

Badania nad patogenicznością grzybów
z rodzaju *Fusarium* występujących na modraku abisyńskim
(*Crambe abyssinica* Hochst.)

Investigations on the pathogenicity of fungi of the genus *Fusarium*
occurring on Spanish colewort (*Crambe abyssinica* Hochst.)

H. ZARZYCKA

WSTĘP

Crambe abyssinica Hochst. — modrak abisyński (Podbielkowski 1964), znany w rolnictwie jako kapusta abisyńska lub katran, jest jedną z najbardziej plennych, jarych krzyżowych roślin oleistych w kraju. Modrak abisyński w dzikim stanie rośnie w północnej Afryce; prace nad przekształceniem go w roślinę uprawną zostały rozpoczęte w ZSRR stosunkowo niedawno, około 1932. W Polsce modrak został wprowadzony do uprawy około 1948, przy czym uznano go za jedną z bardziej wartościowych roślin oleistych. Modrak odznacza się stosunkowo krótkim okresem wegetacyjnym, odpornością na wiosenne przymrozki (Grabiec 1958 a), daje dość wysokie (do 20 q/ha) i w porównaniu z rzepakiem jarym, bardziej wyrównane plony, a także udaje się na różnych typach gleb.

W warunkach uprawowych panujących w ZSRR modrak jest dość odporny na choroby (Graščenkov 1959); w Polsce początkowo uważano go za roślinę słabo porażaną (Modenhawer 1951). Jednak już w latach 1953—1954 zaobserwowano bardzo słabe wschody (Grabiec 1958 b), a następnie zamieranie siewek modraka. Obserwacje plantacji wykazały, że modrak porażany jest przez różne patogeny wielożywne, a przede wszystkim przez grzyby z rodzajów *Alternaria* i *Fusarium*.

Badania nad mikroflorą nasion modraka (Zarzycka 1958) wykazały na powierzchni i wewnątrz nasion obecność różnych gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium*. Grzyby te wyosabniano również z siewek modraka, które zamierały z objawami wędnięcia ogólnego lub zgorzeli szyjki korzeniowej oraz z roślin w stadium kwitnienia, ginących z objawami wędnięcia. Przeprowadzone doświadczenia miały na celu ustalenie, czy istotnie grzyby z rodzaju *Fusarium* mogą mieć znaczenie jako patogeny siewek modraka.

Przegląd literatury

W dostępnej literaturze światowej stwierdzono brak danych dotyczących występowania grzybów z rodzaju *Fusarium* na modraku abisyńskim. Jedynie *Moldenhawer* (1951) wspominał o fuzariozie na modraku, ale nie określił gatunków *Fusarium*, ani nie opisał objawów chorobowych. Natomiast *Westcott* (1950) zanotowała na *Crambe maritima* obecność gatunku *Fusarium oxysporum* Schl. f. *conglutinans* Wr.

Niektóre gatunki *Fusarium*, izolowane z modraka abisyńskiego, występują również na kapuście, życie i pomidorach, czyli na roślinach wziętych przez autorkę do porównawczych badań infekcyjnych. Na kapuście notowano przede wszystkim *F. conglutinans* Wr. Gatunek ten, specyficzny dla rodziny krzyżowych (*Pound i Fowler* 1953), jest szczególnie niebezpieczny dla młodych roślin (*Kendrick* 1930), u których powoduje żółknięcie i zniekształcenie liści (*Hopkin i Pardy* 1944) oraz wędnięcie całych roślin (*Armstrong i Armstrong* 1952) pod wpływem działania toksycznych produktów metabolizmu grzyba (*Winstead i Walker* 1954 a, b). Ponadto na kapuście notowano *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. (*Linna salmi* 1952) i *F. equiseti* (Cda.) Sacc. var. *bullatum* (Sherb.) Wr. (*Rajllo* 1950).

Na życie często spotykane były polifagiczne gatunki, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. i *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., powodujące zgorzel przedwzrostową (*Bennet* 1928; *Bakshi* 1951) oraz zgorzel szyjek korzeniowych (*Bennet* 1928) i zgniliznę korzeni (*Krampe* 1926; *Oswald* 1947), zwłaszcza u roślin młodych. Ponadto notowano na życie *F. herbarum* (Cda.) Fr. (*Krampe* 1926). Z pozostałych gatunków *Fusarium* żaden nie był spotykany na życie, chociaż niektóre z nich, jak *F. redolens* Wr. (*Johnson i Greaney* 1942), *F. scirpi* Lamb. et *Fautr.* ssp. *acuminatum* (Ell. et Ev.) *Raillo* var. *triseptatum* *Raillo*, *F. equiseti* (Cda) Sacc. var. *bullatum* (Sherb.) Wr. i *F. Martii* App. et Wr. var. *minus* Sherb. (*Rajllo* 1950) notowane były na innych zbożach, głównie na pszenicy.

Zaden z badanych gatunków nie jest typowym patogenem pomidorów; sporadycznie spotykano *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. na łodygach (*White* 1928), a *F. scirpi* Lamb. et *Fautr.* var. *acuminatum* (Ell. et Ev.) Wr. na gnijących owocach pomidora (*Wollenweber i Hochapfel* 1936).

Cel i przedmiot badań

Przedmiotem badań w niniejszej pracy były następujące gatunki i formy *Fusarium* (wg *Rajllo* 1950) wyizolowane z modraka abisyńskiego (*Zarzycka* 1959):

Tabela 1 — Table 1

Pochodzenie 9 gatunków i form *Fusarium* wyisobnionych z modraka abisyńskiego
Provenance of 9 species and forms of *Fusarium* isolated from Spanish colewort

Gatunki, odmiany lub formy grzybów species, varieties and forms of fungi	Liczba izolatów number of isolates	Żywiciel—Host		Pochodzenie materiału roślin. Provenance of plants
		stadium rozw. develop. stage	porażona część rośliny affected part of plant	
<i>F. avenaceum</i>	4	nas.	lszcz.	B, P
	24	siew.	sz. korz., liscn.	B, R, Ra, S, Z
	5	roz.	sz. korz.	B, R
	16	kw. dojrz.	łod., li.	B, R
<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	11	siew.	liscn.	B, R, Ra, S, Z
	6	roz.	sz. korz.	B, R
	15	kw. dojrz.	łod., li.	B, R, Ra, Z
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i>	7	siew.	sz. korz.	B, R
	4	roz.	sz. korz.	B
	2	kw. dojrz.	łod., li.	B, R
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i> f. 3	2	siew.	sz. korz.	B
	1	kw. dojrz.	łod.	R
<i>F. culmorum</i>	10	nas.	lszcz.	B, F, R
	13	siew.	sz. korz., korz.	B, R, Ra, S
<i>F. redolens</i>	2	siew.	rośl.	B
	6	kw. dojrz.	łod., li., szyp.	B, R
<i>F. conglutinans</i>	5	siew.	sz. korz.	B, R
<i>F. equiseti</i> var. <i>bullatum</i>	12	nas.	lszcz.	B, P, Se
	4	siew.	sz. korz., liscn.	B, R, Ra
	5	kw. dojrz.	łod., li.	B, R, Ra
<i>F. scirpi</i> ssp. <i>acuminatum</i> var. <i>triseptatum</i>	4	siew.	rośl.	B, Ra

Objaśnienie skrótów — Legend

- nas. — nasiona (seeds)
siew. — siewki (seedlings)
roz. — rośliny wytw. rozetkę (plants before flowering)
kw. dojrz. — rośliny kwitnące i dojrzewające (flowering and ripening plants)
rośl. — całe rośliny (whole plants)
li. — liście (leaves)
łod. — łodygi (stems)
lszcz. — łuszczyнки (pods)
liscn. — liścienie (cotyledons)
korz. — korzenie (roots)
sz. korz. — szyjki korzeniowe (collar region)
szyp. — szypułki (peduncles)

Miejscowości (Localities):

- B — Borowo, pow. Kościan
F — Filice, pow. Dziadowo
L — pow. Łódź
P — Przelewice, pow. Pyrzyce
R — Reguły, pow. Pruszków
Ra — Radzików, pow. Pruszków
S — Staszewo, woj. Szczecin
Se — Sępólno, pow. Brodnica
Z — pow. Żnin

F. avenaceum (Fr.) Sacc.

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

F. Martii App. et Wr. var. *minus* Sherb.

F. Martii App. et Wr. var. *minus* Sherb. f. 3 Raillo

F. culmorum (W. G. Sm.) Sacc.*

F. redolens f. 1 Wr.

F. conglutinans Wr.

F. equiseti (Cda.) Sacc. var. *bullatum* (Sherb.) Wr.

F. scirpi Lamb. et Fautr. ssp. *acuminatum* Ell. et. Ev. var. *triseptatum* Raillo.

Dane dotyczące pochodzenia badanych gatunków i form *Fusarium* znajdują się w tabeli 1, str. 61.

Praca niniejsza miała na celu zbadanie wpływu temperatury na wzrost i rozwój wyisobnionych gatunków *Fusarium* w czystych kulturach (ta część pracy stanowiła podbudowę do dalszych badań infekcyjnych) oraz patogeniczności wyizolowanych gatunków *Fusarium*.

Doświadczenia nad patogenicznością miały na celu ustalenie, czy i w jakim stopniu wyizolowane z modraka różne gatunki i formy *Fusarium* mogą być patogeniczne dla tej rośliny. Ponieważ wszystkie badane gatunki *Fusarium* są organizmami wielożywnymi, należy przypuszczać, że nie zaaklimatyzowany jeszcze w naszych warunkach modrak abisyński może łatwo ulegać porażeniu przez te organizmy pozostałe w glebie po uprawianych tam uprzednio roślinach. Dlatego przeprowadzono porównawcze badania infekcyjne na przedstawicielach niektórych grup roślin występujących w płodozmianie. Do doświadczeń użyto przede wszystkim kapusty, jako, obok modraka, innego przedstawiciela rodziny krzyżowych, a poza tym żyta, jako przedstawiciela zbóż występujących często w płodozmianie, oraz pomidora z rodziny psiankowatych zamiast występującego najczęściej w płodozmianie ziemniaka (rozmnażany przez bulwy ziemniak nie mógł być wzięty do porównawczych badań infekcyjnych nad wrażliwością siewek).

Doświadczenia infekcyjne były wykonywane głównie na siewkach, których młode tkanki są wrażliwsze na infekcję przez wielożywne organizmy glebowe niż tkanki roślin starszych.

WPLYW RÓŻNYCH TEMPERATUR NA ROZWÓJ WYIZOLOWANYCH GATUNKÓW I FORM *FUSARIUM*

Ta część pracy miała na celu: 1. zbadanie wpływu temperatury na wzrost średnicy kolonii grzyba, pigmentację, czas wystąpienia i inten-

* Gatunek *F. culmorum* nie był opisany w przytoczonej pracy (Zarzycka 1959). Został wyizolowany w latach 1959—60 z nasion modraka i siewek z objawami zgorzeli szyjki korzeniowej.

sywność zarodnikowania oraz na przyrost wagowy suchej masy grzybni i kiełkowanie zarodników, 2. ustalenie temperatur optymalnych dla wzrostu grzybni i kiełkowania zarodników.

Metody badań nad wpływem temperatury

Badania przeprowadzono w następujących temperaturach (w °C): 2—3, 5—6, 7—8, 12, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 32, 35, 37, 39.

Obserwacje nad wzrostem liniowym grzybni przeprowadzono na agarze glukozowo-ziemniaczanym o pH — 6,8, na szalkach Petri'ego o średnicy 10 cm, a badania nad wagowym wzrostem grzybni na płynnej pożywce Raulin-Thoma w dużych probówkach o średnicy 40 mm. Każde doświadczenie wykonano w 10 powtórzeniach.

Pomiary liniowego średnicy kolonii dokonywano codziennie przez 7 dni, przy czym mierzono 2 prostopadłe do siebie średnice. Po 15 dniach od zaszczepienia opisano wygląd grzybni i pigmentację.

Przy oznaczaniu ciężaru suchej masy grzybni 15-dniowe kultury po odsączeniu suszono w temperaturze 80—100°C, aż do uzyskania stałej wagi.

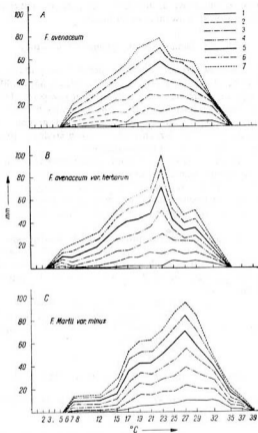
Kiełkowanie zarodników przeprowadzono w wodzie sterylizowanej, w kropli wiszącej, na szkiełkach z pieścieniami Van Thieghema, w 5-ciu powtórzeniach, w 16-tu uprzednio wymienionych temperaturach. Obliczenia procentu zarodników kiełkujących dokonano 6-krotnie: po 2, 3, 5, 7, 12 i 24 godzinach.

