwój mączniaka jabłoniowego na przeciąg dwóch, trzech lat po czym choroba się odradza.

1. ROZSIEW ZARODNIKÓW KONIDIALNYCH GRZYBA *PODOSPHAERA LEUCOTRICHA* (Ell. et Ev.) Salm.

Podstawowym warunkiem zaistnienia wtórnych infekcji (poza czynnikami meteorologicznymi i wrażliwością tkanki roślinnej na porażenie) jest obecność dużej ilości zarodników konidialnych o dużej żywotności. Celem badań było dokładne poznanie przebiegu ich rozsiewania się w powietrzu oraz wpływu warunków zewnętrznych na powstawanie i rozsiew tych zarodników.

Metodyka. Pojawienie się i rozsiew zarodników konidialnych badano w Sadzie Pomologicznym Instytutu Sadownictwa w Skierniewicach. Obserwacje obejmowały pięć sezonów w latach 1963—1967. Przeprowadzano je w sadzie półpiennym odmiany Cortland. Drzewa przez cały okres obserwacji były całkowicie pozbawione ochrony przed mączniakiem jabłoniowym.

Do badań używano aparatu Hirsta, służącego do filtracji powietrza i termohygrografu służącego do rejestracji wilgotności i temperatury powietrza. Pozostałe dane meteorologiczne brano ze stacji PIHM w Skierniewicach znajdującej się w odległości około 800 m. Aparaty były ustawiane w każdym roku w sadzie w czasie pęknięcia pąków i obserwacje prowadzono do całkowitego zakończenia rozsiewania się zarodników. Rejestrację obecności zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego prowadzono zgodnie z metodyką podaną przez Hirsta [6].

Wyniki obserwacji nad wysiewem zarodników konidialnych omówiono najpierw oddzielnie dla poszczególnych sezonów (ryc. 1).

Ryc. 1. Rozwój mączniaka jabłoniowego w latach 1963—1967.

Skierniewice, odmiana 'Cortland'

1 — ilość zarodników w 1 m³ powietrza (średnia dekadowa); 2 — procent porażonych pędów

The development of apple mildew in the years 1963—1967

1 — number of conidia in 1 m³ of air (mean for decade); 2 — % of infected shoots

W dalszej części omówiono szczegółowo najciekawsze sytuacje, jakie miały miejsce podczas maksymalnych rozsiewów konidiów w latach 1966 i 1967 (tab. 1—6).

Sezon 1963. Obserwacje nad rozsiewem zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego rozpoczęto po ostrej zimie z lat 1962/63, kiedy to pąki zakażone przez mączniaka jabłoniowego prawie w stu procentach wymarły.

Lot pierwszych zarodników w sezonie 1963 zanotowano 26 czerwca. Ilość ich była minimalna, w przeliczeniu na 1 m³ powietrza nie przekraczała średnio w ciągu doby kilku sztuk.

Obecność zarodników w powietrzu stwierdzano prawie codziennie do 10 sierpnia. Maksymalne wysiewy nie przekraczały średnio w ciągu doby 10 zarodników na 1 m³. Pierwsze zarodniki złapane w sadzie pochodziły z liści porażonych wtórnie przez grzyb w sezonie 1963. Źródłem zakażenia wtórnego były prawdopodobnie w tym sezonie zarodniki powstające na liściach wyrastających z pierwotnie porażonych pąków, które znajdowały się na pędach nisko położonych pod śniegiem i które nie przemarzły.

Sezon 1964. W przeciwieństwie do roku ubiegłego lot pierwszych zarodników zaczął się znacznie wcześniej, bo już 6 maja, czyli w okresie

kwitnienia jabłoni, i trwał do połowy września. Największe ilości zarodników stwierdzono począwszy od końca maja do końca czerwca. W czasie tym stwierdzono dwa szczyty wysiewów, w dniu 1 czerwca zanotowano średnio w ciągu doby 350 zarodników w 1 m³ powietrza. Drugi szczyt wysiewów, który stwierdzono 23 czerwca, był znacznie mniejszy; rejestrowano wówczas średnio w ciągu doby 150 zarodników w 1 m³ powietrza.

Od początku lipca do końca okresu wysiewów notowano bardzo małe ilości zarodników konidialnych. W tym czasie maksymalne wysiewy nie przekraczały 50 zarodników w 1 m³ powietrza.

