Grzyby *Trichothecium roseum* Link., *Cryptosporiopsis malicorticis* (Cord.) Nannf. i *Penicillium expansum* (Link.) Thom. jako pierwotne lub wtórne patogeny jabłek

The fungi *Trichothecium roseum* Link., *Cryptosporiopsis malicorticis* (Cord.) Nannf. and *Penicillium expansum* (Link.) Thom. as primary and secondary apple pathogens

Z. BORECKI I H. PROFIC

Grzyby powodujące zgnilizny jabłek w przechowalni należą do pasożytów powodujących największe straty, które przeciętnie wynoszą 10% owoców najwyższych wyborów. Spośród tych grzybów najczęściej wymieniane są gatunki: *Penicillium expansum*, *Botryosphaeria quercuum*, *Sclerotinia fructigena*, *Trichothecium roseum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phlycteania vagabunda*, *Cryptosporiopsis malicorticis* i inne. Dla krajów o wysokim poziomie sadownictwa szczególnie groźne są pasożyty zdolne do infekowania owoców nie uszkodzonych, przy czym zdolność ta wiąże się z właściwościami patogenicznymi grzyba i warunkami, w jakich się on rozwija.

Celem pracy było zbadanie trzech gatunków grzybów: *Trichothecium roseum*, *Cryptosporiopsis malicorticis* i *Penicillium expansum*, z punktu widzenia pierwotności i wtórności ich występowania na jabłkach oraz wpływu temperatury na rozwój wywoływanej choroby. Praca ta stanowi fragment szerszego problemu i dalsze rozwinięcie badań przeprowadzonych w Instytucie Sadownictwa nad zagadnieniem chorób i owoców w przechowalni. Spośród trzech wymienionych grzybów, *Trichothecium roseum* nie był dotychczas w Polsce badany jako pasożyt jabłek i dlatego patogeniczność jego porównana została z dwoma pozostałymi, stosunkowo dobrze poznanymi gatunkami.

KRÓTKI OPIS BADANYCH GRZYBÓW

Trichothecium roseum Link. Grzyb ten zaliczany jest do grupy *Fungi imperfecti* (grzyby niedoskonałe), podgrupy *Hyphales* i często określany jako *Cephalothecium roseum* Corda (Barnett 1955). Za-

rodniki konidialne są niewielkie, o wymiarach $7 \times 3 \mu$, dwukomórkowe, prawie bezbarwne; dopiero w dużych skupieniach ujawnia się ich różowe zabarwienie. Zarodniki osadzone na długich, prostych trzonkach konidialnych, skupiają się na ich wierzchołku. Grzybnia jest komórkowa z licznymi rozgałęzieniami o strzępkach grubości od $1-2 \mu$.

Trichothecium roseum jest jednym z najpospolitszych saprofitów występujących na szczątkach licznych roślin oraz w glebie (Viennot-Bourgin 1949). Jako pasożyt powoduje on zgniliznę owoców ziarnkowych i pestkowych, plamistość liści palm, choroby juty, a ponadto wchodzi w skład patogenicznej mikroflory nasion licznych roślin przemysłowych jak np. len, warzywa z rodziny dyniowatych oraz nasion drzew szpilkowych i owocowych (Hättingen 1958, Meyer 1958, Viennot-Bourgin 1949).

Cifferri (1922) uważa, że na owocach jabłoni grzyb zachowuje się jak przypadkowy pasożyt, przenikając poprzez pęknięcie skórki, uszkodzenia spowodowane parchem lub przez kielich i zagłębienie szypułkowe. Doświadczenia przeprowadzone przez Hättingena (1958) na odmianach Piękna z Boskoop i Ontario wykazały, że miejscem wtargnięcia grzyba w głąb miąższu były głównie uszkodzenia spowodowane przez parch jabłoniowy.

Kidd i Beaumont (1924), badając występowanie grzybów w przechowalni, stwierdzili, że *Trichothecium roseum* występuje głównie w warunkach wysokiej wilgotności i temperatury oraz opanowuje najczęściej owoce o delikatnej skórce. Autorzy ci uważają, że niska temperatura i silne wietrzenie zapobiegają występowaniu zgnilizny.

W ostatnich czasach zwrócono uwagę na własności antybiotyczne *Trichothecium roseum*. Substancje wytwarzane przez ten grzyb zwalczają niektóre choroby wirusowe i szarą zgniliznę na czereśniach. Inaktywacja wirusów następuje na skutek działania wyciągu z *Trichothecium roseum* zbliżonego do działania ribonukleazy (Vörs 1957). Grzyb ten zdolny jest do pasożytniczego rozwoju na sklerotach innych gatunków, na otoczniah *Gnomonia erythrostoma* i w grzybni *Nectria cinnabarina* (Pohjakallio 1957, Viennot-Bourgin 1949).

Objawy chorobowe powodowane przez *Trichothecium roseum* na jabłkach są łatwe do odróżnienia. Powstające plamy są suche, lekko zapadnięte o nieregularnych brzegach. Na powierzchni plam tworzą się wypukłe, białe, nieregularne skupienia trzonek konidialnych z licznymi zarodnikami, posiadającymi w masie zabarwienie różowe. Choroba rozpoczyna się zwykle od białoróżowego nalotu na powierzchni skórki w miejscach uszkodzonych przez parch jabłoniowy.