Przy określaniu temperatury optymalnej dla rozwoju kolonii na agarze glukozowo-ziemniaczanym za podstawę obliczeń przyjęto dane uzyskane w 5-ym dniu obserwacji, przy czym do obliczeń zastosowano test Duncana (wg Calińskiego 1964).

WYNIKI BADAŃ NAD WPŁYWEM TEMPERATURY

Wpływ temperatury na wzrost liniowy kolonii grzyba, zarodnikowanie oraz wytwarzanie pigmentu

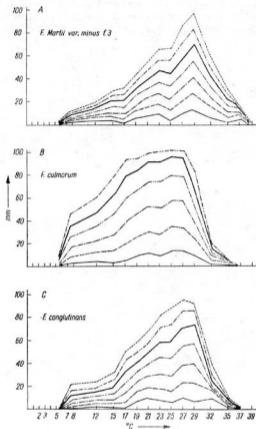
Przebieg wzrostu średnicy kolonii poszczególnych gatunków i form *Fusarium* w okresie 7 dni w różnych temperaturach odbywał się podobnie (ryc. 1). Większość badanych grzybów zaczynała rosnąć w temperaturze 5—6°, tylko w przypadku *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. equiseti* var. *bullatum* słaby wzrost zaznaczył się już przy temperaturze 2—3°. W temperaturach niższych od 12° (względnie 15°) grzybnia rozwijała się na ogół słabo, była delikatna, jedwabista, niezabarwiona lub też zabarwiona bardzo słabo. Dienne przyrosty u większości badanych grzybów nie przekraczały 5 mm. W tych temperaturach najlepiej rozwijało się



Ryc. 1. Dynamika rozwoju kolonii 3 gatunków *Fusarium*: A — *F. avenaceum*; B — *F. avenaceum* var. *herbarum*; C. — *F. Martii* var. *minus*; w przyjętej skali temperatur (w °C) na podstawie pomiaru średnicy kultur (w mm)

The growth of fungal colonies of the examined species of *Fusarium*

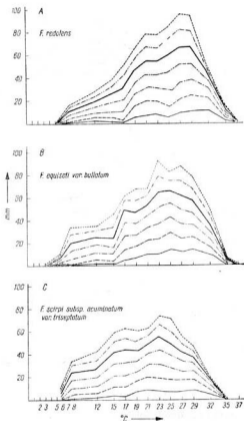
1 — pierwszy dzień wzrostu (1-st day of growth); 2 — drugi dzień wzrostu (2-nd day of growth); 3 — trzeci dzień wzrostu (3-rd day of growth); 4 — czwarty dzień wzrostu (4-th day of growth); 5 — piąty dzień wzrostu (5-th day of growth); 6 — szósty dzień wzrostu (6-th day of growth); 7 — siódmy dzień wzrostu (7-th day of growth)



Ryc. 2. Dynamika rozwoju kolonii 3 gatunków *Fusarium*: A — *F. Martii* var. *minus f. 3*; B — *F. culmorum*; C — *F. conglutinans*; w przyjętej skali temperatur (w °C) na podstawie pomiaru średnicy kultur (w mm)

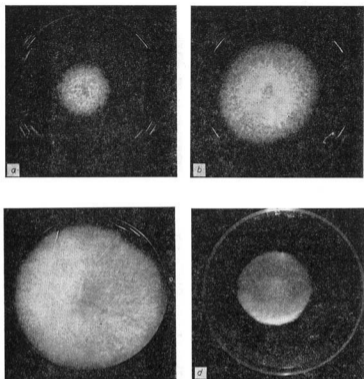
Growth of fungal colonies of the examined species of *Fusarium*
(Objaśnienia jak na rycinie 1 — Legend as in Fig. 1)

F. culmorum, a nieco słabiej *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* i *F. equiseti* var. *bullatum*. W temperaturach powyżej 15°C na ogół zaznaczył się szybki i dość równomierny wzrost przyrostów dziennych oraz coraz intensywniejsze zabarwienie grzybni i podłoża. W temperatu-



Ryc. 3. Dynamika rozwoju kolonii 3 gatunków *Fusarium*: A — *F. redolens*; B — *Fusarium equiseti* var. *bullatum*; C — *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*; w przyjętej skali temperatur (w °C) na podstawie pomiaru średnicy kultur (w mm)

Growth of fungal colonies of the examined species of *Fusarium*
(Objaśnienia jak na rycinie 1 — Legend as in Fig. 1)

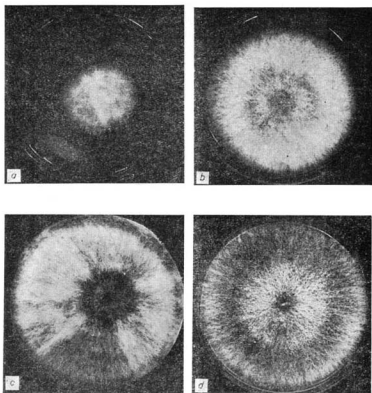


Ryc. 4. *Fusarium avenaceum*. Kolonie po 7 dniach rozwoju na agarze glukozowo-ziemniaczanym w różnych temperaturach

Colonies after 7 days on potato dextrose agar at various temperatures
 a — 6°C; b — 13°C; c — 21°C; d — 29°C

rach optymalnych obserwowano największe przyrosty dzienne i najsilniejszą pigmentację typową dla danego gatunku czy formy.

Temperatura 23°C była optymalna dla wzrostu średnicy kolonii *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*. *F. redolens* i *F. conglutinans* rozwijały się najlepiej przy 27—29°. Dla *F. Martii* var. *minus* i *F. Martii* var. *minus* f. 3 optimum temperatury wynosiło 29°, a *F. culmorum* i *F. equiseti* var. *bullatum* odznaczały się szerokim zakresem temperatur optymalnych, bo

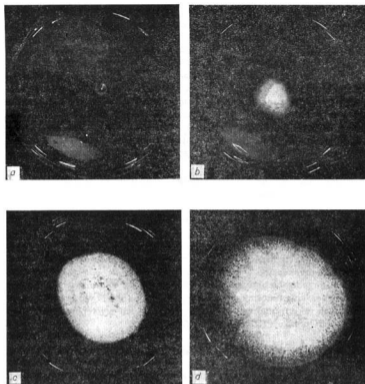


Ryc. 5. *Fusarium culmorum*. Kolonie po 7 dniach rozwoju na agarze glukozowo-ziemniaczanym w różnych temperaturach

Colonies after 7 days on potato dextrose agar at various temperatures

a — 0°C; b — 13°C; c — 21°C; d — 29°C

pierwszy rósł najlepiej w granicach 21—27°, a drugi — w granicach 23—27°. Przy dalszym stopniowym podwyższaniu temperatury powyżej optymalnej przyrosty dzienne szybko spadały, co wyraziło się mniej lub więcej ostrym załamaniem krzywych obrazujących wzrost (ryc. 1). W temperaturach powyżej optymalnych grzybnia powietrzna stawała się jakby bardziej zbita, mniej obfita, strzępki grzybni były grubsze i krótsze. W temperaturach wysokich obserwowano zmianę zabarwienia typowego dla danego gatunku w kierunku zwiększonego wydzielania pigmentu żółtego lub pomarańczowego.



Ryc. 6. *Fusarium Martii* var. *minus* f. 3. Kolonie po 7 dniach rozwoju na agarze glukozowo-ziemniaczanym w różnych temperaturach

Colonies after 7 days on potato dextrose agar at various temperatures

a — 5°C; b — 15°C; c — 21°C; d — 29°C

Gatunki lub formy odznaczające się niskim optimum temperatury wzrostu przestawały rosnąć w temperaturach niższych, a więc inaczej niż gatunki charakteryzujące się wysokim optimum. Odpowiednio do optimum temperatury wzrostu dla poszczególnych gatunków układały się temperatury maksymalne i tak *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* nie rozwijały się już w 35°, *F. culmorum*, *F. equiseti* var. *bullatum*, *F. redolens* i *F. conglutinans* — przy 37°, a obie formy *F. Martii* var. *minus* przestawały rosnąć dopiero w temperaturze 39°.

Najwcześniejsze i najobfitsze zarodnikowanie występowało przeważnie w temperaturach zbliżonych do optymalnych i w tych temperaturach najczęściej i najobficiej tworzyły się sporodochia i pionnoty. Najobfitsze wytwarzanie sporodochiów i pionnotów występowało w temperaturach 21—29° u *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. culmorum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*. W przypadku *F. redolens* i *F. conglutinans* sporodochia i pionnoty tworzyły się mniej obficie i przeważnie w temperaturach przekraczających 25°. U pozostałych gatunków nie obserwowano sporodochiów i pionnotów, zarodniki tworzyły się wyłącznie na grzybni. W temperaturach niskich zarodnikowanie było skąpe i opóźnione, w temperaturach wysokich występowało stosunkowo wcześnie, lecz zarodniki były mniejsze i gorzej wykształcone, miały mniejszą ilość przegród.

Najobfitsze tworzenie mikrokonidiów odbywało się w temperaturach zbliżonych do optymalnych. U gatunków obficie wytwarzających mikrokonidia, a więc u *F. conglutinans*, *F. redolens* i obu form *F. Martii* var. *minus* zaczynały one tworzyć się już w temperaturze 7—8° i obserwowano je jeszcze przy 32°. Natomiast u gatunków odznaczających się skąpym wytwarzaniem mikrokonidiów, a więc u *F. equiseti* var. *bullatum*, *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*, a zwłaszcza u *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum* tworzyły się one w stosunkowo wąskich przedziałach temperatur zbliżonych do optymalnych.

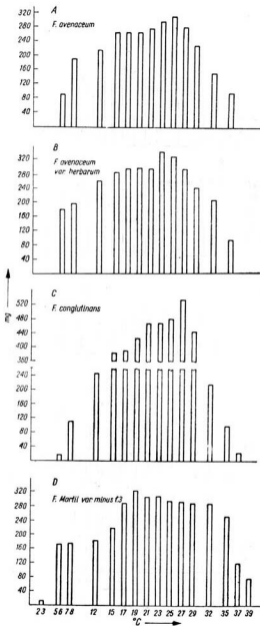
Również chlamidospory tworzyły się najobficiej w temperaturach zbliżonych do optymalnych. Nie obserwowano ich występowania w temperaturach poniżej 15° i powyżej 32° C.

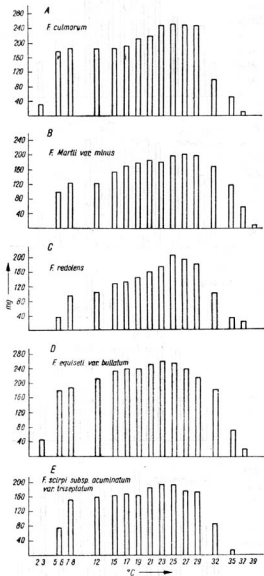
Wpływ temperatury na zwiększanie się suchej masy grzybni

Ze wszystkich badanych gatunków na płynnej pożywce najlepiej rozwijały się *Fusarium conglutinans*, *F. Martii* var. *minus* f. 3, *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*. Gatunki *F. culmorum*, *F. equiseti* var. *bullatum* i *F. Martii* var. *minus* f. 3 zaczęły rozwijać się na płynnej pożywce już w temperaturze 2—3°, natomiast pozostałe dopiero przy 5—6°, przy czym z kultur otrzymanych w tych ostatnich temperaturach uzyskiwano już dość znaczną ilość suchej masy (ryc. 7, 8). Sucha masa na ogół wzrastała stopniowo wraz ze wzrostem temperatury aż do osiągnięcia

Ryc. 7. Średni ciężar suchej masy (w mg) 15-dniowych kolonii 4 gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium*: A — *F. avenaceum*; B — *F. avenaceum* var. *herbarum*; C — *F. conglutinans*; D — *F. Martii* var. *minus* f. 3; wyhodowanych w różnych temperaturach (°C) na pożywce Raulin-Thoma

Average weight of dry mass (mg) of 15-day colonies of the examined species of *Fusarium* on Raulin-Thom medium at various temperatures (°C)





Ryc. 8

najwyższego poziomu w temperaturze optymalnej, przy czym dalszy wzrost temperatury powodował początkowo stopniowy, a następnie dość gwałtowny spadek ciężaru grzybni. Grzybnia *F. Martii* var. *minus* f. 3 osiągnęła największą masę w temperaturze 19—21°, *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. equiseti* var. *bullatum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* — w 23°, *F. redolens* — w 25—27°, a *F. Martii* var. *minus* i *F. conglutinans* — w 27°. Natomiast w przypadku *F. culmorum* uzyskiwano zbliżony ciężar suchej masy z kolonii hodowanych w szerokim zakresie temperatur 23—29°.

