Milek wiosenny (*Adonis vernalis* L.) jako nowy żywiciel
mączniaka właściwego *Sphaerotheca fuliginea*
(Schlechtendal) Salmon

Adonis vernalis L. as new host plant of powdery mildew — *Sphaerotheca fuliginea*
(Schlechtendal) Salmon

JÓZEF KOWALSKI

WSTĘP

W związku z wprowadzeniem miłka wiosennego (*Adonis vernalis* L.) do uprawy zaobserwowano, że jest on porażony przez wiele czynników chorobotwórczych. Ostatnio w Ogrodzie Farmakognostycznym Akademii Medycznej w Warszawie stwierdzono występowanie na miłku mączniaka właściwego z rodzaju *Sphaerotheca*.

Z przeglądu literatury (Blumer 1933; Gołowin 1960; Noviello 1961; Brandenburger 1962) wynika, że dotychczas miłek nie jest wymieniany jako żywiciel grzybów chorobotwórczych należących do rodzaju *Sphaerotheca*.

Wobec tego wydało się celowe poznanie morfologii i biologii tego grzyba oraz określenie jego gatunku.

Zewnętrzne objawy porażenia

Pierwsze objawy porażenia występują w drugiej połowie maja na kwitnących i płonnych pędach miłka wiosennego. Porażone łodygi wraz z liśćmi, zwłaszcza w dolnej części pokryte są białawym delikatnym nalotem. Obfitość nalotu waha się od ledwie widocznego do zupełnie wyraźnego białego i mączystego. Na początku czerwca w nalocie powstają drobne, najczęściej występujące w skupieniach, ciemnobrunatne punkciki będące owocnikami grzyba.

Silnie porażone pędy, a zwłaszcza liście, są często lekko zniekształcone i nie dorastają do normalnej wielkości.

WYNIKI BADAŃ

Morfologia

Stadium konidialne. (Rys. 1) Grzybnia tworząca nalot jest delikatna, prawie bezbarwna złożona ze słabo rozgałęzionych strzępek o budowie komórkowej.

Zarodniki konidialne mączniak ten tworzy w niewielkiej ilości. Powstają one w łańcuszkach złożonych zwykle z 3 do 6 komórek. Podobnie jak grzybnia są bezbarwne, cienkościenne, kształtu elipsoidalnego. Prze-

Rys. 1. Stadium konidialne

a — Trzonek konidialny; b — Zarodniki konidialne

Conidial stage

a — Conidiophore; b — Conidia

prowadzone pomiary stu zarodników wykazały, że wielkość ich waha się w granicach: długość 22,5—35,0 μ , przeważnie 25 μ oraz szerokość 10—20 μ , przeciętnie 15 μ .

Stadium workowe. (Rys. 2) Młode otocznie są żółtobrunatne, w miarę dojrzewania przybierają zabarwienie ciemnobrunatne lub prawie czarne. Formowanie otoczni u tego mączniaka oraz ich dojrzewanie przebiega bardzo szybko, niemal jednocześnie. Już pod koniec czerwca we wszystkich otoczniach występują worki z dojrzałymi zarodnikami workowymi.

Ścianki otoczni zbudowane są z wyraźnie widocznych, dużych, wielokątnych, niekiedy wydłużonych komórek, najczęściej o średnicy ok. 25 μ . Średnica otoczni waha się w granicach od 72,5 μ do 100 μ , przy czym największej otoczni jest o średnicy 85 μ .

Przyczepki są słabo wykształcone i nieliczne, zwykle w liczbie od 5

Rys. 2. Stadium workowe

a, b — Otocznie; *c* — Przyczepki; *d* — Worek; *e* — Zarodniki workowe
Perithecial stage
a, b — Perithecial; *c* — Appendages; *d* — Ascus; *e* — Ascospores

do 8. Wytwarzają się one przeważnie w jednym miejscu owocnika, gdzie najczęściej są mniej lub bardziej rozrzucone. Długość ich waha się od 30 μ do 180 μ .

