Z badań nad biologią *Septoria apii graveolentis* Dorogin

Some biological study on *Septoria apii graveolentis* Dorogin

J. KOCHMAN I H. KUBICKA

PRZEGLĄD LITERATURY

Najważniejszą chorobą selerów jest plamistość liści zwana septoriozą, gdyż jest powodowana przez grzyby *Septoria apii* (Briosi et Cavara) Chester i *Septoria apii graveolentis* Dorogin. Choroba ta występuje na selerach, prawdopodobnie od czasu rozpoczęcia ich uprawy. Jednakże pierwsze doniesienie o występowaniu tej choroby opublikowali Briosi i Cavara dopiero w r. 1890 (Cochran 1932). Autorzy ci określili grzyba będącego przyczyną choroby jako *Septoria petroselini* var. *apii*. Bliższe badania Chestera w Stanach Zjednoczonych w r. 1891 (Cochran) dowiodły, że grzyb powodujący plamistość liści selerów jest samodzielnym gatunkiem; ustalił on dla niego nazwę *Septoria apii* (Briosi et Cavara) Chester.

Badania przeprowadzone przez Dorogina w 1915 r. w Rosji wykazały, że septorioza selerów występuje w dwu formach i powodowana jest przez dwa samodzielne gatunki, które różnią się nie tylko morfologicznie, lecz także właściwościami fizjologicznymi. Plamy duże powodowane są przez *Septoria apii* (Briosi et Cavara) Chester, plamki drobne zaś na liściach selerów wywołuje grzyb *Septoria apii graveolentis* Dorogin. Poglądy Dorogina podziela w zupełności Cochran (1932), który w swych badaniach wykazał również różnice morfologiczne i fizjologiczne tych dwu gatunków *Septoria*.

Laibach (1921), który przeprowadził dość obszerne badania nad septoriozą selerów, nie podziela poglądu Dorogina o istnieniu dwu samodzielnych gatunków, lecz wskazuje, że ma się tu do czynienia z dwiema odmianami jednego gatunku, tj. *Septoria apii maculiformis* i *Septoria apii punctiformis*. Dalej autor ten uważa, że nie jest wykluczone, że w obrębie tego gatunku istnieje jeszcze więcej odmian (klonów).

Obecnie przeważa jednak pogląd, że septoriozę selerów powodują dwa samodzielne gatunki: *Septoria apii* i *Septoria apii graveolentis*.

L a i b a c h (1921) i C o c h r a n (1932) przeprowadzili również szereg badań nad zakresem żywicieli tych dwu gatunków *Septoria*. Przede wszystkim autorzy ci wykazali, że grzyby z selerów nie porażają pietruszki i odwrotnie — *Septoria petroselini* nie występuje na selerach. Poza tym liczne doświadczenia infekcyjne przeprowadzone zarówno przez L a i b a c h a, jak i przez C o c h r a n a dowiodły, że gatunki *Septoria* z selerów nie porażają żadnej z wziętych do doświadczenia dziko rosnących i uprawnych roślin z rodziny baldaszkowatych (*Umbelliferae*) i że gatunki te są bardzo wyspecjalizowane i przystosowane tylko do jednego gatunku i jego odmian, tj. *Apium graveolens*.

Przeprowadzano również poszukiwania stadium doskonałego dla gatunków *Septoria* z selerów. Zarówno badania K l e b a h n a (C o c h r a n 1932) i L a i b a c h a (1921), jak i C o c h r a n a (1932) nie dały pozytywnych rezultatów. L a i b a c h starał się znaleźć stadium workowe na przezimowanych liściach, ogonkach liściowych i łodygach, C o c h r a n zaś poza poszukiwaniami na resztkach selerów stosował różne sposoby pobudzania grzyba do wytworzenia stadium doskonałego w kulturach, m.in. przez promienie ultrafioletowe lub przetrzymywanie w temp. 2—3°C.

Inne badania nad biologią grzybów *Septoria* z selerów (L a i b a c h i C o c h r a n) odnosiły się głównie do obserwacji nad rozwojem grzyba w sztucznych kulturach, nad zależnością kiełkowania zarodników od temperatury oraz nad mechanizmem infekcji. Poza tym L i n (1939) obliczył ilość zarodników w piknidium i przez to określił potencjalną siłę inokulum będącego źródłem wtórnych infekcji. Z innych prac należy jeszcze wymienić prace nad zwalczaniem tej choroby, spośród których najbardziej wyczerpującą jest praca N e w h a l l a (1926), który opracował takie sposoby zwalczania, jak zaprawianie nasion, stosowanie płodozmianu i różnych środków chemicznych w rozsadniku i w polu.

Jeżeli chodzi o rozmieszczenie geograficzne choroby, to wydaje się słuszny pogląd, że występuje ona we wszystkich regionach uprawy selerów zarówno w Stanach Zjednoczonych Am. Płn., jak i Europy, przy czym autorzy amerykańscy podają, że częściej występuje *Septoria apii graveolentis*.

W Polsce w okolicach podwarszawskich, w których prowadzono obserwacje, stwierdzono jedynie *Septoria apii graveolentis*.

Mimo dość licznych prac nad gatunkami grzybów powodującymi septoriozę selerów, nie wszystkie zagadnienia odnoszące się do biologii tych grzybów zostały rozwiązane. Między innymi nie było dotychczas badań nad infekcją selerów przez *Septoria apii* i *Septoria apii graveolentis*.

Celem niniejszej pracy było oprócz poznania takich właściwości biolo-

gicznych *Septoria apii graveolentis*, jak rozwój grzyba na różnych pożywkach, kiełkowanie zarodników, mechanizm infekcji, zbadanie przebiegu infekcji w zależności od czasu ekspozycji wysokiej wilgotności, od ilości zarodników w zawiesinie użytej jako inokulum i od wieku rośliny.

OBSERWACJE

Objawy chorobowe i czynnik chorobotwórczy

Choroba powodowana przez *Septoria apii graveolentis* znana jest pod nazwą plamistości lub septoriozy liści selerów. Pierwsze objawy mogą występować już na liścieniach i na najmłodszych liściach, jako małe brunatne, ale nie-

TABELA 1 — TABLE 1

Najczęstsze wielkości plam na liściach
Most frequent sizes of spots on the leaves

Średnice plam w mm. The diameters of spots in mm	Liczba plam Number of spots	% plam danej wielkości Percentage of spots of each particular size
1 × 1	132	26,4
1 × 1,3	15	3
1 × 1,5	120	24
1 × 2	102	20,4
1,5 × 2	65	13
1,5 × 3,5	26	5
2 × 3	40	8

zbyt liczne plamki, na których powstają drobne wzniesienia będące piknidiami grzyba. W miarę wzrostu rośliny grzyb poraża nowopowstające liście powodując stopniowo w ciągu lata coraz liczniejsze plamki. Zwykle pod koniec lata zwiększa się nasilenie choroby i wtedy zostają również porażone ogonki liściowe. Silne porażenie liści wraz z ogonkami powoduje ich przedwczesne zamieranie i zasychanie. Porażeniu podlegają również pędy nasienne

wraz z nasionami, na których łatwo stwierdzić normalnie ukształtowane piknidia z zarodnikami (ryc. 1).