F. avenaceum, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* nie rozwijały się powyżej 35°, *F. culmorum*, *F. equiseti* var. *bullatum*, *F. conglutinans* i *F. redolens* — powyżej 37°, natomiast obie formy *F. Martii* var. *minus* przestały się rozwijać dopiero przy temperaturze przekraczającej 39°.

Wpływ temperatury na kiełkowanie zarodników

W temperaturach niskich, 2—3° C nie obserwowano kiełkowania zarodników u żadnego z badanych gatunków *Fusarium*. W temperaturze 5—6° wytwarzanie strzępek rostkowych rozpoczynało się stosunkowo późno, dopiero po upływie 12, a nawet 24 godzin; *F. conglutinans* i obie formy *F. Martii* var. *minus* nie kiełkowały w tej temperaturze. W miarę stopniowego podnoszenia temperatury zwiększał się procent zarodników kiełkujących w coraz krótszym okresie czasu; w temperaturach optymalnych 80—100% zarodników wytwarzało strzępki rostkowe po upływie 3—5 godzin.

Najniższych temperatur optymalnych dla kiełkowania zarodników, tj. 19—23° C wymagały *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*. Gatunki *F. culmorum* i *F. equiseti* var. *bullatum* odznaczały się szerokim zakresem temperatur optymalnych, od 21° do 27°, natomiast obie formy *F. Martii* var. *minus*, *F. conglutinans* i *F. redolens* kiełkowały najlepiej w granicach 27—29° C.

W miarę podnoszenia temperatury powyżej optymalnej zmniejszał się procent zarodników kiełkujących, a powyżej 32—35° zarodniki przestały wytwarzać strzępki rostkowe.

Ryc. 8. Średni ciężar suchej masy (w mg) 15-dniowych kolonii 5 gatunków grzybow z rodzaju *Fusarium*: A — *Fusarium culmorum*; B — *F. Martii* var. *minus*; C — *F. redolens*; D — *F. equiseti* var. *bullatum*; E — *F. scirpi* subsp. *acuminatum* var. *triseptatum*; wyhodowanych w różnych temperaturach (°C) na pożywie Raulin-Thoma

Average weight of dry mass (mg) of 15-day colonies of the examined species of *Fusarium* on Raulin-Thom medium at various temperature (°C)

Tabela 2 — Table 2

Organizacja doświadczeń infekcyjnych w szklarni i na polu
 Organisation of greenhouse and field experiments on the infection

Nr dośw. Number of experi- ment	Doświadczenie locality of experiment	Inokulum—Inoculum			Sposób inokulacji Method of inoculation	rodzaj genus	stadium rozwojowe development stage	ilość roślin inoculowanych number of inoculated plants	
		rodzaj—kind	stężenie concentration	dawka na 1 roślinę dose on sin- gle plant				ogółem total	w 1 pow- tórzeniu in single replica- tion
I	szklarnio- we greenhouse	ziarna psze- nicy przerós- nięte grzybnia z zarodnikami sporulating mycelium on wheat medium	—	1 ziarno pszenicy na 1 na- siono per single seed	umieszczenie inokulum na wysiewanych nasionach inoculum placed on sown seeds	modrak kapusta pomidory żyto Spanish cabbage colewort tomato rye	nasiona seeds	100	20
II	szklarnio- we greenhouse	wodna zawie- sina zarodników spore suspension in water	2 ml/1 ml	około (ca.) 0,5 ml	podlewanie watering	j w. ditto	siewki seedlings	100	20

III	szklarniowe greenhouse	wodna zawiesina zarodników in water	2 ml/1 ml	około (ca.) 0,5 ml	opryskiwanie spraying	J w. ditto	siewki seedlings	100	20
IV 1	szklarniowe greenhouse	kraški pożywki kukurydzianej przerośniętej grzybnią z zarodnikami rings of sporulating mycelium on corn meal medium	—	około (ca.) 230 cm ³	okładanie szyjek korzeniowych kraškami inoculum placed around collars of plants	mońdrak Spanish colewort	w okresie wytwarzania rozetki plants before flowering	75	15
IV 2	szklarniowe greenhouse	wodna zawiesina zarodników spore suspension in water	2 ml/1 ml	około (ca.) 20 ml	opryskiwanie spraying	J w. ditto	w stadium kwitnienia flowering plants	75	15
V	poletkowe field	paski pożywki kukurydzianej przerośnięte grzybnią z zarodnikami pieces of sporulating mycelium on corn meal medium	—	około (ca.) 6 mm ³ na 1 nasiono per single seed	umieszczenie inoculum na wysiewanych nasionach inoculum placed on sown seeds	J w. ditto	nasiona seeds	1000	200

• W 5-ciu powtórzeniach (five replications)

Badania nad wpływem temperatury na rozwój wyizolowanych z modraka gatunków i form *Fusarium* pozwoliły na ustalenie optymalnych warunków rozwoju tych grzybów i stanowiły wytyczne dla dalszych doświadczeń nad ich patogenicznością. W oparciu o wyniki tej części pracy ustalono warunki temperatury panujące w doświadczeniach infekcyjnych.

PATOGENICZNOŚĆ GATUNKÓW *FUSARIUM* WYIZOLOWANYCH Z MODRAKA ABISYŃSKIEGO W RÓŻNYCH WARUNKACH TEMPERATURY

Przeprowadzono 4 doświadczenia szklarniowe i 1 poletkowe. Doświadczenie I miało na celu zbadanie wpływu grzybów z rodzaju *Fusarium* na porażenie siewek i na siłę kiełkowania nasion modraka, kapusty, pomidorów i żyta w warunkach stosunkowo niskiej temperatury i słabego oświetlenia, zbliżonych do warunków naturalnych panujących wczesną wiosną w okresie kiełkowania modraka. Doświadczenia II i III miały na celu zbadanie wpływu tych grzybów na porażenie siewek wszystkich 4 roślin w różnych warunkach temperatury. Doświadczenie IV miało posłużyć dla zbadania patogeniczności tych grzybów w stosunku do roślin modraka znajdujących się w okresie wytwarzania rozetki oraz w stadium kwitnienia. Celem doświadczenia V było zbadanie w warunkach polowych wpływu w.w. grzybów na siłę kiełkowania nasion oraz na wystąpienie porażenia na siewkach, a następnie na starszych roślinach modraka.

Metody badań w doświadczeniach infekcyjnych

Dane dotyczące organizacji doświadczeń przedstawia tabela 2.

We wszystkich doświadczeniach do inokulacji wzięto jednorodni-kowe kultury gatunków i form *Fusarium* wyizolowanych z modraka. Doświadczenia przeprowadzono na siewkach i starszych roślinach modraka (odmiany 'Katran Borowski'), a w trzech przypadkach dla porównania użyto siewek kapusty (odmiany 'Ditmarska'), pomidorów (odmiany 'Open Air') i żyta (populacji uprawianej w Regulach).

Doświadczenia szklarniowe przeprowadzono w doniczkach glinianych o średnicy 15 cm, odkażonych 2% roztworem formaliny, na glebie pobranej z pól IOR w Regulach, ciężkiej, zlewnej, o pH — 7,2. Gleba była autoklawowana lub odkażana 2% roztworem formaliny. Doświadczenie poletkowe przeprowadzono w Regulach na bielicy naglinowej na mikro-poletkach o wymiarach 1 m².

Materiał siewny * był przed wysiewem odkażany powierzchniowo za pomocą 0,1—0,25% roztworu sublimatu w 50% alkoholu.

Zastosowano następujące sposoby inokulacji:

1. Umieszczanie inokulum w postaci owocującej grzybni w glebie razem z wysianymi nasionami:

a) w warunkach szklarniowych (doświadczenie I szklarniowe)

b) w warunkach polowych (doświadczenie V poletkowe).

2. Okładanie szyjek korzeniowych roślin znajdujących się w okresie wytwarzania rozetki krążkami inokulum wyciętymi z kolonii grzyba (doświadczenie IV szklarniowe, inokulacja 1).

3. Podlewanie siewek wodną zawiesiną zarodników (doświadczenie II szklarniowe).

4. Opryskiwanie wodną zawiesiną zarodników:

a) siewek (doświadczenie III szklarniowe)

b) roślin w stadium kwitnienia (doświadczenie IV szklarniowe, inokulacja 2).

Obserwacji nad wschodami oraz porażeniem roślin dokonywano początkowo co 2, a następnie co 5 dni.

W doświadczeniach, w których inokulowane były siewki lub nasiona dokonano 7-go, 14-go i 21-go dnia po inokulacji (względnie po wzejściu roślin) oceny stopnia porażenia poszczególnych roślin, posługując się następującą skalą porażień **:

0 — brak porażenia,

1 — porażenie słabe: plamy na liśc. lub li., pokrywające do 10% powierzchni, albo na sz. korz. pojedyncze plamki lub smugi,

2 — porażenie średnie: plamy na liśc. lub li., pokrywające 10—50% powierzchni, albo zgorzel sz. korz. — w postaci zbrunatnienia, lecz bez przewężenia sz. korz., oraz zmniejszenie turgoru — początkowe objawy wędnięcia poszczególnych organów (np. li. lub liśc.),

3 — porażenie silne: plamy na li. lub liśc., pokrywające powyżej 50% powierzchni, wykruszanie się chorych tkanek albo: zgorzel sz. korz. — zbrunatnienie i przewężenie połączone z wędnięciem i zamieraniem całych roślin.

W doświadczeniu, w którym inokulowano rośliny starsze, ocenę stopnia porażenia przeprowadzono dwukrotnie: po przekwitnięciu roślin i w okresie zbiorów. Przy ocenie porażenia roślin starszych zastosowano skalę 6-stopniową:

0 — brak porażenia,

1 — porażenie b. słabe. Li. i łod. pokryte plamami do 5% powierzchni, nieznaczne uszkodzenie sz. korz. w postaci pojedynczych plam lub smug. Kw. i łuszcz. zdrowe,

* Materiał siewny u modraka stanowią owoce — łuszczynki, zawierające wewnątrz tylko 1 nasienie. W praktyce owoce te nazywa się nasionami i tak będą nazywane w tej pracy.

** Objaśnienia skrótów znajdują się pod tabelą 8, str. 94.

- 2 — porażenie słabe. Powierzchnia li. i łód. pokryta plamami do 10%. Porażenie kw., zawiązków łuszcz. i wykształconych łuszcz. do 10%. Zgorzel sz. korz. — zbrunatnienie obejmujące pierścieniem całą sz. korz. bez jej przewężenia,
- 3 — porażenie średnie. 10—25% powierzchni li. i łód. pokrytych plamami, 10—25% porażonych zawiązków łuszcz. i wykształconych łuszcz., li. i łód. zdrowe, albo: silne porażenie i opadzina li., przy słabym (do 10%) porażeniu kw., łuszcz. i łód.,
- 4 — porażenie silne. Li., kw. i łuszcz. porażone do 50% powierzchni, plamy na łód. oraz zbrunatnienie i przewężenie sz. korz., albo: silne porażenie kw., zawiązków łuszcz. i łuszcz. wykształconych powyżej 50%, a słabe li. i łód. (do 10%), albo: silne porażenie i opadzina li., a kw. i ow. porażone poniżej 50%,
- 5 — porażenie b. silne. Wszystkie części roślin porażone. Li., pd. kw. i łuszcz. powyżej 50%, opadzina li., zasychanie i zaginanie wierzchołków pd. oraz zbrunatnienie, przewężenie i zgorzel sz. korz.

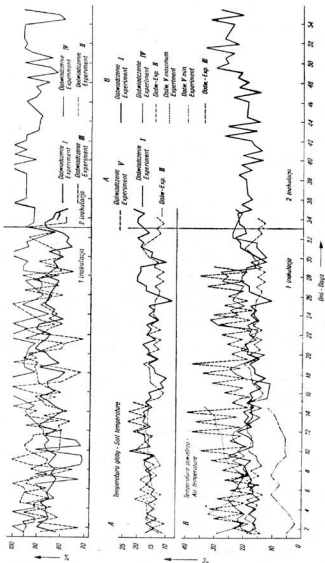
Z niewykiełkowanych nasion, chorych siewek i roślin starszych po powierzchniowym odkażeniu ich 0,1—0,25% wodnym roztworem sublimatu reizolowano patogeny i określano według uprzednio opisanych metod (Zarzycka 1959).