W otoczni znajduje się jeden ośmiozarodnikowy worek. Jest on mniej lub bardziej owalny, u nasady nieco zwężony w tzw. „nóżkę”. Błona woroka jest bezbarwna i stosunkowo gruba z tym, że na szczycie i w miejscu

Wykres 1. Długość zarodników konioidalnych Length of conidia

Wykres 2. Szerokość zarodników konioidalnych Breadth of conidia

„nóżki” jest niekiedy trochę cieńsza. Szczytowa część błony worka jest miejscem, przez które uwalniają się zarodniki workowe. Wymiary worków są następujące: długość od 52,5 μ do 82,5 μ , przeciętnie 65 μ , szerokość 47,5—62,5 μ , średnio 52,5 μ .

Zarodniki workowe są elipsoidalne, rzadziej kuliste o wymiarach: długość 12,5—27 μ , najczęściej 20 μ , oraz szer.: 10—20 μ , przeważnie 12,5 μ .

Wykres 3. Wielkość otoczni
Dimension of perithecia

Przeprowadzone badania morfologiczne wykazują, że jest to gatunek *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Salmon, występujący na wielu roślinach, lecz dotychczas nie notowany jeszcze na miłku wiosennym.

Wpływ wilgotności na kiełkowanie zarodników konidialnych i workowych

W celu bliższego poznania biologii mączniaka prawdziwego występującego na miłku wiosennym przeprowadzono doświadczenia nad kiełkowaniem zarodników tego grzyba.

Metoda badań. W doświadczeniu tym, prowadzonym w temperaturze 20°, zastosowano następujące stopnie względnej wilgotności powietrza: kropla wody, 100%, 99%, 98%, 95%, 81%, 55%, 0%. Określoną wilgotność powietrza dla tej temperatury otrzymano stosując podane przez Claytona (1942, Canova 1959) roztwory molarne sacharozy i nasycone roztwory niektórych związków nieorganicznych.

Wykres 4. Długość worków
Length of asci

Wykres 5. Szerokość worków
Breadth of asci

Wykres 6. Długość zarodników
workowych
Length of ascospores

Wykres 7. Szerokość zarodników
workowych
Breadth of ascospores

100 %	wilgotność względna	— woda destylowana
99,04 %	„	— 0,50 molarny roztwór sacharozy
98,03 %	„	— 1,00 molarny roztwór sacharozy
95,00 %	„	— $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ roztwór nasycony
81,00 %	„	— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ roztwór nasycony
55,00 %	„	— $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ roztwór nasycony
0,00 %	„	— CaCl_2 — bezwodny

Jako kamer użyto szczelnie zamykanych słoí Wecka o pojemności 0,5 l. Do każdej kamery dano po 150 ml odpowiedniego roztworu lub 100 g bezwodnego CaCl_2 . Celem zahamowania rozwoju drobnoustrojów w roztworach sacharozy dodano do nich po 50 mg $\text{K}_2\text{Cr}_4\text{O}_7$ (Clayton 1942).

Zebrane z porażonych roślin zarodniki konidialne przenoszono pędzelkiem na suche szkiełka przedmiotowe, które umieszczano w kamerach o odpowiedniej wilgotności. Zarodniki workowe pochodziły z otoczni, które zimowały w warunkach naturalnych na resztkach porażonych roślin. Ilość kiełkujących zarodników obliczano po 48 godzinach.

Tabela 1 — Table 1

Wpływ względnej wilgotności powietrza na kiełkowanie zarodników konidialnych i workowych *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Salmon
The influence of relation humidity on germination of conidia and ascospores of *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Salmon

Względna wilgotność Relation humidity	% kiełkujących zarodników % germinating spores							
	Zarodniki konidialne Conidia				Zarodniki workowe Ascospores			
	Powtórzenie Repetition			Średnio Mean value	Powtórzenie Repetition			Średnio Mean value
	I	II	III		I	II	III	
Kropla wody	3,0	8,0	4,6	5,3	31,3	28,9	20,1	26,7
100%	42,7	48,1	47,5	46,1	4,8	5,0	3,6	4,4
99,4%	39,0	42,3	41,2	40,8	1,0	0,7	1,4	1,0
98,03%	23,3	20,0	18,8	20,7	0	0	0	0
95,0%	15,3	16,4	17,8	16,5	0,3	0	0	0,1
81,0%	5,4	8,3	8,1	7,2	0	0	0	0
55,0%	0,2	1,7	2,8	1,5	0	0	0	0
0,0%	0,2	0	1,0	0,4	0	0	0	0