Sezon 1965. Bardzo małe ilości zarodników stwierdzano w dniach 7, 8 oraz 20 maja. Począwszy od 25 maja, czyli od fazy różowego pąka kwiatowego, aparat rejestrował ciągły wysiew zarodników, który trwał prawie bez przerwy do połowy października. Duże wysiewy zarodników stwierdzano do końca sierpnia (ryc. 1). W sezonie tym można wyróżnić kilka szczytów dużej koncentracji zarodników w powietrzu. Największa ich ilość wysiała się w dniach 24 i 25 czerwca i wynosiła kolejno 465,5 i 485,8 zarodników w 1 m³ powietrza średnio w ciągu doby.

Sezon 1966. Pierwszy lot zarodników stwierdzano w fazie różowego pąka w dniu 5 maja. Wysiewy zarodników trwały do 20 września. W sumie liczba unoszących się zarodników była znacznie niższa w porównaniu z rokiem ubiegłym. Zanotowano dwa większe i kilka mniejszych szczytów koncentracji zarodników w powietrzu w ciągu sezonu (ryc. 1.) Większe nasilenie zarodnikowania grzyba notowano od połowy maja do końca lipca.

Sezon 1967. Pierwsze wysiewy zarodników wypadły na fazę różowego pąka kwiatowego w dniu 30 kwietnia. Większe nasilenie wysiewów zarejestrowano w fazie kwitnienia. Duże ilości zarodników stwierdzano do połowy sierpnia, następnie niewielkie ilości zarodników rejestrowano do połowy września.

Podsumowując wyniki uzyskane w ciągu pięciu sezonów można stwierdzić, że wysiew zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego miał w ciągu wegetacji jabłoni charakter ciągły i trwał przez kilka miesięcy. Początki wysiewu zarodników konidialnych przypadły na ogół na okres kwitnienia, lub nawet wcześniej, na fazę różowego pąka kwiatowego.

Szczegółowa analiza wysiewów

W sezonach 1966—1967 przeprowadzono szczegółową analizę wysiewów. Celem obserwacji było prześledzenie wpływu warunków atmosferycznych na rozsiew zarodników. Wyniki z obserwacji przedstawiono w tabelach 1—6.

Tabela 1 — Table 1

Przebieg wysiewu zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego
Podosphaera leucotricha 24, 25 i 26 maja 1966 roku

Course of conidia sporulation of *Podosphaera leucotricha*
 on the days: May 24, 25, 26 1966

Data Date	Godziny Hours	Ilość zarodników w m ³ powietrza (śred. na 1 godz.) No. of conidia in 1 c. c. of air (mean for 1 hr)	Tempera- tura Tempera- ture °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Opad Precipitation mm
24.V	1	129,5	17,0	80,0	—
	3	462,0	16,5	65,0	—
	5	166,5	14,5	72,0	0,2
	7	175,7	13,5	82,5	—
	9	9,2	13,5	95,0	2,3
	11	37,0	14,5	88,0	0,2
	13	101,7	16,5	67,0	—
	15	444,0	18,5	57,0	—
	17	555,0	18,5	52,0	—
	19	83,2	17,5	52,0	—
	21	277,5	14,0	73,0	—
	23	124,2	11,0	92,0	—
25.V	1	27,7	9,0	97,5	—
	3	46,3	7,5	100,0	—
	5	157,3	7,5	100,0	—
	7	185,0	12,5	82,5	—
	9	55,5	19,0	56,0	—
	11	185,0	21,0	45,5	—
	13	46,2	21,0	44,0	—
	15	286,0	21,5	44,0	—
	17	37,0	21,5	44,5	—
	19	166,5	19,0	50,5	—
	21	37,0	16,0	60,0	—
	23	74,0	14,0	71,0	—
26.V	1	37,0	13,0	81,5	—
	3	74,0	13,0	87,0	—
	5	74,0	13,5	85,0	—
	7	1692,7	13,5	81,0	—
	9	314,2	13,5	90,0	1,6
	11	9,2	14,5	95,0	—
	13	46,3	17,5	82,5	—
	15	2155,2	19,5	69,0	—
	17	64,7	14,5	79,0	—
	19	9,9	14,5	97,5	2,2
	21	9,3	13,5	100,0	—
	23	9,3	12,5	100,0	—