Przy opracowywaniu wyników zastosowano jednostronny test Dunnetta (1955) w oparciu o stopnie kątowe według tabel Freemana-Tukeya lub Blissa, przy czym ustalono następujące kryterium patogeniczności: za silnie patogeniczne uznano te gatunki, których średni stopień był większy od średniego stopnia z doniczek kontrolnych co najmniej o wartość $t_{(Dunnett)} \cdot S_d$ (przy S_d = standardowy błąd różnicy). Natomiast te gatunki, których średni stopień różnił się od stopnia z doniczek kontrolnych o wartość mniejszą niż $t_{(Dunnett)} S_d$, lecz większą od 0 uznano za słabo patogeniczne.

Aby porównać między sobą patogeniczność poszczególnych gatunków zastosowano wielokrotny test Duncana (Caliński 1964), który umożliwił zestawienie średnich stopni kątowych w grupy nie różniące się istotnie między sobą i zakreślone (w tabelach) wspólnymi liniami. Tak więc średnie, których nie łączy żadna wspólna linia, można uznać za różniące się istotnie między sobą, a odpowiednie gatunki za różniące się co do stopnia patogeniczności.

Warunki meteorologiczne

W czasie przeprowadzania wszystkich doświadczeń szklarniowych dokonywano dwukrotnie w ciągu dnia (godz. 8 i 16) pomiaru temperatury powietrza oraz wilgotności za pomocą psychrometrów Augusta. W doświadczeniach: I, II i III mierzono również temperaturę gleby w doniczkach na głębokości 5 cm. W doświadczeniu V (poletkowym) dokonywano w ciągu 14 dni po inokulacji pomiaru maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza oraz temperatury gleby. Wyniki pomiarów temperatury i wilgotności w czasie przeprowadzania doświadczeń infekcyjnych zostały przedstawione na ryc. 9.



Ryc. 9. Temperatura i wilgotność powietrza i gleby podczas doświadczeń
 Temperature and humidity of air and soil during the experiments

Wyniki doświadczeń infekcyjnych

Na wyniki doświadczeń infekcyjnych znaczny wpływ miało kilka czynników, a więc przede wszystkim temperatura gleby i powietrza panująca w czasie przeprowadzania doświadczeń, zwłaszcza w ciągu pierwszych kilku dni po inokulacji, a następnie sposób przeprowadzania inokulacji oraz wiek i stadium rozwojowe inokulowanych roślin.

Zależność patogeniczności od temperatury

Wyniki doświadczeń infekcyjnych potwierdziły w zasadzie teoretyczne założenia, wynikające z badań nad wpływem temperatury na kiełkowanie zarodników i rozwój grzybni w czystej kulturze.

W doświadczeniach I i II (tabela 3, 4) temperatura powietrza utrzymywała się na ogół na poziomie 13—20° C (przy pewnych wahaniami 12—25° C, zwłaszcza w późniejszym okresie), a temperatura gleby była przeważnie o 2—4° C niższa, niż temperatura powietrza. Warunki te sprzyjały rozwojowi tych gatunków *Fusarium*, które według opisanych w poprzednim rozdziale badań odznaczały się niższym optimum temperatury potrzebnej do kiełkowania zarodników i wzrostu grzybni (23° C), a więc *Fusarium avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* oraz *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*. Gatunki te, wraz z *F. culmorum* wykazującym szeroki zakres temperatur optymalnych, były najsilniej patogeniczne w stosunku do siewek modraka, kapusty i żyta, przy czym w większości kombinacji, zwłaszcza w przypadku kapusty i żyta, na pierwsze miejsce wysunęło się *F. avenaceum* var. *herbarum*. W stosunku do siewek pomidorów żaden z badanych gatunków *Fusarium* nie był silnie patogeniczny. Natomiast gatunki wymagające wysokiego optimum temperatury do wzrostu, jak obie formy *F. Martii* var. *minus*, *F. conglutinans* i *F. redolens*, były na ogół albo słabo patogeniczne, albo też nie wywoływały żadnych objawów chorobowych (tabela 3 i 4).

W czasie przeprowadzania doświadczenia III (tabela 5) w szklarni panowały stosunkowo wysokie temperatury (średnio 24,4°, okresami sięgające nawet 39°), co sprzyjało porażeniu siewek modraka i kapusty przez te gatunki *Fusarium*, które wymagają wysokiego optimum (27—29°) i maksimum (39°) temperatury, a więc przede wszystkim obie formy *F. Martii* var. *minus* i *F. redolens*, oraz przez gatunki odznaczające się szerokim zakresem temperatur optymalnych jak *F. equiseti* var. *bullatum* i *F. culmorum*. W stosunku do modraka najsilniej patogeniczne było *F. equiseti* var. *bullatum*, a następnie *F. Martii* var. *minus* (tabela 5). Natomiast w stosunku do kapusty — *F. Martii* var. *minus* f. 3 i *F. culmorum*. Żaden z badanych gatunków nie był silnie patogeniczny dla pomidorów, natomiast największe porażenie żyta wywołało *F. redolens*,

które na pozostałych roślinach doświadczalnych występowało sporadycznie. Wszystkie te gatunki porażały z reguły większy procent siewek w doświadczeniu III (tabela 5) niż w doświadczeniach I i II (tabela 3, 4).

Gatunki wymagające niższego optimum (23°), a zwłaszcza maximum temperatury kiełkowania zarodników i wzrostu grzybni, jak *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*, poraziły w doświadczeniu III mniejszy procent siewek modraka niż w doświadczeniu II, gdyż temperatury panujące w III doświadczeniu były zbyt wysokie. W przypadku kapusty różnice te były mniej wyraźne. Jednakże dwa pierwsze z ostatnio wymienionych gatunków wywołały na życie większe nasilenie objawów chorobowych w doświadczeniu III, co było przypuszczalnie spowodowane zwiększoną wrażliwością siewek żyta na infekcję w nieodpowiednich dla rozwoju tej rośliny zbyt wysokich temperaturach.

Rozpatrując wyniki otrzymane w doświadczeniu IV (tabela 6) można wyciągnąć wniosek, że temperatura panująca w szklarni w czasie jego przeprowadzania nie miała większego wpływu na zróżnicowanie badanych gatunków *Fusarium* pod względem patogeniczności. Temperatura wahała się w granicach od 11° do 35° , co sprzyjało rozwojowi wszystkich badanych gatunków *Fusarium*. Nie została również przekroczona temperatura maksymalna dla żadnego z gatunków.

W doświadczeniu tym najsilniej patogeniczne dla starszych roślin modraka okazało się *F. redolens*, a średnio patogeniczne: obie formy *F. avenaceum*, obie formy *F. Martii* var. *minus* i *F. equiseti* var. *bullatum*. Pozostałe gatunki były słabo patogeniczne.

Natomiast wpływ temperatury na patogeniczność badanych gatunków *Fusarium* widać wyraźnie w doświadczeniu V (tabela 7). Temperatura panująca w okresie przeprowadzania doświadczenia wahała się w dość szerokich granicach ($2,2$ — $33,4^{\circ}$). Wprawdzie nie została przekroczona maksymalna temperatura wzrostu żadnego z gatunków, ale w ciągu kilku pierwszych dni po inokulacji minimalne temperatury wahały się w granicach $2,2$ — 5° , co niewątpliwie wpłynęło na zahamowanie infekcji przez te gatunki *Fusarium*, u których minimum temperatury dla wzrostu grzybni i kiełkowania zarodników znajduje się powyżej 5° (przede wszystkim *F. conglutinans* i *F. redolens*, a do pewnego stopnia *F. Martii* var. *minus* i *F. avenaceum*). Ogólnie biorąc silnie patogenicznymi dla siewek modraka były w tym doświadczeniu gatunki: *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. culmorum*, *F. Martii* var. *minus* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*, czyli gatunki mające różne wymagania co do temperatury.

Tabela 3

Wpływ 9-ciu gatunków i form *Fusarium* na wschody i porażenie siewek modraka
wykładane do gleby
Influence of 9 species and forms of *Fusarium* on emergence and seedling infections
inoculum placed in the

a. Wpływ badanych gatunków *Fusarium*
Influence of examined species of *Fusarium*

Patogen Pathogen	Wschody—emergence								Porażenie MO- Spanish	
	modrak—Spanish colewort		kapusta cabbage		pomidory tomatoes		żyto rye		%	stop. Fr.-T. degrees of Fr.-T.
	%	stop. Fr.-T. Degrees of Fr.-T.	%	stop. Fr.-T. degrees of Fr.-T.	%	stop. Fr.-T. degrees of Fr.-T.	%	stop. Fr.-T. degrees of Fr.-T.		
<i>F. av.</i>	17	25,0	34	35,7	58	41,1	48	43,9	6	14,4
<i>F. av. herb.</i>	46	42,8	48	43,9	89	56,1	55	47,8	7	14,8
<i>F. M. mín.</i>	46	42,8	25	30,3	24	29,5	63	56,0	2	9,9
<i>F. M. mín. 3</i>	29	32,8	22	26,5	25	30,0	76	66,1	0	6,3
<i>F. cul.</i>	23	20,2	9	10,1	30	33,6	93	75,1	6	16,3
<i>F. red.</i>	17	34,9	22	28,2	29	33,1	45	42,3	0	6,3
<i>F. con.</i>	29	32,3	11	19,3	19	26,4	51	45,6	2	9,1
<i>F. eq. bul.</i>	23	27,8	17	24,1	26	31,9	65	53,4	6	6,3
<i>F. sc. ac. tr.</i>	19	23,8	17	23,8	30	32,8	60	50,7	1	6,1
kontrolne	17	25,0	9	14,9	23	29,1	31	33,7	0	6,3
Najm. ist. różn. L.S.D. Wg Dunnetta przy P=0,05		14,8		16,1		14,9		16,4		9,0

b. Patogeniczność badanych
Pathogenicity of examined

Żywiciel Host	Patogeniczność											
	na podstawie wpływu na wschody — in terms of the influence on emer-											
Modrak Spanish colewort	Patogen	K	<i>F. av.</i>	<i>F. sc. ac. tr.</i>	<i>F. eq. bul.</i>	<i>F. cul.</i>	<i>F. con.</i>	<i>F. M. mín. 3</i>	<i>F. red.</i>	<i>F. M. mín.</i>	<i>F. av. herb.</i>	<i>F. M. mín.</i>
	stop.Fr.-T.	25,0	29,0	28,8	27,8	28,2	32,3	32,8	34,9	42,8	42,8	
Kapusta Cabbage	Patogen	K	<i>F. cul.</i>	<i>F. con.</i>	<i>F. sc. ac. tr.</i>	<i>F. eq. bul.</i>	<i>F. M. mín. 3</i>	<i>F. red.</i>	<i>F. M. mín.</i>	<i>F. av. herb.</i>	<i>F. av. herb.</i>	
	stop.Fr.-T.	16,9	14,1	19,3	23,8	24,1	26,6	28,3	30,3	35,7	43,9	
Pomidor Tomato	patogen	<i>F. con.</i>	K	<i>F. M. mín.</i>	<i>F. M. mín. 3</i>	<i>F. eq. bul.</i>	<i>F. sc. ac. tr.</i>	<i>F. red.</i>	<i>F. cul.</i>	<i>F. av. herb.</i>	<i>F. av. herb.</i>	
	stop.Fr.-T.	26,6	29,1	29,5	30,0	31,9	32,8	33,1	33,6	49,9	56,1	
Żyto Rye	patogen	K	<i>F. red.</i>	<i>F. av.</i>	<i>F. con.</i>	<i>F. av. herb.</i>	<i>F. sc. ac. tr.</i>	<i>F. eq. bul.</i>	<i>F. M. mín.</i>	<i>F. M. mín. 3</i>	<i>F. cul.</i>	
	stop.Fr.-T.	33,7	42,2	43,9	45,6	47,8	50,7	53,4	56,0	60,1	75,1	

Gatunki nie różniące się pod względem patogeniczności podkreślono wspólnymi liniami
Species of the same pathogenicity are underlined together

