Badania czernienia łodyg koniczyny czerwonej na terenie województwa olsztyńskiego

Study of the black stem disease of red clover in the Olsztyn district

HELENA WOJCIECHOWSKA

W województwie olsztyńskim koniczyna czerwona (*Trifolium pratense* L. var. *sativum* Schreb.) jest podstawową rośliną pastewną. Areal upraw tej rośliny zajmuje znaczne obszary i stale jest zwiększany ze względu na potrzeby hodowlane regionu olsztyńskiego. Czynniki glebowo-klimatyczne ziem północno-wschodnich sprzyjają uprawie koniczyny czerwonej na masę zieloną, jak też dla uzyskania materiału siewnego z miejscowych ekotypów.

Z wydajnością plonów ściśle wiąże się zdrowotność upraw koniczyny. Na plantacjach koniczyny czerwonej, badanych przez autorkę w latach 1965—67 w województwie olsztyńskim, zwrócono uwagę na częste występowanie objawów chorobowych, których najbardziej charakterystyczną cechą było silne czernienie łodyg w okresie pełnej wegetacji oraz wytwarzanie piknidiów grzyba z rodzaju *Phoma*, na marmym materiale roślinnym w okresie przedwiosennym.

W literaturze fitopatologicznej autorzy amerykańscy opisali czernienie łodyg koniczyny czerwonej, a także niektórych innych roślin motylkowych, jako chorobę „black stem” lub „spring black stem”. Choroba ta w Stanach Zjednoczonych może powodować poważne straty ekonomiczne. Johnson i Valleau (1933) opisali epidemiczne porażenie koniczyny czerwonej tą chorobą w stanie Kentucky w USA. Wymienieni autorzy podali bliższy opis choroby i stwierdzili, że sprawcą jest grzyb *Phoma trifolii* E. M. Johnson i Valleau. Nazwa była zaakceptowana przez kilku autorów i znalazła się w powszechnym użyciu.

Jednak w nowszych opracowaniach różni autorzy zaproponowali kilka innych nazw dla tego grzyba. W Stanach Zjednoczonych rozpatrywano zagadnienie podobieństwa grzybów wywołujących czernienie łodyg koniczyny i lucerny. Poglądy różnych autorów nie były zgodne. Johnson i Valleau (1933), a następnie Schenck i Gerdemann (1956) uznali je za odrębne gatunki. Ellingboe (1959a, 1959b) po przeprowadzeniu bliższych badań porównawczych uznał, że na koniczy-

nie i lucernie występuje ten sam gatunek grzyba, który oznaczył jako *Phoma herbarum* West. var. *medicaginis* Fckl. Edmunds i Hanson (1960) również wyrażali pogląd, że przyczyną objawów czernienia łądyg koniczyny i lucerny jest ten sam gatunek grzyba i oznaczyli go jako *Ascochyta imperfecta* Peck. Autorzy Boerema, Dorenbosch i Lefferin (1965) przeprowadzili studia porównawcze nad patogenami czernienia łądyg koniczyny, lucerny oraz askochytozy grochu (*Ascochyta pinodella* C. K. Jones) na podstawie materiałów z Ameryki i Europy. Autorzy ci wypowiedzieli się za tym, że patogeny lucerny i koniczyny są różnymi gatunkami, natomiast na grochu i koniczynie występuje identyczny gatunek, który nazwali *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (L. K. Jones) Boerema.

W Europie podaje się występowanie grzybów: na lucernie *Ascochyta imperfecta* Peck. (Czaplińska 1963), na koniczynie *Phoma trifolii* E. M. John. i Valteau. W literaturze europejskiej grzyby te są podawane jako słabe pasożyty atakujące żywiciela znajdującego się w niekorzystnych warunkach życiowych. W przeciwieństwie do sytuacji w Stanach Zjednoczonych choroba czernienia łądyg w Europie nie była uważana za ważną ekonomicznie. W Polsce nie prowadzono badań nad *Phoma trifolii* E. M. John., Valteau na koniczynie.

W pracy niniejszej autorka badała rozpowszechnienie i stopień porażenia koniczyny czerwonej chorobą czernienia łądyg, izolowała patogena powodującego chorobę i sprawdzała jego patogeniczność w stosunku do koniczyny.

BADANIA TERENOWE

Badaniami objęto rośliny wykazujące czernienie łądyg, szyjki korzeniowej i górnych partii korzenia oraz czarną plamistość ogonków i blaszek liściowych. Na porażonych roślinach występowało ponadto stopniowe wędnięcie i opadanie liści.

Chorobę koniczyny czerwonej, która jest przedmiotem niniejszych badań, autorka określiła nazwą czernienia łądyg, gdyż były to symptomy najbardziej typowe i zwracające uwagę.

Stopień porażenia upraw koniczyny daną chorobą określano procentowo. W kilku wytyczonych punktach obserwacyjnych poszczególnej plantacji (od 3 do 5) poddawano bliższemu przeglądowi 100 roślin, obliczając liczbę roślin z objawami czernienia łądyg.

Badania przeprowadzono na jedenastu plantacjach koniczyny czerwonej zlokalizowanych w pięciu powiatach województwa olsztyńskiego. W tabeli 2 przedstawiono spis poszczególnych miejscowości z uwzględnieniem takich danych o plantacji jak wiek koniczyny, terminy obserwacji i zbioru materiału oraz stopień porażenia roślin. W tabeli 3 za-

Table 1 — Table 1

Warunki meteorologiczne w okresie badań
(wg danych Katedry Meteorologii WSR w Olsztynie)

Meteorological conditions during the study

Data of Department of Meteorology, Agricultural University, Olsztyn

Miesiące Months	Średnia temperatura powietrza w °C Mean air temperature			Za 49 lat For 49 years	Suma opadów w mm Total precipitation, mm			Liczba dni z opa- dami No. of days with precipitation	Za 10 lat For 10 years	Średnia wilgotność wzglę- dna powietrza w % Mean relative air humidity in %				
	Rok — Year				Rok — Year					Rok — Year				
	1965	1966	1967		1965	1966	1967			1965	1966	1967		
I	-3,0	-2,3	-5,6	-5,8	41	23,8	24,3	19,1	11	16	12	91	94	94
II	-2,3	-3,7	-2,9	0,1	32	14,0	8,9	18,1	12	7	6	90	90	95
III	0,9	1,3	1,7	3,1	34	16,5	29,1	35,6	7	10	16	86	87	90
IV	6,3	5,0	6,0	6,2	40	33,4	59,3	29,0	8	8	15	70	79	86
V	12,3	8,6	11,6	13,8	53	43,6	71,7	133,5	11	12	11	73	76	80
VI	15,5	15,7	16,7	15,4	65	51,8	87,7	112,9	11	10	15	71	78	79
VII	17,6	15,3	17,4	18,2	78	55,4	122,6	77,5	13	18	11	69	81	84
VIII	16,2	14,5	15,8	16,5	73	138,1	75,4	48,1	10	9	14	79	84	81
IX	12,5	13,9	10,9	15,1	53	69,5	41,5	48,8	11	11	14	82	81	84
X	7,4	8,0	9,6	10,6	40	19,4	40,3	43,8	10	8	8	86	87	89
XI	2,2	-1,1	2,3	3,6	44	41,3	44,0	41,4	4	7	12	90	90	92
XII	-1,4	0,0	-0,6	-2,0	45	22,2	57,3	66,7	12	21	16	99	90	94