Ryc. 1. Nasiona selerów porażone przez *Septoria apii graveolentis*. Widoczne piknidia grzyba. Pow. 15 ×

Celery seed infected by *Septoria apii graveolentis*. The pycnidia of the fungus are visible. 15 ×

Wywołane przez *Septoria apii graveolentis* na liściach selerów plamy są brunatne i dość wyraźnie odgraniczają się od zdrowej tkanki. Wielkość ich według dokonanych 500 pomiarów mieści się w następujących granicach (tab. 1).

Ryc. 2. Dojrzałe piknidium w przekroju podłużnym. Pow. ok. 400 × Longitudinal section through mature pycnidium. 400 ×

Jak widać z tabeli 1, grzyb *Septoria apii graveolentis* wywołuje najczęściej plamki drobne o średnicy 1—2 mm. Plamki większe występują rzadziej i często mogą powstawać przy silnym porażeniu na skutek wzajemnego łączenia się mniejszych plam.

W porażonych tkankach grzybnia rozrasta się międzykomórkowo i wewnątrz komórek. Przerastając tkanki dotkniętych chorobą części tworzy pod skórą po 8—12 dniach piknidia, które ukazują się na zewnątrz w postaci licznych czarnych punktów sterczących nad rozerwaną skórą, na powierzchni

wysychających plam. Bardzo często piknidia widoczne są po obu stronach liścia. Piknidia *Septoria apii graveolentis* mają kształt kulisty, wielkość ich waha się od $70\ \mu$ do $150\ \mu$. U góry piknidium znajduje się otwór, przez który wydostają się zarodniki. Ścianki piknidium utworzone są z kilku warstw komórek, przy czym grubość ścianek wynosi $13\text{--}25\ \mu$ (ryc. 2). Zarodniki w piknidium tworzą się na drobnych bezbarwnych trzonkach konidialnych, które wyścielają warstwą wewnętrzną ścianę piknidium. Wymiary długości trzonków konidialnych wynoszą $6\text{--}8,5\ \mu$. Zarodniki (piknospory) są bezbarwne, wydłużone, lekko wygięte, na końcach nieco zwężone. Najczęściej są czterekomórkowe. Na podstawie 200 pomiarów stwierdzono następujące wymiary: $1,5\text{--}3 \times 23\text{--}59,5\ \mu$. Dane te są bardzo zbliżone do danych C o c h r a n a: $1,5\text{--}3\ \mu \times 22,5\text{--}58,5\ \mu$.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Otrzymanie sztucznej kultury grzyba i wzrost grzybni na różnych pożywkach

Materiał roślinny, który posłużył nam do niniejszej pracy, pochodził z kilku upraw podwarszawskich. Były to rośliny silnie porażone, zebrane we wrześniu. Sztucznej kultury z izolacji piknid z tych właśnie roślin — nie otrzymano. Materiał ten wykorzystano w następujący sposób: do skrzynki z parowaną ziemią włożono dużą ilość zebranych porażonych liści, pokrojonych na drobne części i wymieszano je z górną warstwą ziemi. Następnie wysiano nasiona selerów zaprawione roztworem sublimatu $1 : 1000$. Gdy młode rośliny miały po dwa lub trzy listki, stwierdzono na nich plamki z dość licznymi piknidiami grzyba, który określono jako *Septoria apii graveolentis* D o r o g i n. Z tych roślin dokonano izolacji, przenosząc piknidia na pożywkę agarową z wyciągiem selerowym. Ponieważ w planie było laboratoryjne zbadanie grzyba w sztucznych kulturach, a także doświadczenia infekcyjne, do których potrzebne było wyhodowanie materiału laboratoryjnego, podjęto przebadanie wzrostu otrzymanego izolatu na szeregu pożywek w celu znalezienia najlepiej mu odpowiadającej.

Stosowano następujące podłoża: kawałki selera, ziemniaka, korzenia pietruszki i strąki fasoli — sterylizowane w autoklawie; agar z brzeczką (25%), agar z wywarem selerowym (50%), agar z sokiem marchwiowym (40%), agar z sokiem z szpinaku (25%), agar z sokiem pomidorowym (15%), agar ziemniaczany z dodatkiem glukozy. Soki przyrządzano przez zmielenie materiału roślinnego i przefiltrowanie przez sączek; dodawano je następnie w podanym procencie do pożywek, które autoklawowano.

Septoria apii graveolentis odznacza się bardzo wolnym wzrostem w kul-

turze. Jak w dalszych doświadczeniach stwierdzono, nawet w optymalnej dla tego grzyba temperaturze 18—20°, wielkość kolonii po miesiącu osiąga 12—13 mm średnicy. Kultury grzyba zmieniają swój wygląd w zależności od podłoża, na którym rośnie.

Na kawałku selera kolonia grzyba jest zwarta, ciemna, rosnąca bardziej ku górze niż na szerokość. Powierzchnia jej przy tym nie jest jednolita, lecz

Ryc. 3. Wzrost *Septoria apii graveolentis* w kulturze
 a — na kawałku selera; b — na strąku fasoli
 Growth of *Septoria apii graveolentis* in culture
 a — on celery; b — on bean pod

składa się jakby z drobnych gruzelków. Średnica miesięcznej kultury wynosi przeciętnie 12 mm. Licznie tworzące się piknidia zaobserwowano po 12 dniach.

Na strąkach fasoli kolonia grzyba po miesiącu osiąga 11 mm średnicy. Grzybnia jest także zwarta, brunatna, miejscami z drobnymi partiami białej grzybni powietrznej. Powstawanie piknidiów stwierdzono po 14 dniach. Tworzyły się bardzo licznie.

Na kawałkach ziemniaka i pietruszki wzrost grzyba jest bardzo słaby. Kolonia obfituje w białe strzępki. Nieliczne piknidia pojawiają się po 18 dniach.