Tabela 2 — Table 2

Przebieg wysiewu zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego *Podosphaera leucotricha* w dniach 7, 8, 9 czerwca 1966 roku

Course of sporulation of conidiospores of *Podosphaera leucotricha*
on the days: June 7, 8, 9 1966

Data Date	Godziny Hours	Liczba zarodników w 1 m ³ powietrza (śred. na 1 godz.) No. of conidia in 1 c. c. of air (mean for 1 hr)	Temperatura Temperature °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Opad Precipitation mm
7.VI	9	18,5	24,5	70,0	—
	11	323,7	24,0	60,0	—
	13	462,5	27,5	55,0	—
	15	277,5	28,5	53,0	—
	17	416,2	28,5	52,0	—
	19	508,7	25,0	54,0	—
	21	277,5	21,0	62,5	—
	23	138,5	17,5	80,0	—
8.VI	1	733,3	15,0	92,5	—
	3	222,0	13,5	97,5	—
	5	64,7	13,5	100,0	—
	7	125,5	16,5	92,5	—
	9	9,2	21,0	72,0	—
	11	46,2	25,0	58,0	—
	13	305,2	27,0	56,0	—
	15	166,5	26,5	56,0	—
	17	157,2	22,5	63,0	—
	19	9,2	19,5	76,0	—
	21	55,5	18,5	82,5	—
	23	9,2	17,0	90,5	—
9.VI	1	18,5	16,5	95,0	—
	3	0,0	16,0	97,5	—
	5	18,5	16,5	100,0	—
	7	74,0	18,0	91,0	—
	9	120,2	21,0	82,5	—
	11	120,2	24,5	67,5	—
	13	101,7	26,0	56,5	—
	15	74,0	28,0	53,0	—
	17	64,7	28,0	53,0	—
	19	138,7	26,5	56,5	—
	21	83,2	22,5	70,0	—
	23	582,7	16,5	83,5	—

Sezon 1966. Przeprowadzona szczegółowa analiza wysiewów wykazała, że rozsiew zarodników miał charakter ciągły, przy czym notowano wyraźne szczyty koncentracji zarodników konidialnych w powietrzu w ciągu doby. Obserwacje w dniach 24—26 maja, 7—10 czerwca oraz 18 do 21 czerwca (tab. 1—3) wykazały, że najczęściej szczyty wy-

Tabela 3 — Table 3

Przebieg wysiewu zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego *Podosphaera leucotricha* w dniach 18, 19, 20 czerwca 1966 roku

Course of conidia sporulation of *Phodosphaera leucotricha* on the days:
June 18, 19, 20 1966

Data Date	Godziny Hours	Ilość zarodników w 1 m ³ powietrza (śred. na 1 godz.) No. of conidia in 1 c.c of air (mean for 1 hr)	Temperatura Temperature °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Opad Precipitation mm
18.VI	11	444,0	24,5	50,0	—
	13	416,2	25,5	48,0	—
	15	18,5	26,5	46,5	—
	17	0,0	26,0	46,0	—
	19	18,5	23,5	48,0	—
	21	64,7	19,5	49,5	—
	23	37,0	16,0	60,0	—
19.VI	1	0,0	15,0	72,5	—
	3	46,2	14,5	77,5	—
	5	27,7	14,0	82,0	—
	7	240,5	17,0	83,0	—
	9	0,0	21,0	79,5	—
	11	157,2	24,0	67,5	—
	13	64,8	26,0	55,0	—
	15	27,7	27,0	50,0	—
	17	27,7	26,0	50,0	—
	19	9,2	24,0	51,0	—
	21	55,5	21,5	54,0	—
	23	18,5	19,5	57,0	—
20.VI	1	9,2	18,5	61,0	—
	3	83,2	17,0	60,0	—
	5	18,5	15,5	70,0	—
	7	64,7	16,5	77,5	—
	9	222,0	—	—	—
	11	0,0	22,0	71,0	—
	13	138,7	20,0	80,0	—
	15	231,2	17,0	97,0	1,0
	17	55,5	17,0	100,0	2,4
	19	18,5	16,5	100,0	1,9
	21	64,7	16,0	100,0	1,4
	23	175,7	15,0	100,0	0,6

siewów przypadały w godzinach rannych lub południowych, rzadko kiedy w porze nocnej. Nie stwierdzano wyraźnego wpływu temperatury na wysiew zarodników. Występujące opady, wielkości kilku milimetrów, miały pewien wpływ na powstrzymanie wysiewów; nigdy nie rejestrowano dużych wysiewów w czasie ich trwania.