Cryptosporiopsis malicorticis (Cord.) Nannf. (syn. *Gloeosporium perennans* Zell. et Childs.). Jest to jeden z najlepiej poznanych pa-

togenów jabłek w przechowalni w Europie zachodniej, a ostatnio także w Polsce. Szczegółowy opis historii badań nad tym grzybem oraz jego systematyka, objawy chorobowe i patogeniczność, omówione zostały w pracach Boreckiego (1961) i Boreckiej (1962). W przedstawionej pracy grzyb ten porównany został z *Trichothecium roseum* jako typowy pierwotny czynnik chorobotwórczy jabłek, zdolny do infekowania owoców w sposób czynny i mogący zakażać je na kilka miesięcy przed zbiorem.

Penicillium expansum (Link.) Thom. Grzyb ten powoduje w naszych warunkach największe straty w przechowalniach. O szkodliwości tej decyduje w dużym stopniu zły stan owoców, często uszkodzonych oraz warunki panujące w przechowalniach. W krajach o wysoko rozwiniętym sadownictwie i przechowalnictwie szkodliwość jego jest znacznie mniejsza. Zagadnienie patogeniczności *Penicillium expansum* w stosunku do różnych odmian jabłek badała u nas Borecka (1962), która wykazała, że grzyb ten nie był zdolny do infekowania owoców o nie uszkodzonej skórce i jedynie na drodze długotrwałego zetknięcia się owocu chorego ze zdrowym przenosił się na nie uszkodzone jabłko. W przeprowadzonych badaniach własnych zwrócono główną uwagę na patogeniczność *Penicillium expansum* w różnych temperaturach i na możliwość jego występowania jako pierwotnego czynnika chorobotwórczego jabłek.

DOŚWIADCZENIA NAD WPŁYWEM TERMINU INOKULACJI OWOCÓW NA WYSTĘPOWANIE ZGNILIZNY W PRZECHOWALNI

Materiał i metodyka. Doświadczenia przeprowadzone zostały w roku 1960 w sadzie Zakładu Naukowo-Badawczego Instytutu Sadownictwa w Dąbrowicach na owocach odmian: Piękna z Boskoop, Jonatan i Malinowa Oberlandska. Owoce do doświadczeń brano z trzynastoletnich drzew o koronach wieloodmianowych. Właściwie na każdej z odmian założono odrębne doświadczenia obejmujące różne terminy inokulacji, jednak pewne zasady metodyczne były dla nich wspólne. Terminy inokulacji owoców poszczególnych odmian były następujące: Piękna z Boskoop — 17 sierpnia, 10 września i w miesiąc po zbiorach 10 listopada; Jonatan — 7 lipca i w miesiąc po zbiorze 10 listopada; Malinowa Oberlandska tylko raz, w miesiąc po zbiorze 10 listopada. W każdym terminie zakażano na odmianie Piękna z Boskoop po 100 owoców, po 10 na jednym drzewie, na odmianie Jonatan po 210 owoców, po 30 na jednym drzewie, a na Malinowej Oberlandskiej, po zbiorach, 26 owoców. Próbkę kontrolną obejmowały po 100 owoców. Ilości owoców wzięte do inokulacji zależały od właściwości odmiany, opadania zawiązków i ich jakości. Wielkość próbki ustalano tak, aby w okresie końcowych obserwacji, po zbiorach i przechowaniu jabłek, mieć co najmniej 25 owoców z każdej

kombinacji. Rzeczywiste ilości owoców w próbkach, na których przeprowadzono końcowe obserwacje, były znacznie większe.

Inokulację przeprowadzano przez nanoszenie zawiesiny zarodników na powierzchnię skórki przy pomocy pulweryzatora. Przed każdą inokulacją oznaczano ilość zarodników w 1 ml inokulum i ich kiełkowanie. Dla *Trichothecium roseum* wartości te wynosiły ok. 3 mln zarodników w 1 ml inokulum i ok. 40% kiełkujących zarodników, dla *Cryptosporiopsis malicorticis* — 3 mln i 60%, a dla *Penicillium expansum* — 3 mln i 35%. Kiełkowanie zarodników oznaczano w wodzie destylowanej.

Wszystkie owoce zebrano 5 października, po czym do 5 grudnia przechowywano je w chłodni w temperaturze $+5^{\circ}$ i wilgotności względnej 94%, a następnie przeniesiono do pomieszczenia o temperaturze $+12^{\circ}$ i wilgotności 65% w celu spowodowania szybszego dojrzewania jabłek i ujawniania się symptomów zakażenia przez grzyby. W dniu 30 stycznia przeprowadzono końcowe oznaczenia i zakończono doświadczenie.

Nasilenie zakażenia przez poszczególne grzyby oznaczano przez średnią ilość plam gnilnych na jednym owocu i ilość zakażonych owoców w procentach.