Agar brzeczkowy, agar z wywarem selerowym oraz agar ziemniaczano-glukozowy stanowią pożywki najlepsze, dając kolonie o obfitej masie grzybni i dużej ilości piknidiów wytwarzających się po 13 dniach. W badaniach C o c h r a n a (1932) spośród licznych pożywek najlepsza okazała się rów-

nież pożywka agarowo-selerowa. Na pożywce pomidorowej grzybnia wytwarza dużo białego nalotu, co jest oznaką niedostatecznej ilości substancji pokarmowych. Również agar ze wspomnianymi sokami jarzynowymi daje wzrost słabszy od wymienionych wyżej pożywek agarowych. Piknidia formują się tu po 17—18 dniach.

Septoria apii graveolentis rośnie na pożywkach zakwaszonych (kwasem mlekowym — do pH 4), lecz nieco wolniej niż na pożywkach zbliżonych odczynem do obojętnego. Pokrywa się wówczas obficie białymi puszystymi strzępkami grzybni powietrznej.

Badania C o c h r a n a (1932) wykazały, że jednym z kryteriów różnienia obydwu gatunków *Septoria* z selerów jest ich zachowanie się na pewnych pożywkach. Okazało się, że podczas gdy *Septoria apii* nie rośnie wcale na pożywce agarowo-selerowej, a na pożywce agarowo-ziemniaczanej z dodatkiem dekstrozy daje czerwone zabarwienie podłoża, to *Septoria apii graveolentis* na pożywce agarowo-selerowej rośnie zupełnie dobrze, a na pożywce agarowo-ziemniaczanej z dodatkiem dekstrozy nie barwi podłoża. Wyniki naszych badań pokrywają się z danymi C o c h r a n a i to dowodzi również, że mieliśmy do czynienia z *Septoria apii graveolentis*.

Widziane pod mikroskopem strzępki grzybni mają kolor brązowy i nieregularną szerokość od 1,5—4 μ . Są bardzo rozgałęzione i wielokomórkowe.

Wpływ temperatury na wzrost grzyba w kulturze

Wykres 1. Wpływ temperatury na wzrost grzybni
The influence of the temperature on the mycelium growth

C o c h r a n (1932) badając wpływ temperatury na wzrost grzyba w kulturach otrzymał kolonie o największej średnicy w temp. 17—23°C.

W opisanym doświadczeniu do obserwacji wzrostu kultur *Septoria apii graveolentis* w różnych temperaturach użyto pożywki agarowo-brzeczkowej. Na skutek bardzo słabego przyrostu w pierwszych dniach pomiary rozpoczęto siódmego dnia; wyniki notowano co trzy dni.

TABELA 2 — TABLE 2

Wpływ temperatury na wzrost grzyba w kulturach
The influence of temperature on the growth of *Septoria apii* in the culture

Temperatura Temperature °C	Przeciętna średnica w mm po dniach: Average diameters in mm after days:						
	7	10	13	16	19	22	25
30	Brak wzrostu — No growth						
27—28	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,8
23—24	2,0	2,8	3,4	4,2	4,6	4,9	5,5
18—20	2,4	2,8	3,5	4,4	5,2	6,6	7,3
13—15	2,0	2,5	3,0	3,3	3,9	4,2	4,6
5—7	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,2	2,3

Z załączonej tabeli 2 wynika, że najlepszą temperaturą okazała się 18—20°C, w której kultura wykazywała największy przyrost zarówno liniowy, jak i masy. Określenie przyrostu masy oparto na obserwacji optycznej. Niezły wzrost otrzymano w temp. 23—24°, słaby natomiast w temp. 27—28°C. Nieco lepiej niż w ostatniej temperaturze rośnie *Septoria apii graveolentis* w 13—15°C. W temp. 5—8°C wzrost jest silnie zahamowany, a przyrost liniowy wynosi ok. 30% przyrostu w temp. optymalnej. W 30°C kolonia zasycha i też nie rozwija się po przeniesieniu kultur do temp. optymalnej. Również i C o c h r a n (1932) nie otrzymał wzrostu w tej temperaturze.

Przetrzymywano także grzybnię przez 4 dni w zamrażarce o temp. —14°C, a następnie sprawdzano zdolność kiełkowania zarodników. Stwierdzono, że kiełkowanie zarodników z kultury przemrożonej przebiega intensywniej niż zarodników z grzybni przechowywanej w temp. 20°C.

Badanie wpływu cukrów na wzrost grzyba w kulturze

Nie znaleziono w literaturze wiadomości, jak reaguje *Septoria apii graveolentis* na zawartość różnych cukrów w podłożu przy hodowli w sztucznej kulturze. W niniejszej pracy postanowiono zbadać, jakie mogą wystąpić

Wykres 2. Wpływ różnych postaci cukrów na wzrost grzyba w kulturach
Effect of various carbon sources on the fungus growth

różnice we wzroście grzyba przy dostarczeniu mu w pożywce różnych rodzajów cukrów jako źródła węgla (tab. 3). W użytej jako podstawa pożywce Richarda o składzie: glukoza — 50 g, KNO_3 —10 g, MgSO_4 —0,5, KHPO_4 —1 g, agar glukozę zastępowano laktozą, maltozą, sacharozą, skrobią i celulozą. Na każde źródło węgla przeznaczono 30 szalek zawierających po 30 ml pożywki. Temperatura, w której hodowano kultury, wynosiła 23°C. Po dziewięciu dniach rozpoczęto pomiary dwu prostopadłych średnic kolonii grzyba.

TABELA 3 — TABLE 3

Wpływ różnych postaci cukru na wzrost grzyba w kulturach

Effect of different sources of carbon on the growth of
Septoria apii in culture

Źródła węgla Source of carbon	Przeciętna średnica kolonii grzyba w mm po dniach: Average diameter of culture of fungus in mm after days:						
	9	12	15	18	21	24	27
Glukoza Glucose	1,3	2,9	4,6	6,2	7,7	9,4	10,2
Laktoza Lactose	1,2	2,3	4,4	6,8	7,5	8,6	9,9
Maltoza Maltose	1,2	2,6	4,7	6,4	7,2	9,1	9,6
Sacharoza Saccharose	1,1	2,5	4,1	6,1	7,7	8,7	9,4
Skrobia Starch	1,2	2,2	4,4	6,6	7,9	9,3	10,3
Celuloza Cellulose	1,0	2,0	3,9	5,7	6,6	7,1	7,6
Bez cukru Without sugar	0,5	1,0	2,0	2,5	3,5	4,5	5,5

Z danych opartych na pomiarach liniowych wynika, że wzrost na pożywkach z glukozą, laktozą, maltozą, sacharozą i skrobią nie różnił się znacznie, gdyż uzyskane z 30 pomiarów dla każdej kombinacji średnie leżą w granicach od 9,4—10,3 mm. Jeżeli jednak chodzi o wzrost na błonniku i pożywce bezcukrowej, to uzyskane dane liczbowe odbiegały znacznie od wyżej podanych i wynosiły 7,6 dla błonnika, a dla pożywki bezcukrowej 5,5 mm. Ten duży spadek wzrostu świadczy o przyswajalności błonnika w bardzo słabym stopniu oraz że do normalnego rozwoju grzyba zawartość cukrów w podłożu jest konieczna.