Tabela 4 — Table 4

Przebieg wysiewu zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego *Podosphaera leucotricha* w dniach 26, 27, 28 maja 1967 roku

Course of sporulation of conidia of *Podosphaera leucotricha* on the days:
May 26, 27, 28 1967.

Data Date	Godziny Hours	Liczba zarodników w 1 m ³ powietrza (śred. w ciągu doby) No. of conidia in 1 c.c. of air (mean for 24 hrs)	Temperatura Temperature °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Opad Precipitation mm
26.V	9	0,0	17,0	82,0	—
	11	0,0	16,0	80,0	—
	13	0,0	12,0	97,0	—
	15	0,0	14,0	87,0	—
	17	9,2	14,0	80,0	—
	19	73,6	12,0	92,0	—
	21	9,2	12,0	100,0	—
	23	18,4	12,0	100,0	—
27.V	1	110,4	12,0	100,0	0,7
	3	27,6	11,0	100,0	0,7
	5	147,2	11,0	100,0	0,3
	7	0,0	11,0	98,0	—
	9	0,0	12,0	87,0	—
	11	184,0	13,0	82,0	—
	13	294,4	15,0	77,0	1,0
	15	198,2	12,0	88,0	1,0
	17	165,6	12,0	90,0	0,2
	19	30,0	13,0	88,0	—
	21	27,6	12,0	80,0	—
	23	55,2	12,0	92,0	—
28.V	1	46,0	12,0	96,0	—
	3	27,6	12,0	99,0	—
	5	18,4	12,0	99,0	—
	7	0,0	13,0	95,0	—
	9	0,0	13,0	100,0	—
	11	0,0	13,0	94,9	—
	13	9,2	15,0	91,9	—
	15	174,8	16,0	94,9	—
	17	276,0	16,0	99,9	—
	19	101,2	15,0	100,0	—
	21	110,4	14,0	100,0	—
	23	101,2	14,0	100,0	—

Sezon 1967. Podobnie jak w roku ubiegłym największe szczyty wysiewów, przypadają na godziny dzienne (tab. 4—6). Czasami jednak dość duże ilości zarodników w powietrzu rejestrowano w godzinach nocnych, np. w nocy z 9 na 10 czerwca notowano ciągły wysiew zarodników

Tabela 5 — Table 5

Przebieg wysiewu zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego *Podosphaera leucotricha* w dniach 8, 9 i 10 czerwca 1967 roku

Course of sporulation of conidia of *Podosphaera leucotricha* on the days:

June 8, 9, 10 1967

Data Date	Godziny Hours	Liczba zarodników w 1 m ³ powietrza (śred. na dobę) No. of conidia in 1 c.c. of air (mean for 24 hrs)	Temperatura Temperature °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Opad Precipitation mm
8.VI	1	763,6	19,0	95,0	—
	3	211,6	17,0	98,0	—
	5	119,6	18,0	93,0	—
	7	165,6	19,0	94,0	—
	9	165,6	20,0	80,0	—
	11	1821,6	22,0	74,0	—
	13	1573,2	22,0	75,0	—
	15	524,4	21,0	78,0	—
	17	2530,0	19,0	82,0	—
	19	966,0	18,0	98,0	—
	21	82,8	16,0	99,0	1,1
	23	128,8	16,0	99,0	—
9.VI	1	73,6	16,0	96,0	—
	3	64,4	15,0	99,0	—
	5	165,6	14,0	90,0	—
	7	0,0	15,0	70,0	—
	9	9,2	19,0	60,0	—
	11	220,8	20,0	60,0	—
	13	552,0	20,0	59,0	—
	15	993,6	22,0	55,0	—
	17	1324,8	23,0	55,0	—
	19	828,0	21,0	67,0	—
	21	404,8	15,0	84,0	—
	23	809,6	13,0	91,0	—
10.VI	1	239,2	13,0	96,0	—
	3	377,2	12,0	95,0	—
	5	276,0	12,0	91,0	—
	7	0,0	14,0	84,0	—
	9	9,2	17,0	81,0	—
	11	322,0	17,0	87,0	—
	13	837,2	14,0	100,0	0,2
	15	496,8	13,0	100,0	3,8
	17	220,8	12,0	100,0	3,0
	19	64,4	11,0	100,0	4,2
	21	92,0	11,0	100,0	1,2
	23	64,4	11,0	100,0	—