Częste opady deszczowe w miesiącach letnich w roku 1960 spowodowały, że nasilenie zgnilizn na próbkach kontrolnych było wyjątkowo duże, tym niemniej różnice pomiędzy poszczególnymi kombinacjami doświadczenia były bardzo wyraźne.

Warunki atmosferyczne we wszystkich terminach inokulacji w sadzie powodowały szybkie wysychanie inokulum i dopiero w okresie pogody, zapewniającej długotrwale zwilżenie powierzchni skórki jabłek, możliwe było kiełkowanie zarodników. Po inokulacji nie zakładano na owoce izolatorów, lecz pozostawiano je w takich warunkach, jakie aktualnie panowały w sadzie.

Przed inokulacją jabłek po zbiorach, w dniu 10 listopada, odkażano najpierw ich powierzchnię alkoholem etylowym, a po inokulacji umieszczano na 24 godziny w wilgotnej kamerze w temperaturze $+5^{\circ}$, panującej w chłodni.

Wyniki i wnioski. Na odmianie Piękna z Boskoop najsilniej porażone zostały jabłka zakażone zarodnikami *Cryptosporiopsis malicorticis*, przy czym nasilenie gorzkiej zgnilizny zależało od terminu inokulacji. Na owocach inokulowanych 17 sierpnia choroba wystąpiła na 19,8% jabłek. Lepszym wskaźnikiem patogeniczności grzyba była średnia ilość plam gnilnych powstających na owocach. *Cryptosporiopsis malicorticis* okazał się aktywnym patogenem w stosunku do wszystkich badanych odmian, niezależnie od terminu inokulacji z tym, że ilość porażonych jabłek i średnia ilość plam gnilnych na jednym owocu, wzrastały w miarę opóźnienia tego terminu. Podobne własności wykazał, w stosun-

T A B E L A 1

Wpływ inokulacji nie uszkodzonych jabłek odmiany Piękna z Boskoop w sadzie w różnych terminach w sezonie 1960, zerodnikami trzech grzybów na przebieg szklizny w temperaturze + 12°C, oznaczonej w dniu 30.1.1961

Piękna z Boskoop	Grzyb użyty do inokulacji	Grzyb stwierdzony na owocach	Trichothecium roseum		Cryptosporiopsis malicorticis		Penicillium expansum	
			przeciętna ilość plam na 1 jabłku	% jabłek porażonych	przeciętna ilość plam na 1 jabłku	% jabłek porażonych	przeciętna ilość plam na 1 jabłku	% jabłek porażonych
Jonatan	Trichothecium roseum	17.VIII 10.IX 10.XI	0 0,5 1,23	0 32,0 51,3	0 0,02 0	0 1,6 0	brak pedzela w początkowym okresie przechowywania oraz pojawienie się w okresie końcowym	0 0 0
	Cryptosporiopsis malicorticis	17.VIII 10.IX 10.XI	0 0 0	0 0 0	0,4 1,8 8,2	19,8 35,0 75,0	0 0 0	0 0 0
	Penicillium expansum	17.VIII 10.IX 10.XI	0 0 0	0 0 0	0,02 0,04 0	1,2 2,2 0	0,03 0,04 0,01	3,8 4,8 2,5
	Próbka kontrolna bez inokulacji (100 owoców)		0	0	0,07	3,6	0,02	2,25
	Trichothecium roseum	7.VII 10.XI	0 0	0 0	0,03 0,02	3,53 2,00	0,02 0,02	1,80 2,00
	Cryptosporiopsis malicorticis	7.VII 10.XI	0 0	0 0	0,37 0,35	24,7 18,7	0 0	0 0
	Penicillium expansum	7.VII 10.XI	0 0	0 0	0,02 0,03	2,94 4,18	0,05 0,02	2,57 2,09
	Próbka kontrolna 100 owoców bez inokulacji		0	0	0,03	3,30	0,05	5,01

ku do odmian Piękna z Boskoop i Malinowa Oberlandska, grzyb *Trichothecium roseum*; odmiana Jonatan okazała się odporna na porażenie przez ten grzyb przy zastosowanej metodzie inokulacji. Natomiast grzyb *Penicillium expansum* wykazał całkowity brak zdolności do wywołania choroby w wyniku inokulacji nie uszkodzonych owoców odmian Piękna z Boskoop i Jonatan przed zbiorem i po zbiorach. Jedynie na odmianie Malinowa Oberlandska, którą opryskiwano po zbiorach zawiesiną zarodników, stwierdzono pewien wzrost porażenia. Szczegółowe obserwacje objawów zgnilizny wykazały jednak, że występowała ona wyłącznie w miejscach o uszkodzonej skórce; uszkodzenia te, często drobne i niewidoczne, spowodowane były najczęściej przez owady lub mechaniczne skaleczenia. Szczegółowe wyniki doświadczenia przedstawione są w tabelach 1, 2 i 3.