Rozrost kultury na szerokość nie zawsze jednak idzie w parze z rozwojem całej masy grzybni. Według danych w tabeli wynikałoby, że najlepszym cukrem dla organizmu grzyba jest skrobia. Tymczasem kolonia na skrobi charakteryzuje się dość słabo rozwiniętą grzybnią, o nietypowym jasnobrunatnym zabarwieniu. Piknidia tworzą się tu w ilościach niezbyt wielkich po 15 dniach.

Dobrym cukrem jest glukoza, na której obserwowano powiększanie się całej kolonii, zarówno pod względem przyrostu liniowego, jak i wzrostu na

Ryc. 4. Swobodne tworzenie się zarodników grzyba w kulturze. Pow. ok. 550 ×
Free formation of spores of the fungus on cultures. 550 ×

wysokość ocenianego na podstawie obserwacji makroskopowych; strzępki są ciemnobrunatne o bogatej treści plazmatycznej, piknidia obficie wytwarzają się po 13 dniach.

Dość dobry wzrost uzyskano na maltozie. Piknidia pojawiają się tu, podobnie jak na skrobi, po 15 dniach, lecz kolonia posiada grzybnię nieco gęstszą o charakterystycznym ciemnym zabarwieniu.

Na sacharozie ogólny rozwój grzyba przebiega podobnie jak na maltozie. Grzybnia na tej pożywce jest równie obfita, mniej jednak liczne piknidia wytwarzają się po 15 dniach.

Laktoza daje wzrost przewyższający pod względem liniowym wzrost na maltozie, lecz z grzybnią słabo rozwiniętą, o białych strzępkach. Dopiero po 17 dniach uformowały się z rzadka rozrzucone piknidia. Słaby rozwój grzybni w agarze i jej białe zabarwienie pozwoliły obserwować (wprost na płytce z kulturą) pojedyncze strzępki, na których zauważono swobodne tworzenie się zarodników. Odrastają one bardzo licznie z boku strzępek, prostopadle do nich lub ukośnie (ryc. 4).

Najgorzej przyswajalna jest celuloza, na której grzyb prawie się nie roz-

wija. Słabo rozwinięta grzybnia wytwarza na tej pożywce nieliczne piknidia dopiero po 30 dniach.

Pożywka bezcukrowa daje wzrost słabszy niż na celulozie, a piknidiów nie wytwarza wcale.

Stwierdzono, że wytwarzanie piknidiów jest uzależnione od ogólnego rozwoju kolonii. Jest ich tym więcej, im lepiej rozwija się kultura.

A więc przy wzięciu pod uwagę nie tylko przyrostów liniowych, ale również ogólnego rozwoju grzyba najlepsza okazała się pożywka z glukozą, następnie z maltozą, skrobią i sacharozą. Bardzo słaby wzrost dała laktoza, jeszcze gorszy błonnik, a najgorszy pożywka bezcukrowa.

Kielkowanie zarodników

Celem doświadczenia było porównanie procesu kielkowania zarodników *Septoria apii graveolentis* pochodzących z kultur i materiału roślinnego w zależności od różnych temperatur i trzech rodzajów podłoża. Źródłem pierwszych zarodników były sześciotygodniowe kultury grzyba hodowane na pożywce ziemniaczanej z 2% dodatkami glukozy, w temperaturze 20°C. Drugie zaś pochodziły z porażonych roślin szklarniowych.

Zarodniki umieszczono w kropli wiszącej, w trzech różnych roztworach: w wodzie z brzeczką (pół na pół), w wywarze selerowym (sporządzonym przez półgodzinne gotowanie pokrojonych liści w wodzie) oraz w wodzie destylowanej. Aby zapobiec wysychaniu kropli, szkiełko nakrywkowe, na którym znajdowała się kropla, przyklepiono wazeliną do podstawowego szkiełka z wgłębieniem. Szkiełka przechowywano w wilgotnej komorze.

TABELA 4 — TABLE 4

Kielkowanie zarodników wziętych z liści w wodzie z brzeczką

Germination of spores produced on leaves in water with the malt extract (1:1)

Temperatura Temperature °C	Liczba zarodników w 5 kroplach Number of spores in 5 drops	Liczba i % zarodników kielkujących Number and % of germinating spores			
		po 12 godz. after 12 h.	po 24 godz. after 24 h.	po 36 godz. after 36 h.	po 48 godz. after 48 h.
30	185	Brak kielkowania — No germination			
26—28	208	43—20,6	63—30	78—37,5	83—40
23—24	192	114—59,3	169—88,4	173—90	183—95,3
18—20	220	158—76,2	198—90	220—100	
13—15	170	107—63	142—83	163—96	165—97
5—7	230	23—10	80—34	92—40	105—46

Proces kiełkowania badano w różnych temperaturach, obliczenia przeprowadzono cztery razy w odstępach 12 godzin. W temp. 30°C — brak kiełkowania. Dość słabo przebiega kiełkowanie w temp. 26—28°C, gdyż % kiełkujących dochodzi zaledwie do 30—40%. W tym samym stopniu hamująco wpływa na proces kiełkowania temp. 5—7°.

TABELA 5 — TABLE 5

Kiełkowanie zarodników wziętych z liści w wywarze selerowym

Germination of spores produced on the leaves in extract obtained by boiling celery leaves

Temperatura Temperature °C	Liczba zarodników w 5 kroplach Number of spores in 5 drops	Liczba i % zarodników kiełkujących Number and % of germinating spores			
		po 12 godz. after 12 h.	po 24 godz. after 24 h.	po 36 godz. after 36 h.	po 48 godz. after 48 h.
30	212	Brak kiełkowania — No germination			
26—28	184	36—19,1	71—38,1	75—40,1	86—46,1
23—24	230	123—53,4	196—85	203—88	217—94,8
18—20	204	146—71	183—89	188—92	199—97
13—15	231	134—58	181—78,8	208—90,4	214—92,6
5—7	200	21—10	57—28,1	89—44	95—47