Tabela 6 — Table 6

Przebieg wysiewu zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego *Podosphaera leucotricha* w dniach 15, 16, 17 lipca 1967 roku

Course of sporulations conidia of *Phodosphaera leucotricha* on the days:

July 15, 16, 17 1967

Data Date	Godziny Hours	Liczba zarodników w 1 m ³ powietrza (śred. na dobę) No. of conidia in 1 c.c. of air (mean for 24 hrs)	Temperatura Temperature °C	Wilgotność względna Relative humidity %	Opad Precipitation mm
15.VII	1	912,8	21,0	89,0	—
	3	349,6	20,0	97,0	—
	5	193,2	21,0	93,0	—
	7	0,0	26,0	80,0	—
	9	5060,0	25,0	84,0	—
	11	211,6	24,0	86,0	—
	13	165,6	24,0	83,0	—
	15	414,0	25,0	81,0	—
	17	156,4	24,0	86,0	—
	19	0,0	22,0	92,0	—
	21	82,8	20,0	92,0	—
	23	124,0	20,0	92,0	—
16.VII	1	55,2	18,0	100,0	—
	3	0,0	18,0	100,0	—
	5	220,8	18,0	95,0	—
	7	368,0	19,0	85,0	—
	9	128,8	20,0	79,0	—
	11	257,6	22,0	74,0	—
	13	276,0	24,0	75,0	—
	15	0,0	22,0	93,0	—
	17	0,0	21,0	95,0	0,3
	19	0,0	20,0	98,0	—
	21	147,2	19,0	100,0	—
	23	331,2	18,0	100,0	7,0
17.VII	1	18,4	18,0	100,0	9,2
	3	27,6	18,0	100,0	6,0
	5	285,2	18,0	99,0	3,5
	7	138,0	18,0	100,0	2,5
	9	36,0	18,0	100,0	7,0

z większymi szczytami nasilenia (tab. 5). W momencie trwania opadów zarejestrowano zmniejszenie ilości zarodników w powietrzu.

Dość silny deszcz, mimo że trwał przez całą noc z 16—17 lipca nie zahamował rozsiewania się zarodników (tab. 6). W dniu 15 lipca o go-

dzinie 9.⁰⁰ rano notowano rekordową koncentrację zarodników w jednym metrze sześciennym powietrza średnio w ciągu godziny, wynoszącą aż 5060 (tab. 6).

2. PRZEBIEG PORAZENIA DRZEW PRZEZ MĄCZNIAK JABŁONIOWY W OKRESIE WEGETACJI

Przyjmując czynnik obecności inokulum jako stale istniejący w okresie wegetacji, chodziło o wyjaśnienie, w jakim okresie liście i pędy jabłoni są najbardziej wrażliwe na zakażenie zarodnikami konidialnymi mączniaka jabłoniowego.

Obserwacje nad rozwojem choroby w sezonie wegetacji i nad przyrostem pędów jabłoni zostały przeprowadzone w latach 1965—1967.

Metodyka. Obserwacje przeprowadzono na czterech 30-letnich jabłoniach odmiany 'Cortland'. Na każdym z tych drzew zaznaczono po 4 gałęzie średniej wielkości (około 1000 liści na każdej), na których co trzy dni przeglądano szczegółowo wszystkie liście, licząc i usuwając te, które wykazywały objawy choroby. Sumę wszystkich liści z objawami choroby na wszystkich gałęziach w ciągu całego sezonu przyjęto za 100%. Ilość liści zrywanych z objawami choroby w poszczególnych terminach obserwacji wyrażono w procentach w stosunku do całej sumy liści zerwanych w ciągu sezonu (ryc. 2, 3, 4).