W y n i k i. Zarodniki zarówno konidialne, jak i workowe, kiełkując wytwarzają najczęściej jedną strzępkę rostkową, a tylko czasem dwie, przy czym jedna z nich jest mniejsza i nie rozwija się dalej. Zaobserwowano również, że duża ilość zarodników w ogóle nie kiełkuje nawet

w optymalnych warunkach wilgotnościowych. Ściany tych zarodników są przeważnie pomarszczone, a niekiedy rozerwane.

Załączona tabela 1 ilustruje procentowy przebieg procesu kiełkowania zarodników konidialnych i workowych w zależności od względnej wilgotności powietrza.

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że najobficiej (46,1%) kiełkują zarodniki konidialne przy względnej wilgotności powietrza 100 i 99%. Obniżenie względnej wilgotności do 98% powoduje bardzo gwałtowny spadek (20,7%) ilości kiełkujących konidiów. Przy wilgotności względnej 81%, 55% i 0% obserwuje się już tylko sporadyczne przypadki kiełkowania tych zarodników. Bardzo słabe kiełkowanie obserwowano również w kropli wody (5,3%).

Jeżeli chodzi o kiełkowanie zarodników workowych to najlepiej kiełkują one w kropli wody. Ilość kiełkujących zarodników obliczona po 48 godzinach wynosi tu średnio 26,7%. Natomiast przy 100%-wej wilgotności kiełkuje ich już tylko ok. 4,5%.

Zimowanie stadium workowego

Liczne obserwacje (Blumer 1933, Kochman i Bajan 1962) wykazały, że stadium workowe niektórych mączniaków prawdziwych nie bierze udziału w zimowaniu. Tak np. stwierdzono (Kochman i Bajan 1962), że mączniak jabłoni — *Podosphaera leucotricha* (Ell, et Ev.) Salm zimuje w formie grzybni znajdującej się w pączkach, mimo że tworzy on otocznie, niekiedy nawet bardzo obficie.

Wobec tego postanowiono przeprowadzić obserwacje nad zimowaniem otoczni mączniaka właściwego miłka, tym bardziej, że dojrzałe otocznie występują u tego grzyba wyjątkowo wcześnie, bo już w pierwszej połowie czerwca.

Metoda badań. Obserwacje prowadzono przez dwa sezony w latach 1962/63 i 1963/64. Materiałem do badań były porażone nadziemne części miłka, które na okres zimy zabezpieczono przez przykrycie siatką. Począwszy od sierpnia, tj. od czasu zakończenia wegetacji rośliny żywicielskiej dwa razy w miesiącu (1 i 15 każdego miesiąca) badano stan otoczni. Obserwacje prowadzono do czerwca następnego roku.

Z pobranej próbki wybierano losowo 10 pędów, a następnie z każdego pędu przygotowywano po 3 preparaty zbierając igłą część ciemnobrunatnego nalotu, który rozdrabniano na szkiełku przedmiotowym celem otrzymania pojedynczych otoczni. Wypreparowane otocznie liczono pod

mikroskopem, następnie rozgniatano je i obserwowano ich zawartość. Wyniki obserwacji mikroskopowych w poszczególnych miesiącach przedstawione są w tabeli 2.

Tabela 2 — Table 2

Stan zimujących otoczni w warunkach naturalnych.
The state of perithecia hibernating in natural conditions