TABELA 6 — TABLE 6

Kiełkowanie zarodników wziętych z liści w wodzie destylowanej

Germination of spores produced on leaves in distilled water

Temperatura Temperature °C	Liczba zarodników w 5 kroplach Number of spores in of 5 drops	Liczba i % zarodników kiełkujących Number and % of germinating spores			
		po 12 godz. after 12 h.	po 24 godz. after 24 h.	po 36 godz. after 36 h.	po 48 godz. after 48 h.
30	228	Brak kiełkowania — No germination			
26—28	199	44—22,2	53—26	64—32	69—34,1
23—24	218	110—50	182—83	187—85,1	207—94,2
18—20	207	141—68,1	181—87,9	187—90,7	198—95,1
13—15	231	134—58	181—78,8	193—83,1	216—93
5—7	197	18—9,2	39—19,1	60—30,9	86—43,1

TABELA 7 — TABLE 7

Kielkowanie zarodników z kultur w wodzie z brzeczką

Germination of spores produced in cultures in water with malt extract (1:1)

Temperatura Temperature °C	Liczba zarodników w 5 kroplach Number of spores in 5 drops	Liczba i % zarodników kiełkujących Number and % of germinating spores			
		po 12 godz. after 12 h.	po 24 godz. after 24 h.	po 36 godz. after 36 h.	po 48 godz. after 48 h.
30	240	Brak kiełkowania — No germination			
26—28	214	39—18,4	46—21,1	72—33,1	85—39,1
23—24	199	110—55	166—83,8	172—86,8	184—92,2
18—20	237	164—69	204—86,1	224—94,1	229—96,1
13—15	189	106—56	148—78,5	171—90,9	179—94,1
5—7	219	23—10,5	49—22,8	56—25,1	64—29,4

TABELA 8 — TABLE 8

Kielkowanie zarodników z kultur w wywarze selerowym

Germination of spores produced in culture in extract obtained
by boiling of celery leaves

Temperatura Temperature °C	Liczba zarodników w 5 kroplach Number of spores in 5 drops	Liczba i % zarodników kiełkujących Number and % of germinating spores			
		po 12 godz. after 12 h.	po 24 godz. after 25 h.	po 36 godz. after 36 h.	po 48 godz. after 48 h.
30	194	Brak kiełkowania — No germination			
26—28	225	40—17,1	82—36,1	89—39,1	93—41,7
23—24	211	115—54,5	158—74,1	174—82,9	198—93,1
18—20	218	148—67	188—86,5	202—92	211—96,1
13—15	193	107—55,8	145—75,2	160—82,1	182—94,5
5—7	215	22—10,5	61—28,8	87—40	98—45,1

TABELA 9 — TABLE 9

Kielkowanie zarodników z kultur w wodzie destylowanej
Germination of spores produced in culture in distilled water

Temperatura Temperature °C	Liczba zarodników w 5 kroplach Number of spores in 5 drops	Liczba i % zarodników kielkujących Number and % of germinating spores			
		po 12 godz. after 12 h.	po 24 godz. after 24 h.	po 36 godz. after 36 h.	po 48 godz. after 48 h.
30	216	Brak kielkowania — No germination			
26—28	207	39—18,1	51—24,1	63—30,9	70—33,1
23—24	198	105—53,3	162—81,8	167—84,5	178—89,9
18—20	205	135—65,7	173—84,8	190—92,1	199—97,1
13—15	240	130—54,1	168—70	211—87,2	218—90,2
5—7	213	25—11,1	51—23,2	57—26,1	61—28,1

Analiza tabel wykazuje, że woda z brzeczką dała nieco wyższy % kielkujących zarodników, niż wyciąg selerowy i woda destylowana w wypadku zarodników wziętych z liści. W drugiej serii — z zarodnikami z kultur — nie ma prawie zupełnie różnic, zwłaszcza gdy porównuje się temperatury optymalne 18—20°. Po 48 godz. bowiem % wykiełkowanych zarodników wynosi dla wody z brzeczką — 96,1; dla wywaru selerowego — 96,1; dla wody destylowanej — 97,1.

Pewna różnica zaznaczyła się przy porównaniu % zarodników kielkujących pochodzących z liści i z kultur — na korzyść tych pierwszych. Różnice omawiane są jednak tak nieznaczne, że mogą leżeć jedynie w granicach przypadku.

Otrzymane wyniki odbiegają cokolwiek od danych C o c h r a n a (1932). Dane tego autora odnoszą się do kielkowania zarodników w wodzie destylowanej. Otrzymał on bowiem już po 14 godz. ok. 90% kielkujących zarodników w temp. od 12 do 25°C. Taki sam lub nieco niższy % kielkujących otrzymano w naszym doświadczeniu dopiero po 24 godz.

Przebieg infekcji

C o c h r a n (1932) badając wnikanie grzyba do tkanek rośliny stwierdził, że infekcja może nastąpić albo przez nablonek, albo przez szparki oddechowe. W naszych doświadczeniach przenikanie grzyba do wnętrza rośliny badano w następujący sposób: umieszczano liście w szalkach Petriego wysięlonych dobrze wilgotną bibułą. Na górnej i dolnej stronie liścia o nie

uszkodzonej skórcie kładziono krople sterylizowanej wody z zarodnikami pochodzącymi z miesięcznych kultur hodowanych na pożywce agarowo-brzeczkowej w temp. 20°C. Krople w wilgotnych szalkach utrzymywały się do 13 dni. Szalki przechowywano w temp. 20°C. Obserwacje rozpoczęto trzeciego dnia po inokulacji i kontynuowano je codziennie.

Sporządzano skrawki lub ściągano skórkę z liści w miejscu, gdzie leżała kropla i obserwowano pod mikroskopem. Na przekrojach poprzecznych liścia stwierdzono przenikanie strzępek przez nabłonek skórki dopiero trzeciego

Ryc. 5. Infekcja liścia przez przebicie nabłonka

a — obserwowana z góry; *b* — obserwowana w przekroju poprzecznym liścia. Pow. ok. 270×

Infection of leaf through pierced epidermis

a — top view; *b* — as seen on cross-section of leaf 270×

dnia (ryc. 5a i b). Wnikające strzępki rostkowe są krótkie, bo nie przekraczają długości $1/3$ dług. zarodnika. Po wnikięciu do liścia strzępki infekcyjne dość szybko rosną i rozgałęziają się, tak że po kilku dniach zarówno komórki jak przestrzenie międzykomórkowe są przerośnięte grzybnią. W niektórych miejscach, stosunkowo szybko rozwijająca się grzybnia tworzy początkowo luźne, później coraz bardziej zbite skupienia, z których powstają piknidia grzyba. Piknidia pojawiały się na liściach używanych do badania mechanizmu infekcji mniej więcej po 12 dniach.

Ogólnie podkreślić należy, że porażenie inokulowanego liścia odpowiada całkowicie obrazowi, jaki obserwuje się na liściu porażonym w naturze.