mieszczono charakterystykę warunków uprawowych i glebowych dla czterech najbardziej szczegółowo badanych plantacji.

Warunki ekologiczne woj. olsztyńskiego wpływają w zdecydowany sposób na rozwój patogenów grzybowych. Większość plantacji koniczyny czerwonej zlokalizowana była na glebach gliniastych, lekkich i średnich a także brunatnych, przeważnie kwaśnych. Uprawy te położone były na terenach odmiennych morfologicznie o znacznej różnicy wzniesień często w sąsiedztwie dużych zbiorników wodnych, bagnisk lub rozległych łąk i lasów.

Klimat olsztyński (tab. 1) w stosunku do innych dzielnic kraju odznacza się dużą zmiennością, najniższym nasłonecznieniem i wysokim stopniem zachmurzenia. Jedną z jego głównych cech jest znaczna wilgotność, o czym świadczą wartości sum miesięcznych opadów, a także duża ilość dni z opadami. Jest to jeden z najzimniejszych obszarów nizinnych Polski, o najkrótszym okresie wegetacji, gdyż przymrozki wiosenne mogą występować do 15 czerwca, a wczesne przymrozki jesienne już w pierwszej dekadzie października. Jednocześnie klimat opisywanych rejonów charakteryzuje się przedłużającą się wiosną i jesienią trwającą nieraz do połowy grudnia. Znane są też dłuższe okresy ociepleń w środku zimy, jak w roku 1966, a następnie nawrót mrozów i opadów śniegu. W okresie wiosennym i jesiennym występują silne wiatry.

Jak wynika z tabeli 2 czernienie łądog w woj. olsztyńskim jest chorobą występującą powszechnie na plantacjach koniczyny. Stopień porażenia koniczyny zawierał się w granicach 9—55% i był uzależniony od wieku plantacji, jej lokalizacji i warunków glebowo klimatycznych. Na plantacjach trzyletnich porażenie koniczyny wynosiło 30—42%, na dwuletnich 12—27%. Na koniczynie jednorocznej w Pozortach w okresie jesiennym 1967 stwierdzono 9% roślin z objawami czernienia łądog, natomiast na nasiennej plantacji koniczyny pierwszorocznej badanej w roku 1966 w Bartążku wystąpiło aż 55% roślin porażonych. Plantacja koniczyny w Bartążku zlokalizowana była bezpośrednio przy wieloletniej plantacji nasiennej lucerny porażonej czernieniem łądog. W tych warunkach porażona lucerna stała się źródłem infekcji dla młodej plantacji koniczyny.

Rozwój choroby czernienia łądog przedstawiał się następująco: w rozetkach koniczyny (1, 2 i 3-letniej), rozwijających się po zejściu śniegu, w okresie przedwiosennym, zamierała znaczna ilość liśków (od 10 do 50%), a także niektóre młode pędy. Na blaszkach liściowych zjawiały się liczne, bardzo drobne (0,5—2 mm) brunatnoczarne plamki, które często (ryc. 1a) zlewały się tworząc większe szerniałe powierzchnie wskutek czego liście więdły i obumierały. Na ogonkach liściowych powstawały brunatnoczarne smugi różnej wielkości, część ogonka bez-

Tabela 2 — Table 2

Zestawienie plantacji koniczyny czerwonej objętych badaniami nad występowaniem objawów czernienia łodyg

List of red clover plantations investigated for the symptoms of black stem disease

Powiat District	Miejscowość Locality	Uprawa Crop	Wiek plantacji Age of plan- tation	Data zbioru roślin Date of plant collection	Stopień pora- żenia Degree of infection %	Liczba roślin pobranych do badań No. of plants takes for study
Olsztyn	Bartązek	Koniczyna czerwona + trawy Red clover + grasses	3	14.5, 29.5, 18.6, 7.7.1965	35	28
	Bartązek	Koniczyna czerwona w czystym siewie, nasienna Red clover alone for seed	1	28.6, 20.7, 17.10.1966	55	10
	Dywity	Koniczyna czerwona + tymotka Red clover + timothy	2	21.3, 10.4, 11.6, 13.7.1965	25	30
		Koniczyna czerwona w czystym siewie Red clover alone	2	15.2, 17.3, 8.5, 14.10.1965	27	25
	Nowy Dwór	Koniczyna czerwona w czystym siewie Red clover alone	3	25.2, 10.3, 10.4, 5.6, 20.10.1966	42	18
Ostróda	Balcyny	Koniczyna czerwona + trawy Red clover + grasses	3	12.6, 26.7, 5.10.1965,	30	27
	Turznica		2	24.7.1966	12	4
Bartoszyce	Bukowiec	Koniczyna czerwona + trawy Red clover + grasses	2	24.7.1966	19	5
Braniewo	Gronowo	Koniczyna czerwona + trawy Red clover + grasses	2	17.7.1966	20	5
Lidzbark Warm.	Kraszewo	Koniczyna czerwona + trawy Red clover + grasses	2	17.7.1966	17	9
miasto town Olsztyn	Kortowo	Koniczyna czerwona w czystym siewie Red clover alone	3	15.5, 20.7, 8.10.1967	38	12
	Pozorty		1	20.5, 25.7, 20.11.1967	9	32

Tabela 3 — Table 3

Warunki uprawy i nawożenia koniczyny czerwonej na kilku wybranych plantacjach
Cultivation and fertilization conditions on several selected red clover plantations