Data obserwacji Date of observation	Rok—Year 1962/63			Rok—Year 1962/63		
	Liczba przegladanych otoczni Number of studied perithecia	Liczba otoczni z workami i zarodnikami Number of perithecia with asci and ascospores	% otoczni z zarodnikami % of perithecia with ascospores	Liczba przegladanych otoczni Number of studied perithecia	Liczba otoczni z workami i zarodnikami Number of perithecia with asci and ascospores	% otoczni z zarodnikami % of perithecia with ascospores
1.VIII.	102	102	100,0	130	130	100,0
15.VIII.	100	100	100,0	127	125	98,42
1.IX.	112	110	98,21	102	100	98,03
15.IX.	98	97	98,97	110	110	100,0
1.X.	103	103	100,0	120	120	100,0
15.X.	115	115	100,0	121	118	97,52
1.XI.	99	99	100,0	105	101	96,19
15.XI.	100	98	98,0	98	96	97,95
1.XII.	100	100	100,0	113	110	97,34
15.XII.	97	97	100,0	130	129	99,23
1.I.	117	114	97,43	99	99	100,0
15.I.	120	120	100,0	108	108	100,0
1.II.	101	100	99,0	117	113	96,58
15.II.	106	106	100,0	131	127	96,95
1.III.	130	127	97,69	128	128	100,0
15.III.	89	89	100,0	103	103	100,0
1.IV.	118	118	100,0	101	98	97,03
15.IV.	102	99	97,06	97	95	97,93
1.V.	107	104	97,19	0	0	0
15.V.	3	0	0	1	0	0

Wyniki. Prowadzone przez dwa sezony obserwacje wykazały, że w okresie jesieni, zimy i wczesnej wiosny prawie 100% otoczni zawiera worki i zarodniki workowe. Masowe zanikanie otoczni, worków i zarodników workowych następuje dopiero w końcu kwietnia lub w pierwszej połowie maja. Proces ten wiąże się prawdopodobnie z masowym wyrzutem zarodników workowych i zależy w dużej mierze od przebiegu warunków atmosferycznych, głównie od opadów. Przeglądając w tym czasie badany materiał nie znajdowano w nim w ogóle otoczni i worków, a tylko

w nielicznych przypadkach można było spotkać resztki rozerwanych owocników.

W połowie maja na rozwijających się roślinach miłka wiosennego obserwowano pierwsze objawy porażenia mączniakiem właściwym. Można więc stwierdzić, że formą zimującą tego grzyba są otocznie, które na wiosnę stanowią źródło pierwotnej infekcji.

Doświadczenie infekcyjne

Celem sprawdzenia, czy omawiany mączniak oprócz miłka poraża inne rośliny, założono w Ogrodzie Farmakognostycznym AM doświadczenie infekcyjne. Do badań tych oprócz miłka wzięto następujące dwa gatunki roślin: *Calendula officinalis* L. (nagietek) i *Trollius europaeus* L. (pełnik). Pierwszy z wymienionych gatunków jest pospolitym żywicielem dla mączniaka prawdziwego *Sphaerotheca fuliginea*. Natomiast *Trollius europaeus* jest jedyną, oprócz niektórych gatunków rodzaju *Paeonia* (Gołowiński 1960), rośliną z rodziny *Ranunculaceae*, na której dotychczas stwierdzono występowanie tego grzyba (Blumer 1933).

W połowie maja (16.V.1963) na poletku miłka wiosennego (17 szt.) od kilku lat porażonego mączniakiem, wysadzono 15 sześciotygodniowych roślin *Calendula officinalis* i 11 jednorocznych egzemplarzy *Trollius europaeus*. Poletko w okresie prowadzonych obserwacji kilkakrotnie odchwaszczano, a rośliny w miarę potrzeby podlewano. Wyniki obserwacji przedstawia załączone zestawienie.

Lp. No.	Gatunek rośliny Species of plant	Liczba roślin Number of plant	Liczba roślin porażonych Number of infected plants	Data, w której zaobserwowano Time of observation	
				oidia oidia	otocznie perithecia
1	<i>Adonis vernalis</i> L.	17	17	16. V. 1963	3. VI. 1963
2	<i>Calendula officinalis</i> L.	15	15	27. V. 1963	7. IX 1963
3	<i>Trollius europaeus</i> L.	11	—	—	—

Wyniki. Po upływie 11 dni od założenia doświadczenia na liściach wszystkich roślin *Calendula officinalis* pojawił się biały, ledwo widoczny, nalot. W miarę wzrostu roślin obfitość nalotu nieco się zwiększyła.

Na roślinach *Trollius europaeus* nie zaobserwowano przez cały okres wegetacji żadnych objawów porażenia.