Ryc. 2. Przyrost pędów oraz rozwój mączniaka jabłoniowego w roku 1965
 a — zielony pąk kwiatowy; b — różowy pąk kwiatowy; c — kwitnienie; d — opadanie płatków

1 — długość pędów; 2 — ilość liści porażonych

The shoot growth and the development of apple mildew in the year
 a — green flower bud; b — pink flower bud; c — flowering; d — petals drop
 1 — length of shoots; 2 — number of infected leaves

Pomiarów jednorocznych pędów dokonywano w odstępach tygodniowych na tych samych drzewach. Na każdym drzewie mierzono około 100 jednorocznych pędów. Do pomiaru brano tylko pędy stanowiące przedłużenie ubiegłorocznych pędów. Wyniki przedstawiono jako średnią długość tegorocznych pędów w poszczególnych terminach na podstawie pomiaru około 400 pędów.

Wyniki obserwacji nad rozwojem mączniaka jabłoniowego w sezonie przedstawiono na wykresach (ryc. 2, 3, 4).

Rok 1965. Pierwsze objawy wtórnych zakażeń stwierdzono na liściach odmiany 'Cortland' na początku czerwca, to jest przy końcu fazy kwitnienia. Po dwóch tygodniach nalot grzyba obserwowano na 50% liści spośród ogólnej ilości zakażonych. 90% zakażonych liści notowano przy końcu lipca. Najbardziej intensywny rozwój choroby notowano w okresach szybkiego przyrastania pędów (ryc. 2). Należy podkreślić, że po 25 lipca nie stwierdzano już większego przyrastania pędów, także infekcja pozostałych 10% liści zachodziła w ciągu całego miesiąca. Pojawianie się nowych objawów, sporadycznie notowano do 25 sierpnia.

Rok 1966. W przeciwieństwie do roku ubiegłego pierwsze objawy wtórnych zakażeń na liściach notowano znacznie wcześniej, bo już 14 maja, w końcowej fazie kwitnienia. Po dwóch tygodniach stwierdzono już 45% liści zakażonych. 90% liści z objawami zakażeń stwierdzono na początku lipca. Podobnie jak w roku ubiegłym do najsilniejszych zakażeń doszło w czasie intensywnego przyrastania pędów. Poja-

Ryc. 3. Przyrost pędów oraz rozwój mączniaka jabłoniowego w roku 1966
Objaśnienia jak na ryc. 2

The shoot growth and the development of apple mildew in year 1966
Notations — see fig. 2

Ryc. 4. Przyrost pędów oraz rozwój mączniaka jabłoniowego w roku 1967
 Objaśnienia jak na ryc. 2

The shoot growth and the development of apple mildew in the year 1967
 Notations — see fig. 2

wianie się nowych objawów mączniaka na liściach stwierdzano do końca lipca. Okres intensywnego rozwoju choroby w jego wtórnej fazie trwał przez dwa miesiące począwszy od kwitnienia jabłoni (ryc. 3).

Rok 1967. Pierwsze objawy choroby na liściach zaobserwowano w fazie kwitnienia jabłoni, w dniu 11 maja. 1 czerwca notowano 43% zakażonych liści. 90% liści z objawami choroby obserwowano po dwóch miesiącach od występowania pierwszych zakażeń.

Końcowa faza rozwoju choroby była bardzo przewlekła i trwała około jednego miesiąca. W tym czasie zostało porażonych zaledwie 10% liści. Podobnie jak w latach poprzednich najbardziej intensywny rozwój choroby miał miejsce w okresach intensywnego przyrostu pędów. W roku 1967 choroba rozwijała się szybko w okresie od 11 do 25 maja, a potem od 20 czerwca do około 10 lipca. W tym czasie stwierdzano również nieco szybszy wzrost pędów (rys. 4).

Obliczenie współczynnika korelacji pomiędzy ilością porażonych liści i wierzchołkowym wzrostem pędów w ciągu trzech lat obserwacji wykazał, że wzrostowi towarzyszyło ciągle porażanie młodych liści, które rozwijały się wraz ze wzrostem pędów. Wartość współczynnika korelacji liniowej (r) dla trzech kolejnych lat wynosiła:

dla roku 1965 $r = 0,994^{***}$
 dla roku 1966 $r = 0,954^{***}$
 dla roku 1967 $r = 0,935^{***}$