Miejscowość Locality	Wiek plantacji Age of plantation	Rok obser- wacji Year	Obszar w ha Area ha	Przedplon Forecrop fallow	Gleba Soil		Nawożenie Fertilization	Uprawa crop cultivation
					opis kind	pH		
Nowy Dwór	2-letnia 2-year 3-letnia 3-year	1965 1966	0,1	ugór fallow	gliniasta lekka light clayey	5,3	obornik i pogłównie nawożenie farm manure and top dressing P — 20 kg, K — 30 kg/ha	koniczyna czerwona w czystym siewie red clover alone
Bartązek	3-letnia 3-year	1965	24,0	buraki jęczmień jary beet spring barley	gliniasta lekka średnia ciężka light clayey medium heavy	6—7	okopowe na oborniku 350 q/ha wapnowanie 15 q/ha pod jęczmień jary root crops on farm manure liming under spring barley N — 30 kg, P — 35 kg, K — 50 kg/ha	koniczyna czerwona + trawy red clover + grasses
Dywity	2-letnia 2-year	1965	0,9	ziemniaki owies potatoes	gliniasta ciężka heavy clayey	5,5 — — 6,5	okopowe na oborniku 350 q/ha wapnowanie 12 q/ha root crops on farm manure liming	koniczyna czerwona + tymotka red clover + timothy
Bałcyny	3-letnia 3-year	1965	12,3	buraki jęczmień jary beet spring barley	gliniasta średnia i ciężka medium clayey and heavy	5,5 — — 7,5	okopowe na oborniku 350 q/ha wapnowanie 15 q/ha pod jęczmień jary root crops on farm manure liming under spring barley N — 30 kg, P — 35 kg, K — 50 kg/ha	koniczyna czerwona + trawy red clover + grasses

pośrednio pod blaszką liściową czerniała i przewężała się, a liść zamierał (ryc. 1b). Na wiosnę i w lecie w miarę wzrostu roślin pojawiały się na łodygach liczne ciemnobrunatne lub czarne, gładkie, nie wgłębione plamy zlewające się stopniowo w zwartą, błyszczącą powierzchnię. W zależności od stopnia porażenia czerniały albo tylko dolne partie łodyg, albo również środkowe, a nawet górne.

Przy wykopywaniu takich roślin, szczególnie w trzecim roku ich życia, obserwowano czernienie i suchą zgniliznę korowej części górnych partii korzenia.

W końcu zimy i bardzo wczesną wiosną na obumarłych czerniałych łodygach rozwijały się początkowo pod epidermą liczne, drobne piknidia, przedostające się następnie na zewnątrz. Z dojrzałych piknidiów przez

Ryc. 1. Patogeniczne działanie *Phoma trifolii* E. M. John., Valleeau na liście koniczyny

a — plamki na blaszkach liściowych; *b* — przewężenia i smugi na ogonkach liściowych
 Pathogenic action of *Phoma trifolii* E. M. John., Valleeau on red clover leaves
a — lesions on leaf blades; *b* — narrow streaks and smudges on petioles

otworek na szczycie wypływały liczne, drobne zarodniki sklejone śluzowatą substancją. Piknidia posiadały wymiary 90—110 μ . Zarodniki bezbarwne, jednokomórkowe, owalne, cylindryczne lub fasolkowato zgięte, różnej wielkości: 1,7—3,7 $\times$ 4,5—7,8 μ .

BADANIA LABORATORYJNE

Badania laboratoryjne przeprowadzono na materiale roślinnym zbieranym na wszystkich plantacjach w różnych terminach (tab. 2). Do izolacji grzybów patogenicznych używano zdezynfekowanych inokulów z korzeni, szyjki korzeniowej, łodyg, ogonków i blaszek liściowych. Do dezynfekcji materiału izolacyjnego stosowano 50% alkohol etylowy i 0,1% wodny roztwór sublimatu przy zróżnicowanym czasie działania tych odczynników na poszczególne organy rośliny:

Czas (w sek.) zanurzania, w alkoholu, w sublimacie		
Szyjki korzeniowe	20	5
Korzenie	20	10
Łodygi	20	4
Ogonki liściowe	10	3
Błaszki liściowe	5	2

Po dezynfekcji inokula opłukiwano trzykrotnie w destylowanej, sterylnej wodzie, obcinano ich końce zachowując aseptykę i układano po 6 na zestaloną pożywkę ziemniaczano-glukozową uprzednio zakwaszoną i rozlaną do płytek. Płytki z inokulami trzymano w termostacie w temperaturze 18–20°C, a w miarę wyrastania grzybów przenoszono je przez odszczepianie na skosy agarowe tej samej pożywki. Z kolei sporządzano kultury jednozarodnikowe grzybów metodą wielokrotnych rozcieńczeń wodnych. Grzyby z rodzaju *Fusarium* określano stosując

Tabela 4 — Table 4

Zestawienie gatunków grzybów wyizolowanych z koniczyny czerwonej z objawami czernienia łodyg, ze wszystkich plantacji badanych w woj. olsztyńskim w latach 1965–1967

List of species of fungi isolated from red clover with symptoms of black stem disease from all the plantations investigated in the Olsztyn District in the years 1965–1967

Lp. No.	Gatunek grzyba Fungal species	Miejsce pobrania i liczba wyłoż. inokulów Site of collection and No. of inocula made					Ra- zem liczba izola- tów Total No. of isola- tes 356
		korze- nie roots 68	szyjki ko- rzen. root necks 96	łodygi stems 138	ogon- ki liścio- we petio- les 22	liście leaves 32	
1	<i>Phoma trifolii</i>	4*	18	34	13	17	86
2	<i>Ascochyta trifolii</i>	3	—	6	—	2	11
3	<i>Kabatiella caulivora</i>	—	—	3	—	—	3
4	<i>Fusarium avenaceum</i>	1	15	5	—	—	21
5	<i>Fusarium avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	2	7	3	—	—	12
6	<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>trifolii</i>	—	2	1	—	—	3
7	<i>Fusarium anguiodes</i>	—	3	3	—	—	6
8	<i>Alternaria tenuis</i>	2	6	6	—	—	14
9	<i>Hormodendron olivaceum</i>	2	—	—	—	—	2
10	<i>Botrytis cinerea</i>	—	1	4	—	1	6
11	<i>Trichoderma lignorum</i>	—	3	—	—	—	3
12	<i>Trichoderma koningi</i>	—	2	—	—	—	2

* Liczba wyizolowanych kultur grzyba
No. of fungus culture isolated

metody zalecane przez Raillo (1950). Inne grzyby określano przy pomocy kluczy i opracowań monograficznych (Gilman 1957; Grove 1953; Johnson i Valteau 1933; Kuprewicz 1954; Kursanow i inni 1954; Miniajewa 1952; Neergard 1945; Rabenhorst 1901; Biłaj 1955; Wollenweber i Reinking 1935).