T A B E L A 2

Wpływ inokulacji zarodnikami trzech grzybów na przebieg zgnilizny.
Inokulacja stosowana na nie uszkodzonych jabłkach (po zbiorze)

Grzyb stwierdzony na owocach Grzyb użyty do inokulacji	Cryptosporiopsis malicorticis	Trichothecium roseum	Penicillium expansum
	przeciętna ilość plam na 1 owocu	przeciętna ilość plam na 1 owocu	przeciętna ilość plam na 1 owocu
Cryptosporiopsis malicorticis	57,6	0	0
Trichothecium roseum	0,21	5,32	0,23
Penicillium expansum	0,38	0	0,58
Kontrola bez inokulacji	2,31	0	0,22

Charakterystyczną cechą objawów gorzkiej zgnilizny, spowodowanej przez *Cryptosporiopsis malicorticis*, na odmianie Jonatan, była duża ilość plam gnilnych przy kielichu i szypułce. Zjawiska tego nie obserwowano na Pięknej z Boskoop, która była równomiernie pokryta plamami. Różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami tłumaczyć należy przede wszystkim ich różnym stopniem dojrzałości w okresie ostatniej inokulacji w dniu 10 listopada; Malinowa Oberlandska, jako odmiana najwcześniejsza, była najbardziej dojrzała i najwrażliwsza, a odmiana Jonatan najpóźniejsza i najmniej wrażliwa. Niezależnie od stopnia dojrzałości pewną rolę odgrywała stała wrażliwość odmianowa, zgodnie z wynikami B o r e c k i e j (1962), która wykazała, że wrażliwość odmiany Malinowa Oberlandska

F A B E L A 3

Wpływ temperatury na przebieg gnicia jabłek odmiany Landsberske inokulowanych zarodnikami trzech grzybów z uszkodzeniem skórki

Grzyb użyty do infekcji	Terminy obserwacji	Wielkość plamy gnilnej po dniach w mm							
	temperatura	10	14	19	24	28	41	48	91
Trichothecium roseum	4 C	1,0	1,0	1,1	2,2	2,7	3,0	4,8	wtórne zakażenie pędzlakiem
	8 C	4,4	4,7	11,7	12,7	wtórne zakażenie pędzlakiem			
	22 C	16,0	17,3	18,3	21,4				
Cryptosporiopsis malicorticis	4 C	2,8	4,4	6,2	8,3	10,3	15,9	17,7	40,8
	3 C	2,9	4,8	6,9	10,5	13,5	18,5	22,5	54,3
	22 C	15,2	17,7	22,9	27,7	wtórne zakażenie pędzlakiem			
Penicillium expansum	4 C	13,1	20,5	27,8	34,0	40,3	65,0	całe jabłko zgniło	
	8 C	23,5	31,3	46,2	53,8	całe jabłko zgniło			
	22 C	53,8	61,9	całe jabłko zgniło					

jest znacznie większa niż odmiany Jonatan na porażenie przez grzyb *Cryptosporiopsis malicorticis*.

Przeprowadzone obserwacje wykazały, że w warunkach doświadczenia grzyb *Trichothecium roseum* wykazał zdolność do infekcji czynnej i występował jako pierwotny czynnik chorobotwórczy. W jeszcze większym stopniu zdolność tę wykazał *Cryptosporiopsis malicorticis*; natomiast pospolicie występujący u nas pędzlak siny, *Penicillium expansum*, nie posiadał tej właściwości.

DOŚWIADCZENIA NAD WPŁYWEM TEMPERATURY I SPOSOBU INOKULACJI NA ROZWÓJ ZGNILIZNY

W celu uzyskania potwierdzenia tezy, że istotna różnica pomiędzy badanymi patogenami polega na zdolności lub jej braku do infekowania owoców nie uszkodzonych, przeprowadzano dodatkowo doświadczenie; w doświadczeniu tym uwzględniony został czynnik temperatury w okresie infekcji i inkubacji jako szczególnie ważny, według danych z literatury, dla grzyba *Trichothecium roseum* (Hättingen 1958, Viennot-Bourgin (1949).

Materiał i metodyka. Doświadczenia przeprowadzono w roku 1960 na jabłkach odmiany Landsberska, pochodzących z sadu doświadczalnego Instytutu Sadownictwa w Dąbrowicach. Owoce, zebrane

Ryc. 1 — Rozwój zgnilizny w temperaturze 8°, po 30 dniach na owocach inokulowanych z uszkodzeniem skórki zarodnikami grzybów:

1 — *Penicillium expansum*, 2 — *Trichothecium roseum*, 3 — *Cryptosporiopsis malicorticis*

Ryc. 2 — Rozwój zgnilizny w temperaturze 22°, po 15 dniach, na owocach inokulowanych bez uszkodzenia skórki zarodnikami grzybów:

1 — *Cryptosporiopsis malicorticis* i 2 — *Trichothecium roseum* oraz 3 — brak zgnilizny w wyniku inokulacji zarodnikami *Penicillium expansum*

w okresie dojrzałości zbiorczej, umieszczono najpierw w kamerze w chłodni o temperaturze $+4^{\circ}$. Inokulację owoców z uszkodzeniem przeprowadzono 16 listopada, a bez uszkodzenia 5 grudnia. W doświadczeniach uwzględniano trzy gatunki grzybów, trzy temperatury ($+4^{\circ}$, $+8^{\circ}$ i $+22^{\circ}$) oraz dwa sposoby inokulacji, z uszkodzeniem skórki i bez uszkodzenia. Poszczególne temperatury uzyskano w kamerach termostatycznych, w których wilgotność względna wynosiła od 80% do 95%. Do inokulacji użyto zarodników grzybów z kultur rosnących na pożywce agarowo-brzeczkowej, zawierającej 2% suchej masy brzezki. Inokulację z uszkodzeniem wykonano przez wprowadzanie zarodników igłą preparacyjną w nacięcie skórki jabłka. Inokulację bez uszkodzenia przeprowadzono przez opryskiwanie owoców zawiesiną wodną zarodników przy pomocy pulweryzatora. Po inokulacji owoce umieszczano w wilgotnej kamerze o temperaturze 22° na okres 24 godzin, po czym przenoszono je do odpowiednich temperatur. Inokulum *Trichothecium roseum* zawierało 2 000 000 zarodników w 1 ml, których kiełkowanie wynosiło 75%; *Cryptosporiopsis malicorticis* 1 500 000 zarodników w 1 ml, kiełkujących w 82%, a *Penicillium expansum* 1 600 000 zarodników, kiełkujących w 60%. Owoce użyte do doświadczenia pochodziły z tych samych drzew; w każdej kombinacji zakażono 20 owoców; obserwacje i pomiary przeprowadzano co 5 dni.

Wyniki i wnioski. Wyniki doświadczenia nad wpływem temperatury na rozwój zgnilizn spowodowanych przez każdy z trzech gatunków grzybów, inokulowanych z uszkodzeniem skórki, przedstawione są w tabeli 4. Z rezultatów tych wynika, że *Trichothecium roseum* był najsłabszym patogenem, zgnilizna spowodowana przez ten grzyb rozwijała się najwolniej. Gatunek ten reagował najsilniej na obniżenie temperatury i w temperaturze $+4^{\circ}$, stanowiącej górną granicę wahań w chłodni lub w przechowalni w okresie zimowym, przestawał się rozwijać. Obniżenie temperatury z 22° do 8° powodował kilkakrotny spadek szybkości rozwoju zgnilizny. *Cryptosporiopsis malicorticis* rozwijał się powoli, ale nawet w najniższej temperaturze obserwowano stałe powiększanie się plamy gnilnej. *Penicillium expansum* rozwijał się bardzo szybko, chociaż również reagował na spadek temperatury. W późniejszych terminach obserwacji niemal na wszystkich plamach gnilnych spowodowanych przez *Trichothecium roseum*, pojawiał się pędzlak, jako patogen wtórny. W mniejszym stopniu wtórne pojawienie się pędzla następowало na plamach gnilnych spowodowanych przez *Cryptosporiopsis malicorticis*. Spośród trzech badanych grzybów najlepiej zarodnikował na gnijących owocach *Penicillium expansum*, najgorzej *Cryptosporiopsis malicorticis*.

Wyniki doświadczenia, w którym owoce inokulowano bez uszkodzenia skórki, przedstawione są w tabeli 5. Rezultaty te potwierdziły wyniki

T A B E L A 4

Wpływ temperatury na rozwój zgnilizny na jabłkach odmiany Landsberske inokulowanych zawiesinami wodnymi: zarodników trzech grzybów bez uszkodzenia skórki

Grzyb użyty do inokulacji	Rozwój zgnilizny	Średnie ilość plam gnilnych spowodowanych przez grzyb użyty do inokulacji po dniach								
	temperatura	9	14	23	28	33	42	53	63	74
Trichothecium roseum	4°C	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	8°C	0	0	0	0,6	1,5	1,8	1,8	1,9	1,9
	22°C	32,1	38,0	plamy zlewają się w skupienie						
Cryptosporio- psis malicor- ticis	4°C	0	0	0	0,3	0,6	1,05	2,0	2,95	4,4
	8°C	0	0	0	1,53	3,0	9,8	15,0	18,7	18,9
	22°C	1,96	21,5	39,5	42,0	plamy zlewają się w skupienie				
Penicillium expansum	4°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22°C	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

T A B E L A 5

Wpływ różnych temperatur na wzrost grzybów: Trichothecium roseum, Cryptosporiopsis malicorticis i Penicillium expansum na pożywkach sztucznych