— Table 3

abisyńskiego, kapusty, pomidorów i żyta. I doświadczenie (szklarniowe) — inokulum razem z nasionami

of Spanish colewort, cabbage, tomato and rye. First greenhouse experiment — soil together with seeds

inż na wschody i porażenia roślin

inż on emergence and infection of plants

siewki — infected seedlings									
drak colewort		kapusta — cabbage		pomidory — tomatoes			żyto — rye		
średni stopień poraż. average degree of infection	%	stop Fr.-T. degrees of Fr.-T.	średni stopień poraż. average degree of infection	%	stop.Fr.-T. degrees of Fr.-T.	średni stopień poraż. average degree of infection	%	stop.Fr.-T. degrees of Fr.-T.	średni stopień poraż. average degree of infection
2,0	3	9,9	2,0	1	8,1	2,0	0	6,3	6,0
2,7	7	17,2	9,7	1	8,1	3,0	10	19,7	2,6
1,5	3	10,9	2,0	2	9,9	2,5	0	6,3	0,0
0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0
2,7	0	6,3	0,0	2	9,9	3,0	0	6,3	0,0
0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0
2,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	1	8,1	2,0
0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0
2,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0
0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0
		7,2			5,9			4,9	

gatunków *Fusarium*
species of *Fusarium*

Pathogenicity												
geny	na podstawie ilości porażonych roślin — in terms of number of infected plants											
najmn. r. gr. Duncana L.—0,05 R., 11,9—14	K	F. M. min. 3	F. eq. bul.	F. red.	F. ac. tr.	F. con.	F. M. min.	F. av.	F. av. herb.	F. cul.		rozstęp graniczny Wg Duncana L.—0,05 R., 7,7—9,9
	6,3	6,3	6,3	6,3	8,1	9,1	9,9	14,4	14,8	15,3		
13,0—15,2	K	F. M. min. 3	F. cul.	F. ac. tr.	F. eq. bul.	F. con.	F. red.	F. av.	F. M. min.	F. av. herb.		6,8—7,3
	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	9,9	10,9	17,3		
12,0—14,1	K	F. M. min. 3	F. ac. tr.	F. eq. bul.	F. con.	F. red.	F. av.	F. av. herb.	F. M. min.	F. cul.		5,4—6,2
	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	8,1	8,1	9,9	9,9		
13,2—15,4	K	F. M. min.	F. M. min. 3	F. cul.	F. ac. tr.	F. eq. bul.	F. red.	F. av.	F. con.	F. av. herb.		5,2—5,9
	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	8,1	19,7		

Objaśnienia skrótów — jak w tabeli 4

Legend — as in table 4

b. Patogeniczność badanych gatunków *Fusarium* (na podstawie liczby porażonych roślin)
 Pathogenicity of examined species of *Fusarium* (in terms of number of infected plants)

Żywiciel Host	Patogeniczność—Pathogenicity												Rozstęp graniczny wg Duncana przy L = 0,05 R ₁₀
	K	F.M. min.	F. 6,3	F. eq. bul.	F. con.	F. red.	F. min.	F.M. 3	F. cul.	F. ac. tr.	F. sc. herb.	F. av. herb.	
Modrak Spanish colewort	6,3	6,3	6,3	6,3	10,9	10,9	16,9	18,1	25,0	27,5	32,1	8,4—9,7	
Kapusta Cabbage	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	9,1	11,7	15,1	18,2	7,7—8,5	
Żyto Rye	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	9,9	13,5	13,6	15,4	16,3	17,0	9,6—10,9	

Gatunki nie różniące się pod względem patogeniczności podkreślono wspólnymi liniami.

Species of the same pathogenicity are underlined together.

Objaśnienie skrótów — Legend

K — kontrolne — control

F. av. — *Fusarium avenaceum*

F. av. herb. — *Fusarium avenaceum* var. *herbarum*

F. M. min. — *Fusarium Mortii* var. *minus*

F. M. min. 3 — *Fusarium Mortii* var. *minus* f. 3

F. cul. — *Fusarium culmorum*

F. red. — *Fusarium redolens*

F. con. — *Fusarium conglutinans*

F. eq. bul. — *Fusarium equiseti* var. *bulbatum*

F. sc. ac. tr. — *Fusarium scirpi* ssp. *aveninatum* var. *triseptatum*

Stop. Fr.-T. — stopnie kątowe wg tabel Freemana-Tukeya — degrees of Freeman-Tukey

Tabela 5 — Table 5

Porównanie patogeniczności 9-ciu gatunków i form *Fusarium* w stosunku do siewek modraka abisyńskiego, kapusty, pomidorów i żyta

Doświadczenie III (szklarniowe) — inokulacja przez opryskiwanie wodną zawiesiną zarodników

Comparison of pathogenicity of 9 species and forms of *Fusarium* in relation to Spanish colewort, cabbage, tomato and rye seedlings

Third greenhouse experiment — inoculation by spraying with spore suspension

a. Wpływ badanych gatunków *Fusarium* na porażenie roślin
Influence of examined species of *Fusarium* on plant infection

Patogen Pathogen	Modrak — Spanish colewort			Kapusta — Cabbage			Pomidory — Tomatoes			Żyto — Rye		
	porażone siewki infected seedlings		średni stopień porażenia average degree of infection	porażone siewki infected seedlings		średni stopień porażenia average degree of infection	porażone siewki infected seedlings		średni stopień porażenia average degree of infection	porażone siewki infected seedlings		średni stopień porażenia average degree of infection
	%	Fr.-Tukeya degrees of infection		%	Fr.-Tukeya degrees of infection		%	Fr.-Tukeya degrees of infection		%	Fr.-Tukeya degrees of infection	
<i>F. avenaceum</i>	11	19,3	2,0	9	17,9	2,8	0	6,3	0,0	27	30,7	2,8
<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	9	16,7	3,0	7	15,4	2,0	0	6,3	0,0	30	33,4	2,6
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i>	16	24,0	2,1	8	16,2	2,1	0	6,3	0,0	23	27,6	2,7
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i> f. 3	13	21,9	1,8	13	21,2	2,5	2	9,1	2,0	27	30,3	2,5
<i>F. culmorum</i>	6	14,1	2,1	11	20,5	1,3	0	6,3	0,0	21	23,6	2,8
<i>F. redolens</i>	3	10,9	2,3	2	9,9	2,8	1	8,1	2,0	55	54,4	1,1
<i>F. conglutinans</i>	2	9,1	2,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0
<i>F. equiseti</i> var. <i>bullatum</i>	44	44,7	2,9	10	17,3	2,8	1	8,1	1,0	32	35,5	2,7
<i>F. scirpi</i> ssp. <i>acuminatum</i> var. <i>triseptatum</i>	7	16,4	2,2	8	14,6	2,0	1	8,1	3,0	0	6,3	0,0
Kontrolne — Control	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0	0	6,3	0,0
Najmniejsza różnica, L.S.D. wg Dunnetta przy $P = 0,05$		17,5			13,0			5,8			43,5	

b. Patogeniczność badanych gatunków *Fusarium* (na podstawie liczby porażonych roślin)
 Pathogenicity of examined species of *Fusarium* (in terms of number of infected plants)

		Patogeniczność — Pathogenicity										Rozstęp graniczny wg Duncana przy L = 0,05 R ₉₀				
Modrak Spanish colewort	patogen st. Fr.-Tuk.	K	<u>F. con.</u>	<u>F. red.</u>	<u>F. cul.</u>	<u>F. sc.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. sc.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. herb.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. min.</u>	<u>F. M.</u>	<u>F. min.</u>	<u>F. eq.</u>	14,1—16,5
		6,3	9,1	10,9	14,1	16,4	16,7	19,3	21,9	24,0	44,7					
Kapusta Cabbage	patogen st. Fr.-Tuk.	K	<u>F. con.</u>	<u>F. red.</u>	<u>F. sc.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. M.</u>	<u>F. eq.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. bul.</u>	<u>F. eq.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. cul.</u>	<u>F. min.</u>	<u>F. M.</u>	10,6—12,4
		6,3	6,3	9,9	14,6	15,4	16,2	17,3	17,9	20,5	21,2					
Pomidor Tomato	patogen st. Fr.-Tuk.	K	<u>F. M.</u>	<u>F. min.</u>	<u>F. cul.</u>	<u>F. con.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. herb.</u>	<u>F. sc.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. sc.</u>	<u>F. tr.</u>	<u>F. bul.</u>	<u>F. eq.</u>	<u>F. M.</u>	5,3—7,0
		6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	9,1		
Żyto Rye	patogen st. Fr.-Tuk.	K	<u>F. sc.</u>	<u>F. ac. tr.</u>	<u>F. con.</u>	<u>F. cul.</u>	<u>F. M.</u>	<u>F. min.</u>	<u>F. M.</u>	<u>F. min.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. herb.</u>	<u>F. sc.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. eq.</u>	36,3—42,3
		6,3	6,3	6,3	23,6	27,6	30,3	30,7	33,4	35,5	54,4					

Gatunki nie różniące się pod względem patogeniczności podkreślono wspólnymi liniami
 Species of the same pathogenicity are underlined together

Objaśnienia skrótów — jak w tabeli 4
 — as in table 4

Legend

Tabela 6 — Table 6

Porównanie patogeniczności 9-ciu gatunków i form *Fusarium* w stosunku do roślin modraka abisyńskiego 2-krotnie inokulowanych: 1. przez okładanie grzybnia szylek korzeniowych roślin w okresie wytwarzania rozetki, 2. przez opryskanie zawieszoną zarodników roślin w stadium kwitnienia

Doświadczenie IV (szklarniowe)

Comparison of pathogenicity of 9 species and forms of *Fusarium* in relation to Spanish colewort twice inoculated: 1. by putting mycelium around collars of plants before flowering, 2. by spraying the flowering plants with spore suspension

Fourth greenhouse experiment

a. Wpływ badanych gatunków *Fusarium* na porażenie roślin
Influence of examined species of *Fusarium* on infection of plants

Patogen Pathogen	Porażenie roślin inokulowanych — Infection of inoculated plants		
	w stadium rozetki — before flowering	w stadium kwitnienia — during flowering	średni stopień porażenia average degree of infection
	porażone ogółem total %	porażające dying plants %	porażone ogółem total %
<i>F. avenaceum</i>	54,7	2,7	69,5
<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	36,0	8,0	86,7
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i>	40,0	8,0	66,7
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i> f. 3	26,7	2,7	36,0
<i>F. culmorum</i>	24,0	5,3	25,5
<i>F. redolens</i>	33,3	6,7	96,0
<i>F. conglutinans</i>	16,0	2,7	26,7
<i>F. equiseti</i> var. <i>bullatum</i>	14,7	5,3	54,7
<i>F. scripfi</i> ssp. <i>acuminatum</i> var. <i>triseptatum</i>	6,7	6,7	30,7
najmn. ist. różnica L.S.D. wg Dunnetta przy P = 0,05			0,8

b. Patogeniczność badanych gatunków *Fusarium* (na podstawie średniego stopnia porażenia)
 Pathogenicity of examined species of *Fusarium* (in terms of average degree of infection)

Patogen Pathogen Średni stop. poraż. Average degree of infection	Patogeniczność — Pathogenicity										Rozstęp graniczny wg Dunkana przy $L = 0,05$ R_{10}
	<u>F. sc. sc. fr.</u>	<u>F. cul.</u>	<u>F. con.</u>	<u>F. M. min. 3</u>	<u>F. eq. bul.</u>	<u>F. M. min.</u>	<u>F. av. herb.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. red.</u>		
	0,5	0,6	0,9	2,7	2,7	3,1	3,2	3,5	4,9	0,7—0,8	

Gatunki nie różniące się patogenicznością podkreślono wspólnymi liniami

Species of the same pathogenicity underlined together

Objasnienia skrótów — jak w tabeli 4

Legend — as in table 4

Tabela 7 — Table 7

Porównanie patogeniczności 9-ciu gatunków i form *Fusarium* w stosunku do modraka abisyńskiego w warunkach polowych
Doświadczenie polowe (V) — Inokulum wykladane do gleby razem z nasionami
Comparison of pathogenicity of 9 species and forms of *Fusarium* in relation to Spanish colewort in field conditions

Field (V-th) experiment — inoculum-placed in the soil together with seeds

a. Wpływ badanych gatunków *Fusarium* na wschody i porażenie roślin
Influence of examined species of *Fusarium* on emergence and plant infection

Patogen Pathogen	Nasiona niekieł- kujące Nongerminating seeds		Rośliny porażone — Infected plants					
	%	stopnie Blissa degrees of Bliss	siewki — seedlings		rośliny starsze — older plants			
			%	stopnie Blissa degrees of Bliss	średni stopień porażenia average degree of infection	porażenie szyłek ko- rzeniow. infection of collar region	porażenie pędów i kwiatost. infection of stems and inflo- rescences	średni sto- pień pora- żenia average degree of infection
<i>F. avenaceum</i>	40,7	39,7	5,4	13,4	3,0	0,0	0,3	2,0
<i>F. avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	51,8	46,0	14,9	22,7	2,8	5,1	1,2	1,4
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i>	59,8	50,7	8,2	16,6	1,7	2,0	0,9	1,5
<i>F. Martii</i> var. <i>minus</i> f. 3	30,9	33,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. culmorum</i>	46,0	42,7	8,9	17,3	2,9	3,2	0,0	1,1
<i>F. redolens</i>	27,3	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. conglutinans</i>	35,0	36,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0
<i>F. equiseti</i> var. <i>bulbatum</i>	31,8	34,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. scirpi</i> ssp. <i>acuminatum</i> var. <i>triseptatum</i>	27,0	31,3	2,9	9,7	1,8	0,0	0,0	0,0
Kontrolne — Control	26,2	30,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
najmn. ist. różnica wg Dunnetta L.S.D. przy P = 0,05		3,5		1,5				

b. Patogeniczność badanych gatunków *Fusarium*
Pathogenicity of examined species of *Fusarium*

		Patogeniczność — Pathogenicity										Rozstęp graniczny wg Duncana przy L=0,06 R ₁₀
Na podstawie wpływu na wschody In terms of influence on emergence	patogen	K	<u>F. sc.</u>	<u>F. red.</u>	<u>F. M. min. 3</u>	<u>F. eq. bul.</u>	<u>F. con.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. cul.</u>	<u>F. herb.</u>	<u>F. M. min.</u>	
	st. (degre- rees) Bl.	30,7	31,4	33,7	34,3	36,3	36,7	42,7	46,0	50,7	2,8—3,3	
Na podstawie ilości porażonych roślin In terms of number of infected plants	patogen	K	<u>F. M. min. 3</u>	<u>F. eq. bul.</u>	<u>F. con.</u>	<u>F. red.</u>	<u>F. sc. ac. tr.</u>	<u>F. av.</u>	<u>F. M. min.</u>	<u>F. cul.</u>	<u>F. herb.</u>	
	st. (degre- rees) Bl.	0	0	0	0	0	9,7	13,4	16,7	17,3	22,7	1,4—1,5

Gatunki nie różniące się patogeniznością podkreślono wspólnymi liniami

Species of the same pathogenicity are underlined together

Objaśnienia skrótów — jak w tabeli 4

Legend — as in table 4

Wpływ sposobu inokulacji

Zastosowany sposób inokulacji był drugim czynnikiem, który w poszczególnych doświadczeniach miał znaczny wpływ na zróżnicowanie badanych gatunków *Fusarium* pod względem patogeniczności oraz na lokalizację objawów chorobowych na inokulowanych roślinach (tab. 8).