Do hodowli grzybów używano następujących pożywek:

- 1) pożywka Czapek-Doxa,
- 2) pożywka glukozowo-ziemniaczana: wywar z 200 g ziemniaków, 16 g glukozy, 20 g agaru, uzupełnienie do 1000 ml wodą destylowaną,
- 3) ziemniaczana (wg Raillo),
- 4) ziemniaczana zakwaszona (wg Raillo),
- 5) sterylizowana kostka ziemniaczana (wg Raillo).

W warunkach laboratoryjnych, przy pomocy lupy i mikroskopu, badano łądygi koniczyny z wytworzonymi piknidiami grzyba na materiale zbieranym z upraw z końcem zimy lub bardzo wczesną wiosną.

Syntezę badań nad izolacją grzybów przedstawia tabela 4. Wśród grzybów wyizolowanych z koniczyny porażonej czernieniem łądyg dominował gatunek *Phoma trifolii* Johnson i Valteau (1933). Grzybnia patogena znajdowała się pod epidermą, głównie w miękiszu korowym. W korzeniach uszkodzonych mechanicznie grzybnia wnikała głębiej i spotykano ją w rdzeniu, a czasem w wiązkach przewodzących.

Wszystkie inne wyizolowane gatunki grzybów występowały w znacznie mniejszej ilości. Spośród gatunków rodzaju *Fusarium* najobficiej reprezentowany był gatunek *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. i *Fusarium avenaceum* var. *herbarum* (Cdaw.) Sacc. Stosunkowo liczniejszy był udział gatunku *Alternaria tenuis* Nees ex Wallr.

Wyizolowane gatunki grzybów przedstawiono w porządku systematycznym. Podano bliższy opis dla najczęściej izolowanego gatunku *Phoma trifolii*, najbliższego systematycznie gatunku *Ascochyta trifolii*, sprawcy antraknozy koniczyny *Kabatella caulivora* (Kirchn.) Karak oraz dla wszystkich gatunków z rodzaju *Fusarium* ze względu na ich zmienność.

FUNGI IMPERFECTI

SPHAEROPSIDALES

Phoma trifolii E. M. Johnson, Valteau (1933)

syn: *Phoma herbarum* West. var. *medicaginis* Fekl (1869), *Ascochyta imperfecta* Peck. (1912), *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (Jones) Boerema (1965).

Młoda grzybnia na agarze ziemniaczano-glukozowym była dobrze lub słabo rosnąca, białoróżowa, niska, rozwijająca się koncentrycznie. Po upływie 5–7 dni kolonia ciemniała poczynając od części centralnej, tworząc promieniście rozchodzące się smugi brunatnoczarne. W starszych kulturach grzybnia powietrzna szara, nieregularnie rozmieszczona, podzielona, o grubości strzępek 2,5–4,0 μ . Grzybnia substratowa ciem-

nobrunatna, podzielona, o grubości strzępek 3,2—5,3 μ . Chlamydospory pojedyncze lub w krótkich łańcuskach, okrągławe lub nieco wydłużone z ziarnistą zawartością, grubościene o wymiarach 7,5—18,0 μ . W agarze ziemniaczano-glukozowym po 5—8 dniach wytwarzają się liczne, drobne, okrągławe piknidia pogrążone nieco w substracie. Piknidia są początkowo jasne, następnie brunatniejące, osiągają wymiary 60—135 μ .

Ryc. 2

Ryc. 2. Zarodniki konidialne *Phoma trifolii* E. M. John., Valleau
Conidial spores of *Phoma trifolii* E. M. John., Valleau

Ryc. 3

Ryc. 3. Powstawanie kryształów soli mineralnych w kulturze *Phoma trifolii*
E. M. John., Valleau na pożywce ziemniaczano-glukozowej
Formation of mineral cristal in the culture of *Phoma trifolii* E. M. John., Valleau
on potato-glucose medium

Na szczycie dojrzałych piknidiów tworzy się okrągłe ujście, przez które wydobywają się w formie wstęgi liczne bezbarwne konidia pogrążone w śluzowatej substancji. Konidia są jednokomórkowe z 1 lub 2 kropelkami tłuszczu, owalne, cylindryczne, elipsoidalne, różnej wielkości 1,5—3,5 $\times$ 4,5—8,4 μ (ryc. 2). Zaledwie w kilku przypadkach stwierdzono obecność konidiów dwukomórkowych.

W starszych kulturach agarowych tworzyły się charakterystyczne drzewiaste wykwity z kryształów soli mineralnych (ryc. 3).

Na pożywce Czapek-Doxa grzyb rozwijał się wolniej.
Ascochyta trifolii Bond., Trus.

Grzybnia powietrzna na agarze ziemniaczano-glukozowym ciemnoszara do czarnej, dobrze rosnąca, puszysta, od 3 do 5 mm wysoka. Spód kolonii czarny. Piknidia kuliste, brunatnoczarne, zagłębione w substracie z otworkiem na szczycie o wymiarach średnicy od 120 do 150 μ . Konidia bezbarwne z 1 przegrodą, cylindryczną, zaokrąglone na końcach o wymiarach 12,9—21,8 $\times$ 3,6—5,7 μ .

MELANCONIALES

Kabatiella caulivora (Kirchn.) Karak.

Ko'lonia na agarze ziemniaczano-glukozowym niska, śluzowata o bladoróżowym zabarwieniu. Masowo powstające zarodniki tworzą się na powierzchni pożywki jako matowe, bakterio-podobne naloty. Konidia zebrane są w rozetkach lub tworzą się pojedynczo na końcach mniej lub więcej rozszerzonych, krótkich trzonkach konidialnych. Zarodniki są bezbarwne, jednokomórkowe, sierpowate lub proste z zaokrąglonymi końcami o wymiarach $3,3\text{--}6,2 \times 8,5\text{--}22,5\ \mu$. W starszych 30—40-dniowych kulturach występują czarne piknidio-podobne ciała owocowe o wymiarach $115\text{--}135 \times 130\text{--}180\ \mu$. Zarodniki powstające w tych owocnikach są bezbarwne, jednokomórkowe, elipsoidalnie zgięte o wymiarach $1,4\text{--}5,6 \times 6,2\text{--}20,0\ \mu$.

HYPHOMYCETES

Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc.