*** — oznacza istotność r przy poziomie $\alpha = 0,001$

3. ROZWOJ MĄCZNIAKA JABŁONIOWEGO W LATACH 1963—1967

Skutki zimy w latach 1962/63 miały niekorzystny wpływ na rozwój mączniaka jabłoniowego w sezonie 1963. Odzwierciedlało się to w minimalnym zarodnikowaniu grzyba (ryc. 1), stwierdzonym dopiero w ostatniej dekadzie czerwca, jak również w ilości porażonych liści i pędów (ryc. 1). W związku z tym podjęto obserwacje nad przebiegiem choroby w roku 1963 i w latach następnych w celu stwierdzenia przebiegu rozwoju choroby po wyniszczającym działaniu niskich temperatur w ciągu zimy 1962/63. Obserwacje rozpoczęto na początku sezonu wegetacji 1963 na odmianie 'Cortland' w Skierniewicach.

Metodyka. Obserwacje prowadzono na 30-letnich jabłoniach odmiany 'Cortland', które nie były chronione przed mączniakiem jabłoniowym. Obserwacje nad nasileniem choroby przeprowadzano co miesiąc w każdym sezonie, w okresie od maja do września. Wyniki przedstawiono w procentach zakażonych pędów wraz z liśćmi. Za porażone pędy uważano również takie, na których stwierdzano tylko porażenie liści. W każdym terminie obserwowano 800 pędów jednorocznych z czterech drzew.

Wyniki. Bardzo małą ilość porażonych pędów z liśćmi obserwowano w czerwcu 1963 roku (ryc. 1). Pierwsze objawy mączniaka jabłoniowego zaobserwowano w ostatnich dniach czerwca. Nasilenie choroby nieznacznie wzrosło w lipcu i sierpniu i wynosiło 15,2% pędów z oznakami porażenia. Poszczególne pędy były porażone w słabym stopniu, stwierdzano jedynie pojedyncze plamy.

Pierwsze objawy porażenia przez mączniak jabłoniowy pochodziły z infekcji wtórnej. W roku następnym obserwowano w maju już około 10% pędów porażonych w wyniku infekcji pierwotnej. W czerwcu 1964 roku stwierdzono już stosunkowo duże nasilenie choroby. Liczba pędów zakażonych dochodziła do 80%. W lipcu i sierpniu ilość porażonych pędów jeszcze nieznacznie wzrosła. W sierpniu notowano 94% pędów, na których znajdowano zakażone liście. We wrześniu stwierdzono nieznaczny spadek porażenia. Było to prawdopodobnie związane z utratą liści przez silniej zakażone drzewa. W roku 1965 liczba pędów z pierwotnie zakażonymi liśćmi była nieco wyższa niż w roku poprzednim i wynosiła 15%.

W wyniku rozprzestrzeniania się choroby we wtórnej fazie jej rozwoju w czerwcu notowano już 95% pędów, na których znajdowano liście z objawami mączniaka jabłoniowego. W lipcu, sierpniu i we wrześniu wszystkie pędy były porażone względnie posiadały zakażone liście. W roku 1966 w maju stwierdzono 93% pierwotnie zakażonych pędów. W miesiącach następnych wszystkie przyrosty wykazały objawy cho-

roby. W roku 1967 w maju aż 99% pędów było chorych. W czerwcu, lipcu i sierpniu wszystkie pędy, jakie obserwowano, były porażone lub posiadały liście z objawami choroby.

WNIOSKI

1. Obserwacje nad rozsiewem zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego w latach 1963—1967 wykazały, że stopień infekcji pierwotnej ma wyraźny wpływ na ilość rozsiewających się zarodników. Stopień ten zależy od przebiegu warunków klimatycznych w okresie spoczynku zimowego roślin. Silne mrozy w okresie zimowym 1962/63 spowodowały prawie całkowite przemarznięcie pąków przerośniętych grzybnią i dlatego w roku 1963 notowano bardzo słabe nasilenie wysiewów zarodników konidialnych mączniaka jabłoniowego. W latach następnych (1964—1967), w miarę odnawiania się epidemii mączniaka jabłoniowego stwierdzono większe ilości unoszących się zarodników w powietrzu. Wysiew rozpoczynał się zwykle przed kwitnieniem lub w czasie kwitnienia jabłoni. Miał on przebieg ciągły i trwał do końca września lub początku października. Największe ilości zarodników konidialnych w powietrzu stwierdzono w miesiącach maju, czerwcu i lipcu, w okresie najintensywniejszego przyrostu pędów. Szczyty wysiewów przypadały na różne okresy w różnych latach.