Oprócz bezpośredniego wnikania grzyba przez nabłonek, obserwowano również przenikanie strzępek rostkowych do otworów szparek. Grzyb nie zawsze jednak korzysta z wejścia do tkanek przez szparkę oddechową. Świadczy o tym fakt wrastania strzępki rostkowej wyrastającej z zarodnika leżącego, tuż obok szparki — do komórek przyszparkowych, a nie do otworu szparki.

Przekonano się również, że pasożyt nie wnika w większym stopniu od strony dolnej liścia, gdzie znajduje się więcej szparek. Przekroje przez liście inokulowe na górnej powierzchni i na dolnej stronie liści nie wykazały żadnych różnic ani w ilości wnikających strzępek, ani w sposobie ich przenikania. Infekcja przez *Septoria apii graveolentis* zależy od przypadkowego położenia zarodników zdolnych do zakażenia.

DOŚWIADCZENIA INFEKCYJNE

Zależność infekcji selerów przez *Septoria apii graveolentis* od wilgotności powietrza, stężenia zawiesiny zarodników użytej od inokulacji i wieku rośliny badano w szeregu doświadczeń prowadzonych w szklarni stosując sztuczne zakażenie selerów przez opryskiwanie ich zawiesiną zarodników. Wzmianek o prowadzeniu badań nad tymi zagadnieniami w literaturze nie znaleziono.

D o ś w i a d c z e n i e I. W doświadczeniu tym badano: po pierwsze — wpływ różnego czasu ekspozycji wysokiej wilgotności powietrza wynoszącej ok. 100% wilgotności względnej; po drugie — wpływ na przebieg infekcji różnych stężeń zawiesiny zarodników użytych do inokulacji, a mianowicie:

1 000 000 zarodników w 1 ml wody
500 000 zarodników w 1 ml wody
250 000 zarodników w 1 ml wody
100 000 zarodników w 1 ml wody

Rośliny opryskiwano zawiesiną zarodników konidialnych zebranych z jednomiciesięcznej kultury hodowanej na pożywce brzezkowej. Zawiesinę sporządzano w wodzie sterylizowanej. Przygotowując podane stężenia, ilość zarodników w 1 ml obliczano metodą bezpośredniego liczenia pod mikroskopem przy użyciu kalibrowanej ezy o objętości 1/1000 ml.

Zawiesiną o jednakowym stężeniu opryskano po 40 roślin, spośród których po 10 zgrupowano w kombinacjach o różnym czasie ekspozycji wysokiej wilgotności. 40 roślin kontrolnych opryskano wodą sterylizowaną. A więc w każdej kombinacji o określonym czasie ekspozycji było po 50 roślin. Liczba ta obejmowała po 10 roślin opryskanych zawiesinami o różnym stężeniu i 10 kontrolnych i mieściła się pod jedną skrzynią. Wysoką wilgotność utrzymywano nakrywając rośliny skrzyniami wyłożonymi wilgotną bibułą. Wspomniane skrzynie o wymiarach: długość 110 cm, szerokość 70 cm, wysokość 45 cm — miały oszlcone wszystkie boki.

Opryskując rośliny starano się, by cała powierzchnia została całkowicie pokryta kroplami zawiesiny. Na jedną roślinę zużyto 8 ml inokulum. Temperatura szklarni wynosiła 19°C; wilgotność powietrza w kabinie — 80% wilgotności względnej.

Do doświadczeń użyto 4-tygodniowych roślin odmiany „Jabłkowy”, przeciętnie o trzech liściach i wysokości 6—8 cm. W celu otrzymania jak najzdrowszych siewek, nasiona zaprawione roztworem sublimatu (1 : 1000) wysiano do parowanej ziemi i sterylizowanych naczyń. Po jednorazowym przepikowaniu rośliny zostały wysadzone do doniczek (o średnicy 10 cm), w których były infekowane. Pomieszczenie, w którym przeprowadzono infekcję zostało uprzednio wydezynfekowane.

TABELA 10 — TABLE 10

Wpływ różnego czasu ekspozycji wysokiej wilgotności względnej i różnych stężeń zawiesiny zarodników na przebieg infekcji

Influence of different periods of exposure time of high relative humidity and different concentrations of suspensions of spores on artificial infection

Długość czasu ekspozycji wys. wilgotn. Period of exposure time of high relative humidity in hours	Liczba dni od infekcji do pierwszych objawów choroby przy różnych stężeniach zawies. Days since infection time to the appearing of the first disease symptoms in dependence on the different concentrations of the suspensions of spores				% porażonych roślin po 22 dniach % of infected plants after 22 days			
	1000000	500 000	250 000	100 000	1000000	500 000	250 000	100 000
28 godz. — hrs.	8	8	8	9	100	100	100	90
12 godz. — hrs.	14	14	15	16	80	70	60	50
6 godz. — hrs.	16	16	16	18	60	50	40	40
Rośliny nie nakrywane Plants in the normal relative humidity	20	20	22	22	40	30	20	20

Jak widać z tabeli 10, stężenia zawiesiny zarodników we wszystkich przypadkach były dostatecznie duże, by wywołać infekcję. Stężenia w wysokości 100 000 i 250 000 w 1 ml wywołały tylko nieznaczne opóźnienie w wystąpieniu objawów. O szybkości procesu infekcji decydowała jednak przede wszystkim wysoka wilgotność powietrza potrzebna do kiełkowania zarodników. Skrócenie czasu ekspozycji wilgotności dochodzącej do 100% wilgotności względnej spowodowało pewne opóźnienie początku infekcji, a szczególnie odbiło się na % zainfekowanych roślin. Przy ekspozycji 12 godzinnej spadek % zainfekowanych był znaczny i dochodził do 50% przy niższych stężeniach.

Przy skróceniu czasu ekspozycji wysokiej wilgotności wystąpił wyraźnie wpływ wyższego stężenia zawiesiny zarodników użytej do inokulacji. Znaczniejsze opóźnienie początku infekcji i niższy % zainfekowanych roślin (poniżej 50%) zaobserwowano dla roślin trzymanyh po infekcji w powietrzu o wilgotności wynoszącej 80% wilgotności względnej.

Aby nie dopuścić do wtórnej infekcji w czasie doświadczenia, rośliny z pierwszymi objawami choroby usuwano z kabiny doświadczalnej, jak również zachowywano jak największą ostrożność przy polewaniu roślin.

Zarówno zatem % porażonych roślin, jak i szybkość wystąpienia infekcji zależą w dużej mierze od wilgotności powietrza, umożliwiającej utrzymanie się kropli wody na liściach opryskanych — w pierwszych godzinach po inokulacji. Przy krótkim czasie ekspozycji wysokiej wilgotności powietrza niższej od 100% wilgotności względnej wyraźniej wystąpił wpływ stężenia zawiesiny użytej do inokulacji. Przy najniższym stężeniu infekcja nastąpiła później i w mniejszym procencie.