(Sekcja: *Roseum*)

Grzybnia na agarze ziemniaczano-glukozowym słabo lub dobrze rosnąca, biała przechodząca w odcień purpurowy. Spód kolonii ciemno-karminowy. Na powierzchni pożywki liczne sporodochia barwy żółto-pomarańczowej. Na agarze ziemniaczanym zwykłym i kwaśnym grzybnia powietrzna biała, nikła, pajęczynowata. Zabarwienie ryżu żółte i ochrowożółte. Skleroty barwy karminowej. Makrokonidia w sporodochiach i grzybni powietrznej eliptycznie wydłużone, równowąskie na znacznej długości z nitkowato wydłużonymi komórkami końcowymi z wyraźnymi nóżkami u podstawy. Przeważają zarodniki z pięciu przegrodami o wymiarach $3,5\text{--}4,5 \times 50\text{--}65\ \mu$, a ich komórki wierzchołkowe mają długość $13\text{--}18\ \mu$. Mikrokonidiów i chlamydospor brak.

Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc. var. *herbarum* (Cda.) Sacc.

(Sekcja: *Roseum*)

Cechy morfologiczne kolonii zbliżone do *Fusarium avenaceum*. Odmiana ta wyróżnia się makrokonidiami, gdyż komórka wierzchołkowa jest znacznie krótsza niż u wyżej wymienionego gatunku i nie przekracza 1,5—2 razy długości komórek środkowych, a mianowicie wynosi $9,2\text{--}13\ \mu$. Makrokonidia z 5 przegrodami mają wymiary $3,3\text{--}4,2 \times 40\text{--}69\ \mu$. Mikrokonidia i chlamydospery nie występują.

Fusarium oxysporum Schl. var. *trifolii* (Jacz.) Raillo

(Sekcja: *Elegans*)

Grzybnia powietrzna na agarze ziemniaczano-glukozowym nikła, biała. Spód kolonii fioletowy. Pionnoty słomkowo brudne. Zabarwienie ryżu różowopurpurowe, miejscami przechodzące w odcień liliowy. Makrokonidia eliptycznie zgięte lub prawie proste ze stopniowo zwężającą

się komórką górną, u podstawy z nóżką lub bez. Przeważały konidia z 3 przegrodami: $3-4,4 \times 22-38 \mu$ poza tym występowały z 4 przegrodami: $4-4,5 \times 35-50 \mu$, z 5 przegrodami: $4-5 \times 45-50 \mu$. Mikrokonidia zebrane w główki, bardzo liczne z 0—2 przegrodami, owalne i sierpowato zgięte. Chlamydospory obficie występujące: końcowe, śródstrzępkowe lub śródzarodnikowe, pojedyncze lub w łańcuskach.

Fusarium anguioides Sherb.

(Sekcja: *Arthrosporiella*)

Grzybnia powietrzna na pożywce ziemniaczano-glukozowej białawo-różowa, przechodząca w odcień pomarańczowy. Spód kolonii pomarańczowy z purpurowymi plamami. Zabarwienie ryżu żółte z rdzawobrunatnymi piętnami. Sporodochia pomarańczowe. Makrokonidia wydłużone, równowąskie, elipsoidalnie zgięte, silnie zwężone na obu końcach z bardzo wydłużoną komórką górną i z nóżką u podstawy. Przeważają makrokonidia z 5 przegrodami: $3,3-4,5 \times 38-47 \mu$, poza tym występują 4-przegrodowe: $3-4,5 \times 35-40 \mu$, z 6 i 7 przegrodami: $3,3-5 \times 44-70 \mu$. Mikrokonidia nieliczne z 1—3 przegrodami. Chlamydospory tworzą się sporadycznie w makrokonidiach.

Alternaria tenuis Nees. ex. Wallr.

Hormodendron olivaceum (Corda) Bonorden

Botrytis cinerea Pers. ex Fr.

Trichoderma lignorum (Tode) Harz.

Trichoderma koningi Oud.

BADANIA PATOGENICZNOŚCI *PHOMA TRIFOLII*

Patogeniczne działanie *Phoma trifolii* na koniczynę czerwoną badano w ciągu dwu lat (1966—1967) stosując serię doświadczeń wazonowych w hali wegetacyjnej (tab. 5). Do wysiewania w wazonach stosowano nasiona koniczyny czerwonej, pochodzące z poprzedniego sezonu wegetacyjnego. Nasiona odkażano zanurzając do 50% alkoholu na 2 min., do 0,1% wodnego roztworu sublimatu na 3 min., następnie płukano je w jałowej wodzie destylowanej w 3 naczyniach, pozostawiając w ostatnim na przeciąg godziny. Do infekowania koniczyny użyto 6 różnych szczepów *Phoma trifolii* wyizolowanych w roku poprzedzającym dane doświadczenie. Przy planowaniu doświadczenia korzystano z literatury (Rawlins 1933; Johnson i Valleau 1933; Schenck i Gerdemann 1956; Edmunds i Hanson 1960), wprowadzając własne uzupełnienia.

Kultury grzybów hodowano na agarze ziemniaczano-glukozowym, na ryżu (wg Raiłło 1950), na mieszaninie ziemno-kukurydzianej: 2 objętości ziemi, 1 objętość grubo mielonej kukurydzy i 1,5 objętości wody. Do doświadczeń użyto wazonów o średnicy 30 cm (w r. 1966)

Tabela 5 — Table 5

Wyniki doświadczeń nad infekowaniem koniczyzny czerwonej grzybem *Phoma trifolii* John. i Valleau
 Results of experiment on infection of red clover with the fungus *Phoma trifolii* John. and Valleau

Lp. doświad- czenia No. of expt.	Sposób infekcji Way of infection	Liczba roślin użytych w doś- wiadczeniu No. of plants used in expt.	Porażone rośliny Infected plants		Porażone rośliny Infected plants %
			liczba No.	stopień degree	
1	Zakażenie patogenem przez zranioną szyjkę korze- niową: Infection with pathogen through wounded root neck: a) rośliny hodowane na sterylizowanej glebie plants grown on sterile soil	45	30	+++	100
			10	++	
			5	+	
2	b) rośliny hodowane na niesterylizowanej glebie plants grown on unsterilized soil Zakażenie patogenem przez nie uszkodzoną szyjkę korzeniową: Infection with pathogen through intact root neck: a) rośliny hodowane na sterylizowanej glebie plants grown on sterile soil	44	25	+++	100
			17	++	
			2	+	
3	b) rośliny hodowane na niesterylizowanej glebie plants grown on unsterilized soil Zakażenie podłoża Infection of substrate Opryskiwanie roślin zarodnikami patogena Plants sprayed with pathogen spores	32	12	++	80
			18	+	
			6	—	
4	b) rośliny hodowane na niesterylizowanej glebie plants grown on unsterilized soil Zakażenie podłoża Infection of substrate Opryskiwanie roślin zarodnikami patogena Plants sprayed with pathogen spores	90	8	++	31,2
			2	+	
			22	—	
		78	78	+++	86,6
			12	++	
			20	+	
			6	+	30

Oznaczenie stopnia porażenia: + słabo, ++ silnie, +++ b. silnie Scale of infection: + weak, ++ strong, +++ very strong

i o średnicy 18 cm (w r. 1967). Ziemię umieszczano w wazonach i sterylizowano w autoklawie w temp. 120°C pod ciśnieniem 2 atmosfer przez 2 godz.