2. Jednym z najważniejszych czynników decydujących o rozwoju epidemii mączniaka jabłoniowego w sadzie jest przyrost pędów i pojawianie się nowych liści, które są najbardziej wrażliwe na zakażenie. Pierwsze objawy wtórnych infekcji występują w czasie kwitnienia lub bezpośrednio po kwitnieniu. Porażanie nowych liści trwa przez okres dwóch miesięcy od początku wystąpienia pierwszych objawów mączniaka jabłoniowego.

3. Po dwóch latach od załamania się choroby po zimie 1962/63 mączniak jabłoniowy wystąpił w roku 1965 w dużym nasileniu na bardzo wrażliwej odmianie 'Cortland'.

Pracownia Fitopatologii
Instytutu Sadownictwa
w Skierniewicach

(Wpłynęło dn. 24.12.1968 r.)

SUMMARY

1) Observations on the spread of conidiospores of *Podosphaera leucotricha* in the period 1963—1967 demonstrated that the degree of primary infection influences the number of spores dissemination. This degree is dependent on the course of climatic conditions in the period of winter dormancy of the plants.

Heavy frost in the winter period 1962—1963 caused almost complete freezing of the buds infected by mycelium, therefore in 1963 the spread of conidia of *Podosphaera leucotricha* was very much reduced. In the following years (1964—1967) with increasing spread of the *P. leucotricha* epidemic, a greater number of spores in the air was noted. Dissemination started usually before or during the flowering of apple trees. Its course was continuous lasting to the end of September or the beginning of October. The largest quantities of conidia in the air were observed in May, June and July, at the time of most intensive elongation growth of the shoots. The peak of sporulation fell in various years to different periods.

2) One of the most important factors decisive in the the development of a *Podosphaera leucotricha* epidemic is elongation growth of the shoots with appearance of new leaves which are most susceptible to infection. The first symptoms of secondary infection occur during flowering or immediately after it. Infection of new leaves continues for two months after the appearance of the first symptoms of mildew.

3) Since the dying down of the epidemic after the winter of 1962/1963, *Podosphaera leucotricha* occurred again in large quantities in the season 1965 on the very susceptible variety Cortland.

LITERATURA

1. Aerts R., Soenen A., 1955, L'oidium du pommier *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm., I. R. S. J. A. Comptes Rendus de Recherches 15:57—111.
2. Aerts E., Soenen A., 1957, Apple powdery mildew *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm., Höfchen Briefe 10:109—172.
3. Aerts R., Soenen A., 1962, La lutte contre L'oidium du pommier état actuel de la question, Extrait de agricultura, Septembre, 10 (3):513—547.
4. Berwith C. E., 1936, Apple powdery mildew, Phytopathology 26 (11):1071—1073.
5. Burchill R. T., 1965, Seasonal fluctuations in spore concentrations of *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. in relation to the incidence of leaf infections, Ann. appl. Biol. 55:409—415, East Mall. Research St. Maidstone, Kent.
6. Hirst I. M., 1952, An volumetric spore trap, Ann. Appl. Biol. 39:257—265.
7. Kirby A. H. M., Frick E. L., 1963, Greenhouse evaluation of chemicals for control of powdery mildews. II. Some factors affecting artificial infection of apple foliage, Ann. appl. Biol. 51:61—68.
8. Müller R., 1957, Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung des Apfelmehltaues *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) salm., Diss. Landwirtschaft. Hochschule Hohenheim, s. 1—80.
9. Roosje G. S., Besemer A. F. H., Meijneke C. A. R., Post J. J., 1965, Waarnemingen en onderzonek over appelmeeldauw in Nederland van 1953 tot 1963, Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen.
10. Sprague R., 1955, Apple Powdery Mildew in eastern Washington, Washington Agr. Exp. Stat. Inst. of Agr. Sc. St. Coll. of Washington.
11. Stoll K., 1941, Untersuchungen über den Apfelmehltau *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm., Forschungsdienst 11:59—70.
12. Woodward E. C., 1927, Studies on *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm., Trans. Brit. Myc. Soc. 12:173—204.