Na roślinach kontrolnych objawów chorobowych nie zaobserwowano.

D o ś w i a d c z e n i e II. Celem doświadczenia było ustalenie, jaka najmniejsza ilość zarodników w zawiesinie wystarcza dla wywołania infekcji.

Przygotowanie roślin do doświadczenia, jak również obliczenie stężenia zarodników, było takie samo, jak w doświadczeniu poprzednim, z tą jednak różnicą, że rośliny wysadzono po 5 w doniczce (o średnicy 16 cm). Rośliny były jak poprzednio 4-tygodniowe. Ponieważ w doświadczeniu pierwszym użyto wysokich stężeń zawiesiny zarodników, które dały duży % roślin porażonych, dlatego w doświadczeniu tym ustalono następujące stężenia w 1 ml wody: 40 000, 20 000, 10 000, 5000, 2500, 1500, 750, 350, 150. Każdym z rozcieńczeń opryskano po 60 roślin (tab. 11). Rośliny zostały dokładnie pokryte kroplami zawiesiny. Rośliny kontrolne, w liczbie 60, opryskano wodą sterylizowaną. Do przykrycia wszystkich roślin użyto oprócz skrzyń (którymi posługiwano się w doświadczeniu poprzednim) także i kloszy. Zarówno skrzynie, jak i klosze wyścielono mokrą bibułą dla zapewnienia zakażonym roślinom wilgotności powietrza bliskiej 100% wilgotności względnej. Rośliny pod nakryciem pozostawały przez 48 godz. Temperatura szklarni wynosiła 18° C, wilgotność w kabinie 85%.

Stopień porażenia roślin był niewielki. Zaobserwowano najwyżej 3 plamy na roślinie i to tylko wśród inokulowanych zawiesiną o stężeniu 40 000 zarodników, tylko na kilku roślinach opryskanych zawiesiną zawierającą 20 000 zarodników w 1 ml — po dwie plamy, na pozostałych roślinach — po jednej plamie. Rośliny zakażone mniejszymi stężeniami zarodników nie tylko były w słabszym stopniu porażone, lecz także później zaczęły chorować. Niektóre rośliny miały porażone tylko liścienie, na liściach zaś do końca obserwacji nie pojawiły się plamy. Przy 1500 zarodników w 1 ml wody — tylko jedna roślina była porażona, a przy stężeniu 750 zarodników w 1 ml

TABELA 11 — TABLE 11

Wpływ niskich stężeń zawiesiny zarodników na infekcję

The influence of the low concentrations of the suspensions of spores on the infection

Ilość zarodników w 1 ml zawiesiny Number of spores in 1 ml of the inocula	Liczba dni, po których wystąpiły pierwsze objawy Occuring of the symptoms after days:	Liczba roślin z objawami porażenia po 21 dniach The number of the plants with the dise- ases symptoms after 21 days	% porażonych roślin po 21 dniach % of the infected plants after 21 days
40 000	9	37	61
20 000	13	13	24
10 000	15	5	8
5 000	16	3	5
2 500	19	3	5
1 500	21	1	1,6
750	Brak porażenia — No symptoms		
350	Brak porażenia — No symptoms		
150	Brak porażenia — No symptoms		

wody — porażenie nie wystąpiło. Z tego wynika, że najmniejszą ilością zarodników w 1 ml zawiesiny wystarczającą do wywołania infekcji okazało się 1500. Procent porażenia wywołany stężeniem od 1500 do 10 000 był niewielki. Na roślinach kontrolnych nie zaobserwowano objawów chorobowych. Wydaje się więc, że nagromadzenie większej ilości zarodników zdolnych do infekcji ma decydujące znaczenie dla wystąpienia choroby. W warunkach naturalnych nawet niewielka ilość roślin porażonych nie powinna być czynnikiem ograniczającym infekcję. Przypuszczenie to oparto na podstawie obliczeń L i n a (1939). Wprawdzie obliczenia te mogą być traktowane tylko jako przybliżone, gdyż odnoszą się do *Septoria apii*, lecz dane te nie powinny być niższe od przytoczonych dla *Septoria apii graveolentis*, gdyż wytwarza ona więcej piknid na plamie niż *Septoria apii*. Liczba policzonych przez L i n a zarodników w jednym piknidium wynosiła średnio 3675 zarodników. Jeżeli zaś na liście porażonej rośliny spotyka się przeciętnie 100 plam (a często więcej), a na każdej plamie średnio 30 piknid — to ilość zarodników na jednym tylko liście wyniesie ok. 11 025 000. Nic więc dziwnego, że w warunkach polowych ognisko zakażenia może stanowić tylko kilka chorych roślin.

TABELA 12 — TABLE 12

Zależność infekcji od wieku rośliny przy różnych stężeniach zawiesin zarodników użytych do inokulacji

The infection of the plants in relation to the age of the plants at the various concentration of the suspensions of spores used for inoculation

Użyte rozcieńczenia zarodników do inokulacji Used concentrations of the spores for inoculation	Liczba dni od inokulacji do wystąpienia objawów Number of days from infection until appearing of the symptoms of attacking		Liczba porażonych roślin po 14 dniach Number of plants attacked after 14 days		% porażonych roślin po 14 dniach % of plants attacked after 14 days		Liczba plam na jednym liściu Number of spots on one leaf	
	1 mies. 1 month	3 mies. 3 months	1 mies. 1 month	3 mies. 3 months	1 mies. 1 month	3 mies. 3 months	1 mies. 1 month	3 mies. 3 months
400 000	8	14	60	31	100	51	24	7
200 000	8	14	60	23	100	38	16	3
100 000	9	Brak objawów No symptoms	51	—	85	—	11	—

Doświadczenie III. Doświadczenie to przeprowadzono w celu zbadania wpływu wieku rośliny na jej podatność na porażenie przez grzyb *Septoria apii graveolentis*. Do infekcji użyto roślin jednomiesięcznych i trzymiesięcznych. Zawiesinę zarodników przygotowano w trzech rozcieńczeniach: 400 000, 200 000 i 100 000. Każdym z rozcieńczeń zakażono 30 roślin jednomiesięcznych i 30 trzymiesięcznych (tab. 12). A więc tym samym rozcieńczeniem inokulowano 60 roślin. Taką grupę roślin nakryto skrzynią wyłożoną mokrą bibułą, na 48 godzin; oddzielnie ustawiono rośliny kontrolne, które opryskano wodą sterylizowaną. Temperatura szklarni wynosiła 18°C, wilgotność powietrza w kabinie — 90% wilgotności względnej.