Przeprowadzono następujące infekcje:

1. Zakażanie grzybem przez zranioną szyjkę korzeniową

a. Koniczynę hodowano na sterylizowanej ziemi z odkażonych nasion. Do badania użyto 30-dniowych zdrowych roślin. W doświadczeniu uwzględniono trzy powtórzenia i kontrolę. Przy zakażaniu roślin sterylą igłą preparacyjną zadrapywano szyjkę korzeniową, po czym nakładano papkę sporządzoną z 30-dniowej ryżowej kultury grzyba i talku.

b. Koniczynę hodowano na nie sterylizowanej ziemi z odkażonych nasion. Doświadczenie przeprowadzono podobnie jak w punkcie a.

2. Zakażanie grzybem przez nie uszkodzoną szyjkę korzeniową

a. Koniczynę hodowano na sterylizowanej ziemi z odkażonych nasion. Podobnie jak w doświadczeniu 1-ym infekowano 30-dniowe zdrowe rośliny, stosując trzykrotne powtórzenie i wydzielając rośliny kontrolne.

Ryc. 4. Patogeniczne działanie *Phoma trifolii* E. M. John., Valleeau wywołane przez zakażenie podłoża

K — rośliny kontrolne; Ph. tr. — siewki koniczyny porażone grzybem.

Pathogenic action of *Phoma trifolii* E. M. John., Valleeau on red clover seedlings (infection of the medium)

K — control plants, Ph. tr. — red clover seedlings infected with the fungus

Inokulum złożone z ryżowej kultury grzyba i talku wykładano na nie uszkodzoną szyjkę korzeniową.

b. Koniczynę hodowano na nie sterylizowanej ziemi z odkażanych nasion. Cały tok doświadczenia przeprowadzono podobnie jak w punkcie a.

Doświadczenie 1 i 2 założono 26.VI, a zakończono 29.IX.1966 roku. Liczbę roślin użytą do doświadczeń wykazano w tab. 5.

3. Zakażanie podłoża

Z wysterylizowanych wraz z ziemią doniczek zdejmowano 3 cm górną warstwę gleby i wprowadzano 1 cm warstwę kultury grzyba wyhodowanego na mieszaninie ziemno-kukurydzianej. Połowę wybranej ziemi przesypywano grzybnią przerastającą mieszaninę, po czym układano odkażone nasiona koniczyny przykrywając je resztą wybranej z wazonu ziemi. Doświadczenie wykonano w 3 powtórzeniach, czwarta partia roślin była kontrolna.

4. Opryskiwanie roślin zarodnikami grzyba.

Wyhodowano 6-tygodniowe koniczyny z odkażonych nasion na sterylizowanej ziemi i 30-dniowe kultury grzyba na agarze ziemniaczano-glukozowym. Z kultur grzyba przygotowano zawiesinę zarodników, używając jałowej wody destylowanej. Stężenie zawiesiny wynosiło po 50—60 zarodników w polu widzenia mikroskopu przy powiększeniu 600 $\times$. Bezpośrednio przed doświadczeniem opryskano rozpylaczem wodą destylowaną wszystkie rośliny i po otrząśnięciu z wody opryskano zawiesiną zarodników używając po 10 ml na 30 roślinek. Warunki wilgotności powietrza po dokonanych zabiegu były niekorzystne dla procesu infekcji w tym doświadczeniu, gdyż rośliny pozostawały w otwartej, przestronnej hali wegetacyjnej.

Doświadczenie przeprowadzono w 3 powtórzeniach i zostawiono rośliny kontrolne spryskane czystą wodą destylowaną.

Doświadczenie 3 i 4 przeprowadzono w czasie od 6.VII do 10.IX.1967 roku.

Wyniki wszystkich doświadczeń przedstawiono w tabeli 5. W badaniach ujawniło się silne patogeniczne działanie grzyba *Phoma trifolii*. Przy infekowaniu koniczyny kulturą grzyba na zranioną szyjkę korzeniową (dośw. 1) porażeniu uległy wszystkie rośliny doświadczalne. Wystąpiło poczernienie podstawy łodygi i górnej części korzenia głównego, a w miejscu nakłucia rozwijała się sucha zgnilizna powodująca znaczne przewężenie szyjki korzeniowej. Część nadziemna rośliny zawsze jednak była mocno złączona z korzeniem i roślina nie zamierała, rozwój jej jednak był znacznie słabszy w stosunku do roślin kontrolnych. Przy sporządzaniu przekrojów poprzecznych przez szyjkę korzeniową i korzeń zainfekowanej koniczyny w miejscu najbardziej porażonym można było stwierdzić, że grzybnia *Phoma trifolii* znajdowała się głównie w warstwach zewnętrznych kory pierwotnej i tylko w pewnych przypadkach można ją było znaleźć w rdzeniu i naczyniach.

Przy wykładaniu inokulum grzyba na nie zranioną szyjkę korze-

niową koniczyny porażenie patogenem było słabsze, szczególnie na nie sterylizowanej glebie (dośw. 2). Na zainfekowanych roślinach wystąpiło szernienie podstawy łodygi i szyjki korzeniowej, a także górnej partii korzenia. W kilku przypadkach obserwowano przewężenie szyjki korzeniowej.

Z roślin doświadczalnych pobierano reprezentatywne egzemplarze i przeprowadzono reizolację, w wyniku której otrzymano kultury *Phoma trifolii*. Grzybowi towarzyszyło parę saprofitów, których bliżej nie określano.

Szczególnie silne działanie patogeniczne grzyba ujawniło się przy wyrastaniu roślin z zakażonego podłoża (dośw. 3), gdyż porażeniu uległy wszystkie roślinki, a 86,6% siewek w ogóle zmarło (ryc. 4). Prowadzone co 4—5 dni obserwacje wykazały, że część roślin nie wzeszła, część zamierała wkrótce po wykiełkowaniu, a część pozostawała przy życiu z objawami zgorzeli szyjki korzeniowej. Przeprowadzone reizolacje wykazały, że sprawcą porażenia był grzyb użyty do infekowania.