Gatunek grzyba	Wzrost grzyba	Średnice kultury w mm po dniach:					
	temperatura	4	8	12	15	19	23
Trichothecium roseum	6°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	15°C	18,6	39,7	50,0	cała pożywka pokryta grzybnia		
	18°C	19,7	43,0	50,0			
	20°C	18,5	46,4	50,0			
	25°C	30,0	50,0				
	30°C	23,4	38,6	45,2	50,0		
Cryptosporiopsis malicorticis	6°C	0,2	2,6	5,2	5,5	8,2	10,0
	15°C	4,2	9,5	15,0	20,3	27,0	32,3
	18°C	5,2	11,7	18,1	23,5	29,3	36,3
	20°C	4,6	11,4	18,0	22,5	29,0	35,3
	25°C	3,4	9,8	17,6	21,7	28,2	35,6
	30°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Penicillium expansum	6°C	1,2	5,6	13,0	15,5	20,0	23,7
	15°C	15,9	33,3	45,0	50,0	cała pożywka pokryta grzybnia	
	18°C	18,5	39,0	47,5	50,0		
	20°C	19,5	39,2	48,0	50,0		
	25°C	23,4	47,0	50,0	cała pożywka pokryta grzybnia		
	30°C	5,5	9,3	11,5	11,2	14,7	15,9

doświadczenia nad inokulacją owoców w sadzie i przedstawiły w innym świetle zagadnienie patogeniczności badanych grzybów. Tylko grzyby *Cryptosporiopsis malicorticis* i *Trichothecium roseum* wykazały zdolność do infekowania nie uszkodzonych jabłek. Infekcja następowała u obu patogenów przez przetchlinki, wokół których zaczynały rozwijać się plamy gnilne. Spośród tych dwóch gatunków *Trichothecium roseum* reagował wyraźniej na obniżenie temperatury i przy $+4^{\circ}\text{C}$ nie wykazał praktycznie już zdolności do spowodowania choroby. W temperaturze $+8^{\circ}$ zdolność tę posiadał w znikomym stopniu, natomiast w temperaturze $+22^{\circ}$, przewyższał pod tym względem *Cryptosporiopsis malicorticis*, powodując powstawanie bardzo licznych plam gnilnych.

Penicillium expansum nie powodował zgnilizny jabłek w wyniku ich inokulacji bez uszkodzenia skórki, niezależnie od temperatury, w której umieszczano zakażoną próbkę. Grzyb ten pojawiał się natomiast wtórnie na licznych plamach spowodowanych przez *Trichothecium roseum* i szybko przerastał pierwotną plamę opanowując cały owoc.

Cryptosporiopsis malicorticis wykazał wybitną patogeniczność, zachowując zdolność do wywołania choroby we wszystkich temperaturach. W miarę obniżania temperatury ulegała jednak zmniejszeniu ilość plam gnilnych i szybkość ich powiększania się.

WPLYW TEMPERATURY NA WZROST GRZYBÓW NA POŻYWKACH SZTUCZNYCH

Obserwacje nad wpływem temperatury na wzrost trzech badanych patogenów podjęte zostały w celu dokładniejszego wyjaśnienia wymagań *Trichothecium roseum*, który najwyraźniej reagował na obniżenie temperatury.

Metodyka. Hodowlę grzybów prowadzono na pożywce agarowo-brzeczkowej, zawierającej 2% suchej masy brzeczki, w szalkach Petriego o średnicy 5 cm. W każdej szalce znajdowało się 10 ml pożywki. Wzrost grzybów badano w temperaturach 6° , 15° , 18° , 20° , 25° i 30° . Ponieważ zmienność wielkości kultur poszczególnych gatunków, w poszczególnych temperaturach, była bardzo mała, pomiary przeprowadzano na 5 szalkach każdej spośród 18 kombinacji doświadczenia. Pomiary średnicy kultur przeprowadzano co 3—4 dni w ciągu 23 dni. Grzyby szybko rosnące, *Penicillium expansum* i *Trichothecium roseum*, w wyższych temperaturach pokrywały w krótkim czasie całą powierzchnię pożywki.

Wyniki i wnioski. W zakresie badanych temperatur największe różnice we wzroście nastąpiły w temperaturach skrajnych, charakteryzując wymagania trzech grzybów. Temperatura 6°C okazała się zbyt

niska dla *Trichothecium roseum*, hamując całkowicie wzrost grzybni. W temperaturach 15° , 18° , 25° i 30° wzrost tego grzyba był najszybszy. Szczególnie duże różnice pomiędzy gatunkami wystąpiły w temperaturze 30° , w której *Trichothecium roseum* rozrastał się jeszcze dobrze, wzrost

Ryc. 3 — Wzrost grzybów w temperaturach 6° , 18° i 30° :

a) *Cryptosporiopsis malicorticis*, b) *Trichothecium roseum*, c) *Penicillium expansum*

Cryptosporiopsis malicorticis był całkowicie zahamowany, a wzrost grzybni *Penicillium expansum* był bardzo powolny.

Cryptosporiopsis malicorticis okazał się typowym gatunkiem wolno rosnącym i przystosowanym raczej do niskich temperatur, a *Penicillium expansum* gatunkiem szybko rosnącym, ale reagującym wyraźnie na odchylenia ujemne lub dodatnie od temperatury optymalnej. Szczegółowe wyniki obserwacji nad wzrostem trzech badanych gatunków grzybów w różnych temperaturach przedstawione są w tabeli 6 i na rysunku 1.