Pierwsze otocznie na miłku wykryto już w pierwszych dniach czerwca. W połowie lipca obserwowano stopniowe zamieranie i zasychanie części nadziemnych miłka.

Na *Calendula officinalis* pojawienie się pierwszych otocznii stwierdzono dopiero na początku września.

Badania mikroskopowe otocznii, worków oraz zarodników workowych i konidialnych zebranych z obydwu roślin żywicielskich nie wykazywały żadnych różnic morfologicznych.

Doświadczenie to, aczkolwiek niezbyt ściśle pozwala stwierdzić, że badany mączniak — *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Salmon — oprócz miłka poraża także rośliny z gatunku *Calendula officinalis* L. Ciekawe okazało się również zachowanie tego grzyba w przypadku tworzenia otocznii, które na miłku powstawały już na początku czerwca, podczas gdy na nagietku znacznie później, bo dopiero we wrześniu. Mogło to być spowodowane niejednakową długością okresu wegetacyjnego roślin żywicielskich. U miłka okres wegetacji kończy się najczęściej już w sierpniu. Mogło to być również wywołane wpływem określonej rośliny — gospodarza, bądź ścisłą specjalizacją tego grzyba.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Założeniem podjętej pracy było poznanie morfologii i biologii mączniaka prawdziwego z rodzaju *Sphaerotheca*, występującego na miłku, oraz określenie gatunku tego grzyba.

W wyniku przeprowadzonych badań okazało się, że morfologicznie jest on zbliżony do dwóch opisanych w literaturze gatunków: *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Salmon i *Sphaerotheca macularis* (Wallroth) Jacewski (Blumer 1933, Gołowin 1960). Typowe wymiary poszczególnych elementów morfologicznych omawianych grzybów i badanego gatunku ilustruje poniższe zestawienie.

Lp. No.	Gatunek grzyba Species of fungus	Otocznie Perithecia μ	Worki Asci μ	Zarodniki workowe Ascospores μ	Zarodniki konidialne Conidia μ
1	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	65 — 98	dł. 50 — 80 szer. 30 — 60	dł. 17 — 22 szer. 12 — 20	dł. 26 — 39 szer. 16 — 22
2	<i>Sphaerotheca macularis</i>	77 — 99	dł. 60 — 85 szer. 50 — 75	dł. 18 — 25 szer. 12 — 18	dł. 26 — 39 szer. 16 — 22
3	Badany gatunek	72,5 — 100	dł. 52 — 82 szer. 41 — 62	dł. 12 — 27 szer. 10 — 20	dł. 22 — 35 szer. 10 — 20

Również w dostępnym piśmiennictwie (Blumer 1933, Gołowin 1960) trudność rozdzielenia tych grzybów jest wyraźnie akcentowana, tym bardziej, że pewne niewielkie oddchylenia w wyglądzie i wielkości

otoczni, worków oraz zarodników workowych i konidialnych są wywołane wpływem rośliny, na której one pasażują (Blumer 1952).

Celem rozstrzygnięcia tej wątpliwości szczególną uwagę w toku badań zwrócono na budowę ścian owocników, ponieważ wg Blumera (1933) i Gołowina (1960) jest to główna cecha morfologiczna pozwalająca odróżnić te dwa gatunki.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mączniak występujący na miłku wytwarza otocznie zbudowane z dużych komórek, przeważnie o średnicy 25 μ . Wobec tego można przypuszczać, że jest to gatunek *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Salmon.

Według Blumera (1933) *Sphaerotheca fuliginea* jest gatunkiem zbiorowym, występującym w Europie na wielu roślinach żywicielskich. Dotychczas stwierdzono występowanie tego grzyba na ok. 60 gatunkach roślin należących do różnych rodzin.

W obrębie rodziny *Ranunculaceae* poraża on następujące gatunki roślin: *Delphinium grandiflorum* L., *Paeonia anomala* L. oraz inne dzikie i uprawiane gatunki rodzaju *Paeonia* (Gołowin 1960 i *Trollius europaeus* L. (Blumer 1933).