Wyniki doświadczenia wskazują wyraźnie, że wiek rośliny wpływa na podatność jej na porażenie. Rośliny starsze (3 mies.) uległy infekcji później, były porażone w znacznie mniejszym procencie oraz wykazywały o wiele słabszy stopień porażenia (zaledwie 3—7 plam na liściu) niż rośliny młodsze (1 mies.). Przy czym przy najniższym stężeniu zawiesiny użytej do inokulacji (100 000 w 1 ml) porażenie na roślinach starszych nie nastąpiło nawet po 5 tygodniach od momentu infekcji. Wysokie stężenia zarodników w 1 ml (400 000 i 200 000) doprowadziły do porażenia również starszych roślin. Rośliny młodsze jednak inokulowane tymi samymi stężeniami były pora-

żone silniej i objawy chorobowe na nich wystąpiły wcześniej. Nawet przy stężeniu 100 000 w 1 ml objawy chorobowe na roślinach młodszych wystąpiły już po 9 dniach, a procent porażonych roślin wynosił ok. 50. Liście najmocniej porażone wysychały, ciemniały, zwijały się — wreszcie obumierały. Rośliny kontrolne pozostały zdrowe.

Na polu obserwuje się niejednokrotnie również porażone rośliny starsze, ale zostały one zainfekowane w większości prawdopodobnie w początkach wzrostu. Źródłem infekcji w tym wypadku mogły być nie zaprawione nasiona, od których zarażają się siewki. Porażenie nowo rozwijających się liści jest wynikiem infekcji wtórnych na skutek nieusuwania chorych liści i roślin. Możliwe, że w warunkach polowych chore liście nie obumierają i nie ulegają rozkładowi tak szybko, jak w szklarni, dłużej więc niż w szklarni służą jako źródło infekcji.

Przeprowadzone doświadczenia potwierdziły zależność szybkości infekcji i stopnia porażenia roślin od wilgotności powietrza, wieku rośliny i stężenia inokulum.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

1. W Polsce w podwarszawskich okolicach uprawy selerów stwierdzono występowanie *Septoria apii graveolentis* D o r o g i n.

2. Najlepszymi pożywkami dla rozwoju grzyba okazały się: agar z brzeczką, agar z wyciągiem selerów i agar ziemniaczano-glukozowy.

3. Najlepszymi temperaturami dla rozwoju *Septoria apii graveolentis* są temperatury zawarte w granicach 18—20°C.

4. Nie zaznaczyła się istotna różnica we wzroście grzyba przy zastosowaniu w pożywkach jako źródeł cukru: sacharozy, maltozy i skrobi. Bardzo słabo rozwijał się grzyb na pożywce z laktozą, a jeszcze gorzej na błonniku. Wyraźnie hamująco działa na wzrost pożywka pozbawiona cukru.

5. Kielkowanie zarodników zaczyna się po 12 godz. Optimum kiełkowania występuje w temp. 18—20°C.

6. Przenikanie strzępek rostkowych grzyba do rośliny żywicielskiej odbywa się przez przebicie nablönka oraz przez szparki oddechowe. W warunkach sztucznej infekcji stwierdzono, że przenikanie strzępek przez nablönkę odbywa się dopiero po trzech dniach. Na liściach, używanych do badań mechanizmu infekcji, piknidia tworzą się po 12 dniach.

7. W warunkach sztucznej infekcji najwcześniej, tj. po 8 dniach, wystąpiły objawy chorobowe, gdy po inokulacji zapewniono na 28 godz. 100% wilgotności powietrza.

8. Przy badaniu progu infekcji znaleziono, że najmniejszą ilością wystarczającą do wywołania infekcji jest 1500 zarodników w 1 ml zawiesiny.

9. Doświadczalnie stwierdzono, że rośliny młodsze zarażają się daleko łatwiej niż starsze.

10. Stwierdzono więc zależność szybkości infekcji i stopnia porażenia roślin od wilgotności powietrza, wieku rośliny i stężenia inokulum.

*Pracownia Fitopatologiczna
Zakładu Ekologii PAN*

(Wpłynęło: 27.2.1960 r.)

SUMMARY

1. The occurrence of *Septoria apii graveolentis* Dorogin in celery cultures was observed in the neighbourhood of Warsaw, Poland.

2. It was found that the best substrats for the development of this fungus were: agar with malt extract, agar with celery extract, and potato-glucose agar.

3. The optimum temperature range for the development of *Septoria apii graveolentis* was 18—20°C.

4. No significant differences in the growth of the fungus were observed when either saccharose, maltose, or starch were used as the source of sugar in the substratum. The growth of the fungus on a substratum with lactose was very slow and even slower on a substratum with cellulose. Substrats without sugar inhibited growth markedly.

5. The germination of spores started after 12 hours. The optimum temperature range for spore germination was 18—20°C.

6. The germinal hyphae of the fungus penetrated the host plants by piercing the epidermis or through the stomata. In experimental infections the penetration of the hyphae through the epidermis did not take place till after three days. On leaves used for observations on the mechanism of infection pycnidia were formed after 12 days.

7. After experimental infections the symptoms of the disease appeared earliest — i.e. after 8 days — when air humidity was maintained at 100 per cent during 28 hours after inoculation.

8. In experiments on the threshold of infection it was found that the smallest amount of spores necessary to cause infection was 1500 in 1 c.c. of the suspension.

9. Experiments have shown that young plants are more easily infected than older ones.

10. The dependence of the rapidity of infection and of the number of infected plants on air humidity, the age of plants, and the concentration of the inoculum was demonstrated.

LITERATURA

1. Butler E. J. and Jones S. G. 1955, Plant Pathology, p. 630, London (second edition)
2. Cochran L. C., 1932, A study of two *Septoria* leaf spots of celery, *Phytopathology* 22: 791—812.
3. Cochran L. C., 1934, The host specificity of *Septoria petroselini* and *Septoria apii graveolentis*. *Phytopathology* 24: 309—310.
4. Gram and Weber A., 1953, Plant Diseases, New York. p. 266,
5. Laibach F., 1921, Untersuchungen über einige *Septoria* — Arten und ihre Fähigkeit zur Bildung höherer Fruchtformen. III und IV, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* 31: 161—194.
6. Lin K. H., 1939, The number of spores in a pycnidium of *Septoria apii*, *Phytopathology* 29: 646.
7. Newhall A. G., 1926, The importance of controlling celery blight in the seedbed, *Phytopathology*, 16: 467.
8. Walker J. Ch., 1957, Plant Pathology, p. 299.
9. Viennot-Bourgin E., 1949, Les champignons parasites des plantes cultivées, Masson Cie, Paris, p. 1308.