WNIOSKI OGÓLNE I DYSKUSJA

Trichothecium roseum. Patogeniczność grzyba *Trichothecium roseum* w stosunku do przechowywanych jabłek uzależnione były od temperatury otoczenia. W temperaturze wysokiej (22 °C) ujawnił on wybitną patogeniczność i zdolność do atakowania owoców poprzez nieuszkodzoną skórę, głównie przez przetchlinki. Wniosek ten, potwierdzony wynikami doświadczeń, jest sprzeczny z dotychczasowymi poglądami wielu autorów uważających, że grzyb ten nie jest zdolny do penetracji poprzez nie uszkodzoną skórę i że może przeniknąć w głąb miąższu jedynie przez zagłębienie szypułkowe lub kielichowe (Peyronel 1922, Brooks 1953, Simonet 1926, Voglino 1922). Autorzy ci podają jednak zgodnie, że wysoka temperatura jest głównym warunkiem wystąpienia choroby. Hättingen (1958), Gram (1951) i Viennot-Bourgin (1949) podkreślają zgodnie decydującą rolę wysokiej temperatury i wilgotności, ale nie uważają, aby *Trichothecium roseum* był zdolny do samodzielnej infekcji. Grzyb ten przytaczany jest przez wymienionych autorów, jako przykład wtórnego czynnika chorobotwórczego, występującego najczęściej w miejscu plam parcha jabłoniowego. Gram i Weber (1951) tłumaczą szczegółowo ten związek, zwracając uwagę na zjawisko utrzymywania się kropli wody na plamach parcha, gdzie *Trichothecium roseum* znajduje korzystne warunki dla rozwoju.

Duża wrażliwość *Trichothecium roseum* na obniżenie temperatury ogranicza jego rolę jako groźnego patogena jabłek w przechowalni. Grzyb ten może być jednak bardzo szkodliwy podczas transportu i w pomieszczeniach magazynowych o wyższej temperaturze, gdzie w ciągu krótkiego czasu spowodować może wystąpienie zgnilizny.

Cryptosporiopsis malicorticis. Wyniki doświadczeń potwierdziły całkowicie najnowsze badania przeprowadzone w Polsce (Borecki 1961, Borecka 1962), wykazując wybitną patogeniczność tego grzyba w różnych warunkach. Grzyb ten jest typowym pierwotnym czynnikiem chorobotwórczym jabłek w przechowalni.

Penicillium expansum. Występowanie zgnilizny spowodowanej przez ten grzyb było zawsze związane z uszkodzeniami skórki jabłek. W porównaniu z pozostałymi gatunkami, *Penicillium expansum* odznaczał się zdolnością do szybkiego niszczenia tkanki miąższu jabłka, jeżeli przy inokulacji skórka została uszkodzona. Nasilenie tej choroby w przechowalni nie było zależne od przebiegu inokulacji w sadzie. Na podstawie uzyskanych wyników grzyb ten może być uznany za typowy wtórny czynnik chorobotwórczy, rozwijający się na owocu w miejscu uszkodzeń mechanicznych, lub przerastający inne, pierwotne, lecz powoli rozwijające się grzyby powodujące gnicie jabłek.

STRESZCZENIE

Doświadczenie nad patogenicznością grzybów *Trichothecium roseum*, *Cryptosporiopsis malicorticis* i *Penicillium expansum* przeprowadzono w sezonie 1960/61 w Instytucie Sadownictwa w Skierniewicach.

W wyniku doświadczeń polowych, przeprowadzonych na odmianie Piękna z Boskoop stwierdzono, że grzyby *Trichothecium roseum* i *Cryptosporiopsis malicorticis* powodowały zgniliznę owoców w przechowalni, w następstwie ich inokulacji zawieszoną zarodników w okresie letnim w terminach 17 sierpnia i 10 września. Właściwości tej nie wykazywał grzyb *Penicillium expansum*. *Cryptosporiopsis malicorticis* w podobny sposób powodował zgniliznę na odmianie Jonatan, która okazała się odporna na porażenie przez *Trichothecium roseum*.

Doświadczenia infekcyjne przeprowadzane po zbiorach na jabłkach odmiany Landsberska wykazały zdolność grzybów *Trichothecium roseum* i *Cryptosporiopsis malicorticis* do aktywnego infekowania owoców, bez uszkodzenia skórki. Zgnilizna spowodowana przez te grzyby rozpoczęła się zawsze w miejscach przetchlinek. *Penicillium expansum* powodował zgniliznę jedynie na owocach o uszkodzonej skórce. *Trichothecium roseum* okazał się bardzo groźnym, aktywnym patogenem w warunkach wysokiej temperatury (22 °C); obniżenie temperatury do 8° wyraźnie ograniczało tę patogeniczność, a w temperaturze +4° grzyb nie był praktycznie szkodliwy dla owoców.

Cryptosporiopsis malicorticis posiadał zdolność aktywnego porażania owoców we wszystkich temperaturach (22°, 8° i 4 °C) z tym, że spadek temperatury powodował zmniejszenie szybkości procesu gnicia.

Penicillium expansum występował często wtórnie na jabłkach porażonych przez inne grzyby, zwłaszcza przez *Trichothecium roseum*, przetrastając go i niszcząc w krótkim czasie całe jabłko.