Występowanie mączniaka prawdziwego *Sphaerotheca fuliginea* na miłku wiosennym (*Adonis vernalis* L. — rodziną *Ranunculaceae*) zaobserwowano więc po raz pierwszy w Ogrodzie Farmakognostycznym Akademii Medycznej w Warszawie, a spostrzeżenie to opisano w niniejszej pracy.

Zdaniem Blumera (1933) właściwości biologiczne *Sphaerotheca fuliginea* nie są jeszcze dostatecznie poznane. Przeprowadzone dotychczas doświadczenia infekcyjne wykazały, że gatunek ten cechuje się daleko idącą specjalizacją w porażaniu określonych rodzajów, gatunków i odmian roślin.

Obserwacje przeprowadzone w Ogrodzie Farmakognostycznym wykazały, że badany mączniak z trzech infekowanych gatunków roślin poraził tylko *Adonis vernalis* L. i *Calendula officinalis* L.; nie wystąpił natomiast na *Trollius europaeus* L. Prawdopodobnie wynikiem specjalizacji jest także tworzenie w różnym czasie otoczni na infekowanych żywicielach. Na miłku powstawały one już na początku czerwca, podczas gdy na *Calendula officinalis* znacznie później, bo dopiero we wrześniu. Wytworzone na miłku otocznie zimuja na porażonych resztkach i na wiosnę są źródłem pierwotnej infekcji. Masowy wyrzut zarodników workowych następuje przeważnie w końcu kwietnia lub na początku maja i związany jest prawdopodobnie z przebiegiem warunków atmosferycznych.

Jak wykazały badania zarodniki workowe kiełkują najlepiej w kropli wody, w przeciwieństwie do konidialnych, których obfite kiełkowanie

zachodzi przy wilgotności względnej powietrza 100% i 99%. Podobne wyniki w przypadku oidiów *Sphaerotheca fuliginea* otrzymał również Hashion (Clayton 1942).

Katedra Farmakognozji A.M.

Kierownik: prof. dr J. Deryng

Warszawa, Kniewskiego 7

(Wpłynęło dn. 19.6.1965 r.)

SUMMARY

The aim in view was the investigation of the morphology and partly also the biology of powdery mildew of the *Sphaerotheca* genus occurring on *Adonis vernalis* L., as well as determination of the species of this fungus.

The occurrence of powdery mildew on *A. vernalis* was observed for the first time in the garden of the Department of Pharmacognosy, School of Medicine, Warsaw.

The investigations seem to indicate that the species studied is *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Salmon, so far not found on *A. vernalis*.

Experiments on infection proved that the fungus infected only two of the plant species on which it was inoculated: *A. vernalis* L. and *Calendula officinalis* L., whereas *Trollius europaeus* remained intact.

LITERATURA

- Blumer S., 1933, Die Erysiphaceen Mitteleuropas, Beitr. Kryptogamenfl. der Schweiz 7 (1), Zürich.
- Blumer S., 1952, Beiträge zur Kenntnis der Erysiphaceen, Phytopath. Z., 18: 101—110.
- Brandenburger W., 1962, Beobachtungen über das Auftreten einer *Sphaerotheca* — Art an Eucalyptus, Sydowia, 15: 194—196.
- Canova A., 1959, Ricerche su la biologia e l'epidemiologia della *Cercospora beticola* Sacc., Estratto dagli Ann. Sper. Agr., Roma, n. s., vol. 13.
- Clayton C. N., 1942, Germination of fungous spores in relation to controlled humidity, Phytopath., 32: 921—943.
- Gäumann E., 1959, Nauka o infekcyjnych chorobach roślin, PWRiL, Warszawa.
- Gołowin P. N., 1960, Mucznisto-rosianyje griby parazitizujuszczije na kulturalnych i polnych rastienjach, Izdat. Akad. Nauk ZSRR, Moskwa, Leningrad.
- Kochman J., Bajan C., 1962, Obserwacje nad zimowaniem otoczni prawdziwego mączniaka jabłoni — *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm., Acta Agrobot., 12: 5—12.
- Noviello C., 1961, A First Report of Powdery Mildew on Fennel in Italy., Phytopath. Z., 42: 167—174.