W doświadczeniu 4 również stwierdzono dodatni wynik infekcji, chociaż procent roślin zainfekowanych był niski ze względu na nieodpowiednie warunki temperatury i wilgotności. Prowadzone co 3 dni obserwacje wykazały, że w początkowym okresie powstawały na liściach i ogonkach liściowych liczne, bardzo drobne czarne plamki, które stopniowo powiększały się. Po trzech tygodniach plamy tworzyły smugi. Reizolacje potwierdziły obecność *Phoma trifolii*.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

W wyniku przeprowadzonych izolacji ustalono, że patogenem czernienia łodyg koniczyny czerwonej na badanych uprawach był grzyb znany od 1933 roku pod nazwą *Phoma trifolii*. E. M. Johnson i Valteau. Stanowił 50,9% wszystkich wyizolowanych kultur.

Jak podano we wstępie w ciągu ostatnich kilkunastu lat ukazało się w literaturze fitopatologicznej kilka prac poświęconych zagadnieniom taksonomicznym tego gatunku. Dyskusja (Schlenker i Gerdemann 1956; Ellingboe 1959; Edmunds i Hanson 1960; Boerema, Dorenbosch i Leffering 1965) na temat właściwej nazwy dla tego grzyba nie osiągnęła jeszcze końcowego etapu. Większość autorów uznała jedynie, że grzyb należy do rodzaju *Phoma* i odrzuciła używaną uprzednio nazwę rodzajową *Ascochyta*.

Brewer i Boerema (1963) podali nowe kryteria, na podstawie których można odróżnić rodzaje *Ascochyta* i *Phoma* przy zastosowaniu badań elektronowo mikroskopowych. Według tych autorów zarodniki rodzaju *Phoma* powstają przez pączkowanie, a rodzaju *Ascochyta* tworzą się jako wyrostki z komórki macierzystej.

Zgodnie z doniesieniami większości autorów, w badaniach własnych stwierdzono, że *Phoma trifolii* charakteryzował się tworzeniem konidiów jednokomórkowych, a dwukomórkowe występowały w znikomej ilości, ponadto grzyb wyizolowany z czerwonej koniczyny był bardzo zmienny w kulturach i tworzył różną ilość pikonidiów.

Obserwacje z niniejszej pracy nad wpływem warunków klimatycznych na rozwój czernienia łodyg są potwierdzeniem badań Johnsona i Valleau (1933), a następnie innych autorów.

Możliwość przenoszenia się patogena czernienia łodyg z lucerny, a także z innych motylkowych na koniczynę i odwrotnie była doświadczalnie stwierdzona przez Schencka i Gerdemanna (1956), Ellingboe (1959), Edmundsa i Hansona (1960) oraz Boerema i współautorów (1965). Eksperymenty tych autorów z inokulacją wykazały, że izolaty patogenów z poszczególnych roślin motylkowych były bardziej patogeniczne dla żywiciela, z którego pochodziły, aniżeli dla innych pokrewnych gatunków z tej rodziny. Edmunds i Hanson (1960) podają, że spośród 37 gatunków roślin motylkowych inokulowanych izolatami z koniczyny 23 gatunki wykazały objawy czernienia łodyg.

Stopień porażenia plantacji koniczyny czerwonej wzrastał wraz z jej wiekiem. Na trzyletnich plantacjach było większe rozprzestrzenienie i nagromadzenie patogena, jak również silniej porażone były poszczególne rośliny, wskutek kumulowania się uszkodzeń. Na takich uprawach wiosną tworzyły się puste place wskutek wypadania roślin. Rośliny posiadały szerniałą szyjkę, korzeniową i wydawały osłabioną rozetkę ze zmniejszoną liczbą łodyg i liści. Górna część korzenia była całkowicie szerniała, przeważnie z objawami suchej zgnilizny warstwy korowej. Mimo to, przed ostatecznym jej zniszczeniem, część nadziemna była silnie złączona z częścią podziemną. W tym stadium w dziele całkowitego zniszczenia rośliny brały udział również inne gatunki grzybów, a przede wszystkim *Fusarium avenaceum*, *Fusarium avenaceum* var. *herbarum*, *Fusarium oxysporum* var. *trifolii* i *Fusarium anguioides*.

Jednym z wyizolowanych grzybów był gatunek *Ascochyta trifolii* Gerasimowa i Miniajewa (1960) podają, że grzyb ten jest sprawcą askochytozy koniczyn i powoduje na terenie Związku Radzieckiego znaczne straty. Udział tego grzyba w porażeniu koniczyny na badanych w niniejszej pracy terenach był stosunkowo nieduży. Spośród grzybów pasożytniczych koniczyn wyizolowano również kilkakrotnie *Kabatiella caulivora*, sprawcę antraknozy.

Obserwacje przeprowadzone w niniejszej pracy nad rozwojem *Phoma trifolii* na koniczynie zgadzają się z tym co podają inni autorzy. Rozwój grzyba rozpoczynał się z końcem zimy (luty, marzec) wytworzeniem

piknidiów na obumarłych, szerniałych łodygach. Masowo wytwarzane konidia infekowały młode pędy i liście koniczyny. Patogeniczne działanie grzyba rozpoczynało się wczesną wiosną i trwało przez cały okres życia rośliny. Johnson i Valteau (1933) podkreślają, że najsilniejsze niszczące działanie *Phoma trifolii* zachodziło wiosną, a występujące później czernienie łodyg, które jest najczęściej obserwowanym objawem, powoduje względnie małe uszkodzenia. Obserwacje własne potwierdzają ten pogląd. Według Johnsona i Valteau wrażliwe odmiany koniczyn całkowicie traciły liście, nie wytwarzały młodych pędów i masowo ginęły. Odporne odmiany koniczyn były mniej zaatakowane, łodygi czerniały do pewnego stopnia, a zamierały tylko przypadkowe pędy, ogonki i blaszki liściowe, względnie w krańcowych przypadkach całe rośliny.

Doświadczenia ze sztucznym infekowaniem koniczyny izolatami *Phoma trifolii* wykazały, że patogen powoduje zamieranie siewek, poraża korzenie, liście, ogonki liściowe oraz łodygi w różnych stadiach rozwojowych rośliny. Otrzymane wyniki własne potwierdziły doniesienia z literatury (Schenck, Gerdemann 1956; Ellingboe 1959a; Edmunds, Hanson 1960).