Po inokulacji przez zakażanie gleby pierwsze objawy chorobowe występowały zazwyczaj na tych częściach roślin, które się stykały bezpośrednio z inokulum. W przypadku inokulowania za pomocą przykrywania wysianych nasion grzybnią (w doświadczeniach I i V — tab. 3, 7) kiełkujące rośliny musiały przerosnąć poprzez warstwę inokulum, ich liście, a zwłaszcza szyjki korzeniowe stykały się z grzybem przez dłuższy okres czasu. Dlatego objawy chorobowe wystąpiły przede wszystkim na tych właśnie częściach roślin. Obserwowano również wystąpienie zgorzeli przedwschodowej siewek, co wyraziło się zmniejszeniem wschodów.

Po inokulacji przez podlewanie zawiesiną zarodników (doświadczenie II — tabela 4) zarodniki spływające w głąb ziemi stanowiły niebezpieczeństwo dla szyjek korzeniowych i korzeni inokulowanych roślin. Po zastosowaniu tych sposobów inokulacji na pierwsze miejsce pod względem patogeniczności wysunęły się gatunki porażające głównie dolne (podziemne) części roślin, a więc przede wszystkim *F. culmorum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*, a w mniejszym stopniu *F. Martii* var. *minus* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*.

Po inokulacji przez okładanie szyjek korzeniowych warstwą grzybni (doświadczenie IV, sposób inokulacji 1 — tabela 6), gdy inokulum przez dłuższy okres stykało się z szyjkami korzeniowymi roślin, panowały warunki wybitnie sprzyjające infekcji. Infekcja wystąpiła przede wszystkim na roślinach inokulowanych gatunkami *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i obiema formami *F. Martii* var. *minus*, czyli tymi patogenami, które również w pozostałych doświadczeniach powodowały porażenie szyjek korzeniowych siewek modraka. Zastosowany sposób inokulacji wpłynął również na wystąpienie silnego porażenia roślin przez *F. redolens*, który to grzyb po opryskiwaniu czy też podlaniu siewek zawiesiną zarodników poraził modraka w słabym stopniu.

Inokulacja przez opryskanie siewek zawiesiną zarodników (doświadczenie III — tabela 5) sprzyjała przede wszystkim infekcji przez gatunki porażające górne części roślin, liście i liście, a więc przez *F. equiseti* var. *bullatum* i *F. redolens*. Ale równocześnie sposób ten stanowił jakby rozszerzenie metody przyjętej w doświadczeniu II, gdyż

zawiesina spływająca z liści i łodyg mogła stanowić niebezpieczeństwo dla szyjek korzeniowych i korzeni inokulowanych roślin. Dlatego wystąpiły również objawy chorobowe wywołane przez gatunki porażające głównie dolne części siewek, jak *F. culmorum*, *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*. Infekcję wywoływały również gatunki porażające całe siewki, a więc obie formy *F. Martii* var. *minus* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*.

Po inokulacji przez opryskanie w czasie kwitnienia (doświadczenie IV; sposób inokulacji 2 — tabela 6) objawy chorobowe wystąpiły głównie na górnych częściach roślin, a więc na kwiatach, łuszczykach, liściach oraz górnych częściach pędów. Porażenie tych wszystkich organów powodowały przede wszystkim gatunki *F. redolens*, *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, obie formy *F. Martii* var. *minus* oraz *F. equiseti* var. *bullatum*. Natomiast *F. conglutinans* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* porażały wyłącznie liście, a *F. culmorum* było zupełnie niepatogeniczne.

Zależność patogeniczności od wieku inokulowanych roślin

Wiek i stadium rozwojowe inokulowanych roślin były następnymi czynnikami, które odegrały rolę w doświadczeniach infekcyjnych. Należy tu podkreślić, że czynniki te wiązały się tak ściśle ze sposobem inokulacji, że w niektórych przypadkach trudno jest je od siebie oddzielić.

Wschody. Wiele z badanych gatunków *Fusarium* porażało rośliny znajdujące się w bardzo wczesnych stadiach rozwojowych i powodowało zgorzel przedwzrostową. Istotny wpływ na zmniejszenie wschodów modraka, zarówno w warunkach szklarniowych, jak i polowych (tabela 3, 7) wykazały gatunki *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. Martii* var. *minus*, a ponadto — wyłącznie w warunkach polowych — *F. avenaceum*, *F. culmorum* i *F. conglutinans*. W przypadku kapusty i pomidorów istotny wpływ na wschody wywarły: *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*, a w przypadku żyta — głównie *F. culmorum*, a w nieco mniejszym stopniu obie formy *F. Martii* var. *minus*, *F. equiseti* var. *bullatum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* (tabela 3). Z niekiełkujących nasion i zamarłych kielków izolowano przeważnie te gatunki *Fusarium*, którymi była inokulowana dana kombinacja.

Siewki. Na siewkach występowały gatunki porażające zarówno górne, jak i dolne części roślin (tabela 8).

Nie obserwowano zasadniczych różnic w objawach chorobowych wywołanych na siewkach modraka przez poszczególne gatunki *Fusarium*.

Występowało przede wszystkim brunatnienie i zasychanie liścieni powodowane przez obie formy *F. avenaceum*, obie formy *F. Martii* var. *minus* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*, oraz *F. redolens* — na ogół w przypadku siewek nieco starszych. Ponadto liścienie i rozwijające się liście starszych siewek modraka były porażone przez *F. equiseti* var. *bullatum*, który powodował powstawanie na porażonych organach okrągłych, białawych, następnie brunatniejących plam, które powiększały się obejmując stopniowo całą powierzchnię liścia i powodując jego zamieranie. Na dolnych częściach roślin modraka obserwowano brunatnienie i przewężanie szyjek korzeniowych prowadzące do zniszczenia naczyń i śmierci roślin wywoływane głównie przez *F. culmorum*, obie formy *F. avenaceum*, *F. Martii* var. *minus*, a w mniejszym stopniu przez *F. conglutinans* i *F. Martii* var. *minus* f. 3. Ponadto dwa pierwsze z wymienionych gatunków powodowały brunatnienie i obumieranie korzeni młodych roślin modraka. Dla siewek modraka najgroźniejsze były te gatunki, które porażały zarówno dolne, jak i górne części roślin, powodując z reguły ich zamieranie, a więc obie formy *F. avenaceum* i *F. Martii* var. *minus*.

Na siewkach kapusty obserwowano objawy podobne do wywoływanych na modraku, a więc brunatnienie, zasychanie i wykruszanie liścieni, często prowadzące do zamierania bardzo młodych roślin, wywoływane przez obie formy *F. avenaceum*, *F. culmorum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*. Na liścieniach i liściach siewek nieco starszych obserwowano białawe plamy wywoływane przez *F. equiseti* var. *bullatum*. Na szyjkach korzeniowych kapusty obserwowano występowanie zgorzeli powodowanej głównie przez *F. culmorum* i *F. conglutinans*, a w mniejszym stopniu przez obie formy *F. avenaceum*, obie formy *F. Martii* var. *minus* i *F. equiseti* var. *bullatum*. Żaden z badanych gatunków nie był dla siewek kapusty silnie patogeniczny, a do średnio patogenicznych względem nich zaliczyć można: *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. Martii* var. *minus* f. 3 i *F. culmorum*.

Na siewkach pomidorów badane gatunki *Fusarium* występowały w bardzo słabym nasileniu; w sporadycznych przypadkach żółknięcie, a następnie brunatnienie liścieni prowadzące do zamierania roślin powodowane było przez *F. culmorum*, obie formy *F. avenaceum*, *F. Martii* var. *minus* f. 3, *F. redolens* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*, bielenie liścieni — przez *F. equiseti* var. *bullatum* oraz zgorzel szyjek korzeniowych — przez *F. avenaceum*, *F. culmorum* i *F. Martii* var. *minus*.

Objawy chorobowe na życie występowały zarówno na liściach, jak i na szyjkach korzeniowych, przy czym ich lokalizacja zależała w dużym stopniu od zastosowanej metody inokulacji. Porażone szyjki korzeniowe przybierały jaśniejsze, żółtawe zabarwienie, przewężały się i pokrywały

różowymi sporodochiami grzyba. Te objawy były powodowane przeważnie przez *F. culmorum* i obie formy *F. avenaceum* i prowadziły z reguły do śmierci rośliny. W przypadku porażenia szyjek korzeniowych przez inne gatunki *Fusarium* rośliny przeważnie przeżywały. Objawy chorobowe na liściach żyta były dość zróżnicowane. Obie formy *F. avenaceum* i *F. conglutinans* powodowały powstawanie na liściach żółtawych plam, które mogły stopniowo obejmować cały liść; następnie chore tkanki brunatniały, zasychały i stopniowo wykruszały się. Porażenie przez *F. culmorum* rozpoczynało się pojaśnieniem czubków liści, następnie liście pokrywały się jasnobrunatnymi plamami, zasychały i skręcały się pastorałowato. Objawy chorobowe powodowane przez obie formy *F. Martii* var. *minus* wyrażały się początkowo zmniejszeniem turgoru, a następnie występowaniem na liściach nieregularnych, żółtych plam. Po kilku dniach całe liście żółkły i brunatniały, a rośliny przeważnie zamierały. Porażenie siewek żyta przez *F. equiseti* var. *bullatum* i *F. redolens* objawiało się bielaniem, zasychaniem i skręcaniem się czubków liści, co czasem przechodziło w żółknięcie i brunatnienie całych liści. Rośliny porażone przez *F. redolens* przeważnie ginęły, a opanowane przez *F. equiseti* var. *bullatum* na ogół przeżywały. Najbardziej patogeniczne dla siewek żyta były obie formy *F. avenaceum*.

Rośliny w stadium rozetki. Lokalizacja objawów chorobowych wywołanych przez badane gatunki *Fusarium* na roślinach modraka w okresie wytwarzania rozetki zależała przede wszystkim od zastosowanego sposobu inokulacji. Na szyjkach korzeniowych chorych roślin pojawiały się brunatne plamki i smugi, które stopniowo obejmowały pierścieniem całą szyjkę. W kilku przypadkach wystąpiło przewężenie szyjek korzeniowych, rośliny wędły i ginęły lub też nie zamierały, ale przestawały rosnąć i rozwijać się. Jednak większość porażonych roślin, które wykazywały objawy chorobowe na szyjkach korzeniowych, rosła dobrze, doszła do stadium kwitnienia i wytworzyła nasiona. Wszystkie badane gatunki *Fusarium* dawały podobny obraz choroby. Najsilniej patogenicznym dla roślin modraka w tym stadium rozwojowym okazało się *F. avenaceum*.