Obserwacje nad wzrostem grzybów na pożywkach sztucznych w różnych temperaturach wykazały, że *Trichothecium roseum* jest grzybem przystosowanym do wyższych temperatur, dobrze rosnącym nawet w temperaturze +30°, w której wzrost *Penicillium expansum* zostaje częściowo, a *Cryptosporiopsis malicorticis* całkowicie zahamowany.

SUMMARY

Experiments on the pathogenicity of the fungi *Trichothecium roseum*, *Cryptosporiopsis malicorticis*, and *Penicillium expansum* were made in 1960 and 1961 at the Institute of Pomology in Skierniewice.

Field experiments with the variety Beauty of Boskoop showed that after inoculation with a suspension of spores between August 17 and September 10 the rot of apples in storage was caused by the fungi *Trichothecium roseum* and *Cryptosporiopsis malicorticis*; the rot did not appear after inoculation with *Penicillium expansum*. Rot of stored apples of the Jonathan variety was caused in similar circumstances by *Cryptosporiopsis malicorticis*, but this variety was resistant to infection by *Trichothecium roseum*.

Experimental infections carried out after the harvest on the apples of the Landsberg variety showed that the fungi *Trichothecium roseum* and *Cryptosporiopsis malicorticis* were capable of actively infecting the fruit even when the skin was not damaged; rot caused by these fungi always began at the stomata. *Penicillium expansum* caused the rotting of apples only when the skin was damaged. In higher temperatures (22°C) *Trichothecium roseum* was a very dangerous and active pathogen; the pathogenicity of this fungus was markedly reduced when the temperature dropped to 8°C and at +4°C the fungus was virtually harmless for fruit.

Cryptosporiopsis malicorticis had the ability of actively infecting fruit at all temperatures (22, 8 and 4°C), but the drop of temperature reduced the rate of the rotting process.

The occurrence of *Penicillium expansum* often was secondary; it appeared on apples already infected by fungi, in particular by *Trichothecium roseum*, and then it overgrew the other fungi rapidly destroying the whole apple.

Observations of the growth of fungi on culture media in various temperatures showed that *Trichothecium roseum* was adapted to higher temperatures developing vigorously even at 30°C; at this high temperature the growth of *Penicillium expansum* was partly and of *Cryptosporiopsis malicorticis* completely inhibited.

LITERATURA

1. Barnett H. L., 1955, Illustrated genera imperfecti fungi U.S.A., pp. 60.
2. Borecka H., 1962, *Cryptosporiopsis malicorticis* (Zeller et Childs) Wollenw. syn. *Gloeosporium perennans* Zeller et Childs, jako czynnik chorobotwórczy na jabłkach w okresie przechowywania, Acta Agrobotanica 12.
3. Borecka H., 1962, Badania nad wrażliwością różnych odmian jabłek w okre-

- sie przechowywania na porażenie przez grzyb *Penicillium expansum* (Link). Thom., Acta Agrobotanica 12.
4. Borecki Z., 1961, Badania nad gorzką zgnilizną jabłek powodowaną przez grzyby *Gloeosporium perennans* Zeller et Childs, *Gloeosporium album* Osterw. i *Gloeosporium fructigenum* Berk., Acta Agrobotanica, 10(1):53—97.
 5. Brooks F. T., 1953, Plant diseases, London, pp. 358.
 6. Cifferri R., 1922, Informazione-B U. mensile della R. Staz. di Pathologia vegetale 3(1—2):34.
 7. Gram E. and Weber A., 1951, Plant diseases, London, pp. 128.
 8. Hattungen R., 1958, Zur Frage der Parasiten der Natur von *Trochothecium roseum* Link. bei Äpfeln und Birnen, Jb. Bayer Landw., 35(5):627—633 (R. A. M. 38:267).
 9. Kidd M. N. and Beaumont A., 1924, Apple rot fungi in storage, Trans. Brit. Mycol. Society 10(1—2):98—118.
 10. Meyer J. A., 1958, Appareil conidien de *Trichothecium roseum* Lh. ex Fr., Bull. Soc. Mycol. 74(3):236—248 (R. A. M. 38:393).
 11. Peyronel B., 1921, Il marciume amaro o marciume del cuore della mela e della pera, Boll. mensile della R. Staz. di Patologia vegetale, 2(1—4):23—27.
 12. Pohjakallio O. and Makkonen R., 1957, On the resistance of the sclerotia of some phytopathological fungi against their parasites, Acta Chem. Fenn., 308(11):222 (R. A. M. 38:66).
 13. Simonet, 1926, Le pink rot des fruits, Journ. Soc. Nat. Hort. de France, Ser. 4, 27:93—94 (R. A. M. 5:434).
 14. Viennot-Bourgin G., 1949, Les Champignons parasites des Plantes cultives, pp. 1444.
 15. Voglino P., 1922, I funghi più dannosi alle piante coltivate osservati nella provincia di Torino a regioni vicine nel 1921, Ann. R. Acad. Agric. Torino 45:53—64 (R. A. M. 3:195).
 16. Voros J., 1957, *Trichothecium antibioticum* alkalmazasa, Növénytermeles, 6(1):67—70 (R. A. M. 37:544).