Najbardziej sprzyjającymi czynnikami dla rozwoju choroby są zagaśzczone uprawy w czystym siewie, bliskie sąsiedztwo innych wieloletnich upraw roślin motylkowych, niedokładny sprzęt roślin po pokosach, bezśnieżne niezbyt ostre zimy oraz przedłużające się chłodne i wilgotne wiosny i jesienie, a także ciężka kwaśna gleba.

WNIOSKI

1. W województwie olsztyńskim na plantacjach koniczyny czerwonej badanych w latach 1965—67 stwierdzono powszechne występowanie choroby czernienia łodyg, określanej w literaturze amerykańskiej jako „black stem” lub „spring black stem”.

2. Stopień porażenia koniczyny czerwonej czernieniem łodyg zawierał się w granicach 9—55% i był zależny od wielu plantacji, sąsiedztwa z innymi roślinami motylkowymi oraz od warunków glebowo-klimatycznych.

3. Sprawcą czernienia łodyg koniczyny czerwonej był grzyb opisany przez Johnsona i Valteau w r. 1933 jako *Phoma trifolii* spec. nov.

4. Stwierdzono patogeniczne działanie izolatów *Phoma trifolii* na drodze sztucznego infekowania sterylnie hodowanej koniczyny czerwonej. Infekowano patogenem poprzez zranioną, a także nie uszkodzoną szyjkę korzeniową, zakażanie podłoża i opryskiwanie zawiesiną zarodników.

5. Czernienie łądyg jest chorobą powodującą straty ekonomiczne na uprawach koniczyny czerwonej w województwie olsztyńskim. Stwierdzono wypadanie siewek, zamieranie liści, osłabienie, szybsze starzenie i obumieranie roślin.

Katedra Ochrony Roślin
Zakład Fitopatologii
Wyższej Szkoły Rolniczej
w Olsztynie

(Wpłynęło dn. 8.5.1963 r.)

SUMMARY

On the plantation of red clover inspected in the period 1965—1967 in Olsztyn district black-stem disease was found. The amount of injury to plants on different plantations ranged from 9 to 55% and was determined by the age of the plantation, the neighborhood of other leguminous plants and climatic conditions. It was found on examination that black-stem disease of red clover was caused by the fungus *Phoma trifolii* E. M. Johnson, Valleau. The synonymy of the fungus is as follows: *Phoma herbarum* West. var. *medicaginis* Fckl., *Ascochyta imperfecta* Pec., *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (L. K. Jones) Boerema.

Inoculation experiments confirmed the pathogenicity of *Phoma trifolii* to red clover.

In the Olsztyn district the black stem disease is regarded as economically important.

The pathogenic organism caused root rot and damping-off lesions on seedlings and extensive lesions on leaves and stems.

LITERATURA

- Biłaj W. J., 1955, Fuzarii, Kijew.
- Boerema G. H., Dorenbosch M. M. J., Leffring I., 1965, A comparative study of the black stem fungi on lucerne and red clover and the footrot fungus on pea, *Netherl. J. Plant Pathol.* 71, 3: 79—89.
- Brewer J. G., Boerema G. H., 1965, Electron microscope observations on the development of pycnidiospores in *Phoma* and *Ascochyta* sp., *Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wet. Ser. C*, 68: 86—97.
- Czaplińska S., 1963, Badania nad biologią grzybów powodujących choroby lucerny, ze szczególnym uwzględnieniem chorób uwiądu na terenie Dolnego Śląska, *Acta Agrobot.* 14: 101—130.
- Ellingboe A. H., 1959a, A comparative study of the fungi causing the spring blackstem disease of alfalfa and red clover, *Phytopathology* 49 (11): 764—770.
- Ellingboe A. H., 1959b, Studies on the growth of *Phoma herbarum* var. *medicaginis* in culture, *Phytopathology* 49: 773—776.
- Edmunds L. K., Hanson E. W., 1960, Host range, pathogenicity and taxonomy of *Ascochyta imperfecta*, *Phytopathology* 50, (2), B 5: 105—108.
- Gäumann E., 1959, Nauka o infekcyjnych chorobach roślin, PWRiL, Warszawa.
- Gerasimowa A. J., Miniajewa O. M., 1960, Wrediteli i bolezni kormowych traw, Selchozgis, Moskwa.
- Gilman J. C., 1957, A manual of soil fungi, JSCP-Ames, Iowa USA.
- Grove W. B., 1935, British stem- and leaf-fungi, Cambridge.

- Hanson E., Kreitlow K., 1956, Mnogocislennyje bolezni Klewiera i donnika. Bolezni rastienij, Jezogodnik Ministerstwa Ziemledielja S. Sz. A., Moskwa, s. 219—229 (tłumaczenie z angielskiego).
- Hey A., 1945, Die wichtigsten Krankheiten. und Schädlinge in Samenbau der kleeartigen Pflanzen, Leipzig.
- Johnson E. M., Valleau W. D., 1933, Black-stem of alfalfa, red clover and sweet clover, Kentucky Agricultural Experiment Station 339: 55—82.
- Kuprewicz W. F., 1954, Bolezni klewiera i lucerny, Izd. A. N. ZSSR, Moskwa—Leningrad.
- Kursanow L. I., Naumow N. A., Krasilnikow N. A., Gorlenko M. W., 1954, Opredielitel nizszych rastienij, Griby.
- Miniajewa O. M., 1952, Antraknoz klewiera, Selchozgiz, Moskwa.
- Neergaard P., 1945, Danish species of *Alternaria* and *Stemphyllum*, Copenhagen.
- Rabenhorst L., 1901, Kryptogamenflora. Die Pilze Deutschlands Oesterreichs und der Schweiz, Leipzig.
- Raïlo A. J., 1950, Griby roda *Fusarium*, Moskwa.
- Rawlins T. E., 1933, Phytopathological and botanical research methods, London.
- Sawaryn Z., 1961, Badania nad gatunkami *Fusarium* wywołującymi wędnięcie grochu i próby zwalczania choroby za pomocą zaprawiania nasion i terminów siewu, Biul. IOR, XIII, Poznań.
- Schenck N. C., Gerdemann J. W., 1956, Taxonomy, pathogenicity and host-parasite relations of *Phoma trifolii* and *Phoma herbarum* var. *medicaginis*, Phytopathology 4: 194—200.
- Sorauer P., 1932, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. III, t. II, Berlin.
- Wollenweber H. W., Reinking O. A., 1935, Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Berlin.
- Zub J., 1962, Z badań nad rakiem koniczynowym i metodami walki z chorobą, Biul. Inst. Ochr. Rośl. XVI, 29—43.
- Zukowa K. P., 1949, „Czernyje stebli” lucerny i miery borby z nimi, Dokłady WACHNiL wyp. 12: 27—31.