Rośliny w stadium kwitnienia. W stosunku do kwitnących roślin modraka najsilniej patogeniczne było *F. redolens* (tabela 8), które porażało wszystkie nadziemne części rośliny. Na liściach powstawały drobne, brunatno obrzeżone i ograniczone nerwami plamy, które następnie powiększały się, pokrywając prawie całą blaszkę liściową. Na łodygach, od szyjki korzeniowej aż do pędów nasiennych, występowały centkowane lub smugowate plamy, a wierzchołki łodyg brunatniały, wyginały się pastorałowato, zasychały i wyglądały jakby opalone. Porażone młode

zawiązki owoców, do których pozostawały jakby przyklepione resztki okwiatu, brunatniały i zasychały wraz z szypułkami. Porażone łuszczyki starsze przybierały zabarwienie żółtawe, jasnobrunatne lub pergaminowobiałe, pojawiały się na nich ciemnobrunatne, lekko wgłębione plamy, początkowo drobne, następnie rozszerzające się i zlewające aż do pokrycia połowy powierzchni owocu. Tkanka naokoło plam przybierała zabarwienie stalowe lub też pozostawała pergaminowoblada. Porażone nasiona były słabiej wykształcone, nie kiełkowały i wykazywały obecność patogena.

Silnie patogeniczne w stosunku do kwitnących roślin modraka były obie formy *F. avenaceum* i *F. Martii* var. *minus*, które również porażały wszystkie nadziemne części rośliny. *Fusarium avenaceum* powodowało wystąpienie na liściach nieregularnych, brunatnych, ciemno obrzeżonych, nekrotycznych plam lub smug. Liście żółkły i często opadały. Na łodygach występowały brunatne, smugowate plamy, wierzchołki pędów brunatniały i wyginały się pastorałowato. Zawiązki łuszczynek brunatniały i zamierały oblepione resztkami okwiatu i oplecione grzybnią. Na starszych owocach występowała mozaika w postaci na przemian zielonych i beżowych plam; szypułki zasychały, a przy silniejszym porażeniu całe łuszczyki przybierały zabarwienie jasnobrunatne i często pokrywały się różowym nalotem grzyba. Materiał nasienny z porażonych roślin miał znacznie zmniejszoną siłę kiełkowania, a łuszczyki wykazywały obecność grzyba.

W przypadku porażenia modraka przez obie formy *F. Martii* var. *minus* na liściach pojawiały się drobne, punktowe lub duże, zlewające się plamy brunatne o rozmytych brzegach. Przy silniejszym porażeniu tkanka w miejscu plam wypadła, a całe liście żółkły. Na łodygach roślin pojawiały się brunatne plamy, okrągławe lub w postaci smug. Porażone kwiaty wykazywały brunatnienie płatków korony i działek kielicha, zasychały i pokrywały się białawą grzybnią. Brunatne zabarwienie przybierały również młode zawiązki łuszczynek, a na łuszczykach starszych i szypułkach owocowych występowały jasnobrunatne plamy pokrywające stopniowo całą powierzchnię, łuszczyki marszczyły się i jakby odbarwiałały. Materiał nasienny z porażonych roślin wykazywał znacznie zmniejszoną siłę kiełkowania i obecność patogena.

Fusarium equiseti var. *bullatum* powodował przede wszystkim żółknięcie i opadzinę liści. Poza tym obserwowano drobne, brunatne plamy na łodygach, zaginanie i zasychanie wierzchołków wzrostu oraz brunatnienie zawiązków łuszczynek.

Pozostałe gatunki *Fusarium*, z wyjątkiem *F. culmorum*, które nie wywołało żadnych objawów chorobowych, były tylko słabo patogeniczne dla modraka w stadium kwitnienia. Powodowały one przede wszystkim

występowanie na liściach plam brunatnych, kanciastych, ograniczonych nerwami (*F. conglutinans*) lub koncentrycznych, zgnilozielonych (*F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*).

DYSKUSJA

Wyniki uzyskane z uprzednio omówionych badań dotyczących temperatur optymalnych dla rozwoju różnych gatunków i form *Fusarium* nie pokrywają się całkowicie z danymi z literatury. Na przykład jako temperaturę optymalną dla *Fusarium culmorum* Tu (1929) i De Haan (1937) podają 27°C, a Ashley, Hobbs i Raistrick (1937) — 24°C, a według moich badań zakres temperatur optymalnych był szerszy i wynosił 21—27°C. Dla *Fusarium avenaceum* Tu (1929) określa szeroki zakres temperatur optymalnych 22—27°C, De Haan (1937) — 18—27°C, Mc Lean i Walker (1941) — 20—24°C; natomiast w moich doświadczeniach grzyb ten rozwijał się najlepiej w 23°C. Za temperaturę optymalną dla *Fusarium avenaceum* var. *herbarum* uznałam 23°C, czyli wyższą niż Pestinskaja (1959), a ponadto grzyb ten w moich doświadczeniach odznaczał się szerszym zakresem temperatur, w których mógł się rozwijać, niż to jest podane w pracy tej autorki.

Te różnice w ustalonych przez poszczególnych autorów temperaturach optymalnych dla wzrostu i rozwoju wymienionych gatunków *Fusarium* mogą wynikać z kilku przyczyn. Przede wszystkim chodzi tu prawdopodobnie o różne rasy tych samych gatunków, które mogą się odznaczać zmienionymi wymaganiami co do temperatury. Tu (1929) badał dwie różne formy *F. avenaceum*, dla których, chociaż zostały wyosobnione z tego samego żywiciela (tj. pszenicy), ustalono rozmaite temperatury optymalne (f. 1 — 22°C, f. 2 — 27°C). Należy przypuszczać, porównując moje wyniki z danymi z literatury, że izolaty tego samego gatunku *Fusarium* uzyskane z różnych żywicieli były odrębnymi rasami, a więc mogły odznaczać się różnymi wymaganiami co do temperatury. Gatunki *Fusarium* badane w tej pracy były wyosobnione z modraka, natomiast dane z literatury dotyczą przeważnie izolatów wyosobnionych z różnych zbóż.

Skład, a przede wszystkim kwasowość pożywki, na której grzyb był hodowany, mogą również wywierać pewien wpływ na jego wymagania co do temperatury. Większość przytoczonych autorów hodowała badane przez siebie gatunki na agarze glukozowo-ziemniaczanym (Tu 1929; Pestinskaja 1959) lub ziemniaczanym (Mc Lean i Walker 1941), a jedynie De Haan (1937) na zmodyfikowanym roztworze Richards'a i agarze słodowym, przy czym nie stwierdził on wpływu pożywek na wymagania grzybów co do temperatury.

Również Zaleski, Błaszczak i Glaser (1959) stwierdzili, że *F. culmorum* na agarze ziemniaczanym, agarze ziemniaczano-glukozowym i agarze słodowym (19—20° C) wykazało zbliżone optimum temperatury, a na kwaśnym agarze ziemniaczanym — wyraźnie wyższe (24—25° C). Decydującą rolę odgrywała tu prawdopodobnie kwasowość pożywki.

Ponadto należy podkreślić, że skład chemiczny używanych przez różnych autorów pożywek z wyciągiem ziemniaczanym z pewnością nie był identyczny, gdyż zależał w dużej mierze od odmiany ziemniaków użytych do przygotowywania wyciągów.

Przeprowadzone badania nad wpływem temperatury na rozwój wyizolowanych z modraka gatunków i form *Fusarium* stanowiły podbudowę do doświadczeń infekcyjnych.

Nikt dotychczas nie zajmował się badaniem patogeniczności *Fusarium* w stosunku do modraka abisyńskiego. Jeśli chodzi o pozostałe rośliny użyte do doświadczeń, to trudno jest porównać wyniki uzyskane w niniejszej pracy z danymi z literatury, gdyż są one skąpe i dotyczą tylko niektórych omawianych gatunków i niektórych badanych przeze mnie roślin.

Rozpatrując wpływ temperatury na patogeniczność gatunków *Fusarium* można stwierdzić, że wyniki otrzymane w doświadczeniach z *F. conglutinans* pokrywają się z danymi przedstawionymi przez T i m s'a (1926), który stwierdził największą patogeniczność tego gatunku w stosunkowo wysokiej temperaturze (27—33° C). W temperaturze 18—21° C było znacznie mniej chorych roślin, a przy 15° C choroba nie występowała zupełnie. Moje wyniki nie zgadzają się z danymi B l a n k a (1932), który uważa, że gatunek ten ma znacznie mniejsze wymagania co do temperatury (12—16,5° C). Ponieważ jednak P o u n d i F o w l e r (1953) wykryli dwie rasy tego grzyba, różniące się znacznie wymaganiami co do temperatury (rasa 1: 16—20° C; rasa 2: 28—32° C), należy przypuszczać, że w swoich doświadczeniach miałam do czynienia z rasą odznaczającą się wysokimi wymaganiami co do temperatury infekcji (na co zresztą wskazują wyniki uzyskane w II części tej pracy). Te wysokie wymagania mogły być jedną z przyczyn słabej patogeniczności *F. conglutinans* w moich doświadczeniach w stosunku do modraka i kapusty.

Jak już wspomniano, *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*, charakteryzujące się stosunkowo niskim optimum temperatury, wywoływały najsilniejsze porażenie modraka i kapusty w tych doświadczeniach (I i II), w czasie których panowały niezbyt wysokie temperatury znajdujące się niewiele poniżej optimum wzrostu grzybów. To spostrzeżenie nie zostało potwierdzone w przypadku żyta, gdzie większe nasilenie objawów chorobowych wywoływanych przez te gatunki *Fusarium* wystąpiło przy stosunkowo wysokiej temperaturze (doświadczenie III).

Prawdopodobnie było to spowodowane tym, że siewki żyta rozwijające się w warunkach polowych zazwyczaj w stosunkowo niskiej temperaturze wynoszącej kilka lub kilkanaście stopni powyżej zera wykazały w nieodpowiedniej dla nich wyższej temperaturze większą wrażliwość na infekcję przez *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*. Potwierdzają to dane z literatury: Johnson i Greaney (1942) stwierdzili wystąpienie największego porażenia pszenicy przez *F. avenaceum* w temperaturze 25° C.

Wiek roślin miał znaczny wpływ na wystąpienie infekcji oraz na charakter objawów chorobowych. Wiele spośród badanych w tej pracy gatunków *Fusarium* uważanych jest za bardziej patogeniczne dla siewek niż dla roślin starszych. Według Bakshi'ego (1951) *Fusarium avenaceum* wywołuje głównie zgorzel przedwzchodową i porażenie siewek zbóż; według Kendricka (1930) *F. conglutinans* jest najgroźniejsze dla siewek krzyżowych, a Gordon i Sprague (1941) izolowali *F. scirpi* ssp. *acuminatum* przede wszystkim z młodych roślin zbóż. Wyniki uzyskane w mojej pracy potwierdziły w zasadzie dane z literatury dotyczące patogeniczności tych gatunków w stosunku do modraka, zależnie od stadium rozwojowego. *F. culmorum* i *F. scirpi*, ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* porażały najsilniej siewki, a nie atakowały w ogóle lub tylko w znacznie słabszym stopniu rośliny starsze w okresie wytwarzania rozetki i w stadium kwitnienia. Natomiast *F. avenaceum* było silnie patogeniczne zarówno dla siewek, jak i roślin kwitnących, a tylko nieco słabiej dla roślin w czasie wytwarzania rozetki, a *F. conglutinans* również porażało rośliny we wszystkich badanych stadiach rozwojowych.

Przeprowadzone doświadczenia infekcyjne pozwoliły ustalić, że izolowane z modraka abisyńskiego gatunki i formy *Fusarium* mogą być patogeniczne dla tej rośliny. Modrak nie jest w naszych warunkach dostatecznie zaaklimatyzowany i wskutek tego łatwo może być porażany przez grzyby z rodzaju *Fusarium* występujące na innych roślinach, tym bardziej, że grzyby te są organizmami wielożywnymi i żaden nie jest związany z jednym specyficznym żywicielem.

Źródłem infekcji dla plantacji modraka mogą być przede wszystkim resztki poźniwne pozostałe w glebie po roślinach zbożowych czy kapustnych (odpowiednik w przeprowadzonych doświadczeniach — inokulowanie grzybnią wraz z zarodnikami), dzięki którym takie gatunki, jak *Fusarium culmorum*, *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum* mogą się z łatwością przenosić.

Drugim źródłem infekcji mogą stać się sąsiednie uprawy innych roślin porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, z których zarodniki mogą zostać przeniesione za pomocą prądów powietrza na mokre liście czy

kwiaty modraka (odpowiednik w doświadczeniach — inokulowanie zawieszoną zarodników). W ten sposób mogą przenosić się prawie wszystkie badane w tej pracy gatunki czy formy *Fusarium*.

WNIOSKI

Z badań nad wpływem temperatury na rozwój badanych gatunków *Fusarium* wynikają następujące wnioski:

1. Temperatura ma duży wpływ na rozwój badanych gatunków *Fusarium*.

2. Temperatury optymalne dla wzrostu powierzchniowego i suchej masy grzybni są różne w zależności od gatunku:

a) niskiej temperatury (23°C) wymagają: *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*,

b) wysokiej (27—29°C): *F. Martii* var. *minus*, *F. Martii* var. *minus* f. 3, *F. conglutinans* i *F. redolens*, c) szeroki zakres temperatur (23—27°C) wykazały: *F. culmorum* (21—29°C) i *F. equiseti* var. *bullatum*.

3. Gatunki i formy wymagające wysokiego optimum temperatury wzrostu wymagały również wyższych temperatur minimalnych i maksymalnych niż gatunki charakteryzujące się niskim optimum:

a) *F. Martii* var. *minus* i *F. Martii* var. *minus* f. 3 rozwijały się w granicach od 5°C do 39°C, *F. conglutinans* i *F. redolens* od 5°C do 37°C,

b) *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* — od 2°C do 35°C, c) *F. equiseti* var. *bullatum* i *F. culmorum* rozwijały się w temperaturach pośrednich.

4. Najwcześniejsze i najobfitsze zarodnikowanie oraz najsilniejsze wydzielanie pigmentu typowego dla gatunku występowało w temperaturach optymalnych dla liniowego wzrostu grzybni.

5. Temperatury optymalne dla kiełkowania zarodników układały się podobnie jak dla rozwoju grzybni.

W wyniku doświadczeń infekcyjnych stwierdzono dużą zależność patogeniczności od temperatury powietrza i gleby, sposobu inokulacji i stadium rozwojowego inokulowanych roślin.

1. Wszystkie badane gatunki *Fusarium* wywoływały w mniejszym lub większym stopniu objawy chorobowe na modraku abisyńskim;

a) *Fusarium avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. Martii* var. *minus*, *F. Martii* var. *minus* f. 3 i *F. equiseti* var. *bullatum*, porażały modrak w różnych stadiach rozwojowych, b) *Fusarium culmorum*, *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* i *F. conglutinans*, porażały głównie siewki modraka a na roślinach starszych występowały tylko w sporadycznych przypadkach, c) rośliny modraka w stadium kwitnienia porażało głównie *Fusarium redolens*.

Prawdopodobnie było to spowodowane tym, że siewki żyta rozwijające się w warunkach polowych zazwyczaj w stosunkowo niskiej temperaturze wynoszącej kilka lub kilkanaście stopni powyżej zera wykazały w nieodpowiedniej dla nich wyższej temperaturze większą wrażliwość na infekcję przez *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*. Potwierdzają to dane z literatury: Johnson i Greaney (1942) stwierdzili wystąpienie największego porażenia pszenicy przez *F. avenaceum* w temperaturze 25° C.

Wiek roślin miał znaczny wpływ na wystąpienie infekcji oraz na charakter objawów chorobowych. Wiele spośród badanych w tej pracy gatunków *Fusarium* uważanych jest za bardziej patogeniczne dla siewek niż dla roślin starszych. Według Bakshi'ego (1951) *Fusarium avenaceum* wywołuje głównie zgorzel przedwzrostową i porażenie siewek zbóż; według Kendricka (1930) *F. conglutinans* jest najgroźniejsze dla siewek krzyżowych, a Gordon i Sprague (1941) izolowali *F. scirpi* ssp. *acuminatum* przede wszystkim z młodych roślin zbóż. Wyniki uzyskane w mojej pracy potwierdziły w zasadzie dane z literatury dotyczące patogeniczności tych gatunków w stosunku do modraka, zależnie od stadium rozwojowego. *F. culmorum* i *F. scirpi*, ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* porażały najsilniej siewki, a nie atakowały w ogóle lub tylko w znacznie słabszym stopniu rośliny starsze w okresie wytwarzania rozetki i w stadium kwitnienia. Natomiast *F. avenaceum* było silnie patogeniczne zarówno dla siewek, jak i roślin kwitnących, a tylko nieco słabiej dla roślin w czasie wytwarzania rozetki, a *F. conglutinans* również porażało rośliny we wszystkich badanych stadiach rozwojowych.

Przeprowadzone doświadczenia infekcyjne pozwoliły ustalić, że izolowane z modraka abisyńskiego gatunki i formy *Fusarium* mogą być patogeniczne dla tej rośliny. Modrak nie jest w naszych warunkach dostatecznie zaaklimatyzowany i wskutek tego łatwo może być porażany przez grzyby z rodzaju *Fusarium* występujące na innych roślinach, tym bardziej, że grzyby te są organizmami wielożywnymi i żaden nie jest związany z jednym specyficznym żywicielem.

Źródłem infekcji dla plantacji modraka mogą być przede wszystkim resztki poźniwne pozostałe w glebie po roślinach zbożowych czy kapustnych (odpowiednik w przeprowadzonych doświadczeniach — inokulowanie grzybnią wraz z zarodnikami), dzięki którym takie gatunki, jak *Fusarium culmorum*, *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum* mogą się z łatwością przenosić.

Drugim źródłem infekcji mogą stać się sąsiednie uprawy innych roślin porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, z których zarodniki mogą zostać przeniesione za pomocą prądów powietrza na mokre liście czy

Wnioski ogólne

1. Siewki modraka uprawianego w ramach płodozmianu po życie są narażone na niebezpieczeństwo porażenia przez pospolite patogeny żyta: *Fusarium culmorum*, *F. avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum*.

2. Podane wyżej gatunki mogą wywoływać zmniejszenie siły kiełkowania nasion oraz porażenie siewek modraka.

3. Porażenie siewek może nastąpić niezależnie od tego, czy inokulum będzie znajdowało się w glebie w postaci zarażonych resztek pożywnych, czy też zostanie przyniesione na (mokre) liścienie dzięki prądom powietrza. A więc sąsiedztwo roślin, np. zbóż zarażonych przez podane wyżej gatunki, może również okazać się niebezpieczne dla siewek modraka.

4. Gatunki: *Fusarium Martii* var. *minus*, *F. Martii* var. *minus* f. 3, *F. equiseti* var. *bullatum*, *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* i *F. redolens*, jako znacznie rzadziej notowane na roślinach uprawnych niż *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i *F. culmorum*, stanowią mniejsze niebezpieczeństwo dla modraka.

5. Najwrażliwsze na infekcję przez różne gatunki *Fusarium* były młode siewki modraka. Rośliny nieco starsze w okresie tworzenia rozetki okazały się odporniejsze. Ponowny okres wrażliwości na infekcję, ale tylko przez *F. redolens*, *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum* i obie formy *F. Martii* var. *minus*, wystąpił w stadium kwitnienia. *Fusarium culmorum* i *F. conglutinans* nie porażały roślin kwitnących.

6. *Fusarium equiseti* var. *bullatum* i *F. redolens*, choć mogą być silnie patogeniczne dla modraka, z reguły porażały rośliny starsze i nie przenosiły się przez glebę.

7. Temperatura powietrza panująca w okresie, gdy modrak znajdował się w stadium siewki, miała niewątpliwie duży wpływ na wystąpienie infekcji. *Fusarium avenaceum* i *F. avenaceum* var. *herbarum* będą prawdopodobnie groźniejsze w czasie chłodnej wiosny, natomiast *Fusarium culmorum* i obie formy *F. Martii* var. *minus* będą silniej porażały modraka w czasie wiosny ciepłej.

8. *Fusarium conglutinans*, który jest groźnym patogenem roślin krzyżowych, w naszych warunkach klimatycznych nie wydaje się być niebezpieczny ani dla kapusty, ani dla modraka.

SUMMARY

The Spanish colewort, *Crambe abyssinica* Hochst., a new crop plant in Poland is readily attacked by polyphagous microorganisms (belonging mainly to the genus *Alternaria* and *Fusarium*) occurring on neighbouring crops or residues of diseased plants remaining in the soil. The purpose was to establish the pathogenicity of the following species of *Fusarium* isolated from Spanish colewort: *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. Martii* var. *minus*, *F. Martii* var. *minus* f. 3, *F. culmorum*, *F. conglutinans*, *F. redolens*, *F. equiseti* var. *bullatum* and *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum*.

In the first part of the work the influence of temperature on the development of pure cultures of these fungi was examined. The minimum, optimum and maximum temperature for mycelial growth and spore germination were established. These results furnished basal information for further investigation on the infection.

The second part consisted of greenhouse and field trials with the above listed species of *Fusarium* in relation to Spanish colewort. Infection experiments were performed at various development stages of Spanish colewort and on cabbage, tomato and rye seedlings. The pathogenicity of *Fusarium* greatly depended on air and soil temperature, on the methods of inoculation and the development stage of the inoculated plants.

The most pathogenic for Spanish colewort were: *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. Martii* var. *minus*, *F. Martii* var. *minus* f. 3. Moderately pathogenic were: *F. equiseti* var. *bullatum*, *F. culmorum* and *F. redolens*, and weakly pathogenic: *F. scirpi* ssp. *acuminatum* var. *triseptatum* and *F. conglutinans*.

LITERATURA

- Blank L. M., 1932, The pathogenicity of *Fusarium conglutinans* Wr. at low soil temperature, *Phytopath.* 22:191-195.
- Calliński T., 1964, Podstawy metodyczne polowych doświadczeń z ochrony roślin, *Inst. Ochr. Rośl.*, ss. 77, Poznań.
- Grabiec B., 1958 a, Prace hodowlano badawcze nad *Crambe abyssinica* Hochst., *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl.* 2:10-16.
- Grabiec B., 1958 b, Obserwacje nad odpornością na suszę glebową oraz wpływem niektórych czynników na zdrowotność nasion i siewek kataranu abisyńskiego, *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl.* 2:17-21.
- Graščenkov A. E., 1959, Opyt izucenja *Crambe abyssinica* Hochst. (katarana abissinskovo) — novo masličnovo rastenja v Leningradskoj oblasti, *Botan. Zurn.* 44:536-543.
- Haan de J. T., 1937, Untersuchungen über das Auftreten der Keimlings-Fusariose bei Gerste, Hafer, Mais und Reis, *Phytopath. Ztsch.* 10:235-305.
- Johnson C. J., Greaney F. J., 1942, Studies on the pathogenicity of *Fusarium* species associated with root rot of wheat, *Phytopath.* 32:670-684.
- Moldenhawer K., 1951, *Agrotechnika roślin oleistych*, Warszawa.
- Oswald J. W., 1947, Fungi causing root of cereals in California, *Phytopath.* 37: 845.
- Pestinskaja T. V., 1959, Izmenenije antagonističeskich svojstv gribov pod vlijaniem temperatury, *Botan. Zurn.* 44:1007-1009.
- Podbielkowski Z., 1964, *Słownik roślin użytkowych*, Warszawa.
- Pound G. S., Fowler D. I., 1953, *Fusarium* wilt of radish in Wisconsin, *Phytopath.* 43:277-280.

- Rajilo A. J., 1950, Griby roda *Fusarium*, Moskva.
- Tu C., 1929, Physiologic specialization in *Fusarium* ssp. causing head blight of small grains, *Phytopath.* 19:143—154.
- Winstead N. N., Walker J. C., 1954b, Toxic metabolites of the pathogen in relation to *Fusarium* resistance, *Phytopath.* 44:159—166.
- Winstead N. N., Walker J. C., 1954a, Production of vascular browning by metabolites from several pathogens, *Phytopath.* 44:153—158.
- Wollenweber H. W., Hochapfel H., 1936, Beiträge zur Kenntnis parasitärer und saprophytischer Pilze. 3. *Fusarium* und *Cylindrocarpum* und ihre Beziehung zur Fruchtsäule, *Zeitsch. Pfl. Krankh.* 46:534—544.
- Zaleski K., Błaszczak W., Glaser T., 1959, Badania nad biologią i chorobotwórczością 4 gatunków *Fusarium* z lubinów i 4 szczepów *Rhizoctonia solani* oraz próby ich zwalczania w warunkach szklarniowych, *Pozn. Tow. Przyj. Nauk., Prace Komisji Nauk Roln. i Leśn.* 5.
- Zarzycka H., 1958, Z badań nad fuzariozami kataranu, *Biul. Inst. Ochr. Rośl.* 2:265—281.
- Zarzycka H., 1959, Gatunki z rodzaju *Fusarium* występujące na modraku (*Crambe abyssinica* Hochst.), *Acta Agrobot.* 8:169—183.
- Review of Applied Mycology, 1926—1952, 6:27 (Krampe 1926); 6:256 (Tims 1926); 7:710 (Bennet 1928); 9:7 (White 1928); 10:72 (Kendrick 1930); 16:523 (Ashley, Hobbs, Raistrück 1937); 20:353 (Gordon, Sprague 1941); 21:158 (McLean J. G., Walker 1941); 23:371 (Hopkins, Pardy 1944); 32:181 (Bakshi 1951); 32:421 (Linnasalmi 1952).