Badania nad *Phytophthora infestans* (Mont.) de By na pomidorach w Polsce

Cz. II. Porównawcze badania nad patogenicznością szczepów
Phytophthora infestans z pomidorów oraz próba identyfikacji ras tego grzyba

Investigations on *Phytophthora infestans* (Mont.) de By on tomatoes in Poland

II. Comparative studies on the pathogenicity of *Ph. infestans* (Mont.)
de By strains and attempts at identification of the races of this fungus

H. KUBICKA

W publikacji poprzedniej [10] omówiono wyniki badań nad wzrostem i zarodnikowaniem szczepów *Phytophthora infestans* z pomidorów na podłożach sztucznych oraz nad biologią zarodników konidialnych i pływkowych tego grzyba. W związku ze stwierdzeniem u szczepów różnic wyrażających się niejednakowym stopniem zarodnikowania w kulturach, jak również różnicami w tempie przebiegu procesu tworzenia się zarodników pływkowych oraz niejednakową ruchliwością zoospor u poszczególnych szczepów, postanowiono przebadać właściwości patogeniczne *Phytophthora infestans* w stosunku do pomidorów. W tym celu wybrano szereg uprawnych odmian pomidora oraz kilka gatunków dzikich tego rodzaju, przy czym na odmianach uprawnych przebadano 251 szczepów z pomidora uzyskanych z 7 województw kraju, na dzikich zaś przebadano tylko po kilka szczepów z każdego z tych województw. Zbadano również patogeniczność kilku wybranych szczepów w stosunku do owoców pomidorów.

Ponadto postanowiono zbadać patogeniczność populacji *Phytophthora infestans* pochodzących z ziemniaka w stosunku do pomidorów, co wiąże się najściślej ze źródłem infekcji dla pomidora. Literatura obfituje w prace zajmujące się zagadnieniem zachowania się szczepów ziemniaczanych w stosunku do pomidora. Dane dotyczące tego tematu są jednak sprzeczne. Tak np. Mills [11] podkreśla, że zaraza na pomidorach jest groźniejsza w sąsiedztwie ziemniaków porażonych przez *Phytophthora infestans*, ale twierdzi, że „liście pomidora są odporne na szczepy ziemniaczane”. I jeszcze: „zaraza na pomidorach występuje później niż na ziemniakach, ponieważ potrzeba czasu na wytworzenie się szczepu po-

midorowego". Zdaniem tegoż autora szczep na pomidorach wytwarza się w naturze dla każdej epifitozy zarazy w danym rejonie, poprzez następujące po sobie pasażę szczepu z ziemniaków przez pomidory. Reed [13] w doświadczeniach polowych badał możliwość przechodzenia zarazy z ziemniaków na pomidory i stwierdził, że po pojawieniu się choroby na ziemniakach znalazł wkrótce jej objawy na rosnących obok pomidorach. Ponieważ wyniki własnych obserwacji polowych upraw pomidorów zdawały się potwierdzać spostrzeżenia Reed'a, podjęto doświadczenia mające na celu wyjaśnienie tego zagadnienia.

BADANIE PATOGENICZNOŚCI SZCZEPÓW *PHYTOPHTHORA INFESTANS* Z POMIDORÓW

Patogeniczność szczepów w stosunku do liści uprawnych odmian pomidora

Ze względu na trudności, jakie wiązałyby się z przebadaniem 251 szczepów na całych roślinach w szklarni, doświadczenie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych na odciętych liściach. Wybrano następujące odmiany: 'Najwcześniejszy', 'Moneymaker', 'Best of all', 'Red Cloud', 'Sława Nadrenii', 'Morden', 'Stonor's', 'Exhibition', 'Mory 33', 'Condine Red', które hodowano w szklarni. Do infekcji zbierano liście środkowego piętra z roślin przed kwitnieniem. Liście umieszczano w szalkach na zwilżonej ligninie i pipetą наносzono na nie inokulum ze szczepów hodowanych na pożywce owsianej. Stosowano stężenie 100 tys. zarodników/ml. Nazajutrz strącano z liści inokulowanych krople płynu infekcyjnego dla uniknięcia nadmiaru wilgoci. Obserwacje prowadzono od inokulacji do wystąpienia zarodnikowania. W ocenie wyników uwzględniano procent zniszczenia powierzchni blaszki liściowej odpowiadający stopniom skali jak następuje:

- I stopień odpowiada zniszczeniu 20— 50% powierzchni liścia
- II stopień odpowiada zniszczeniu 50— 80% powierzchni liścia
- III stopień odpowiada zniszczeniu 80—100% powierzchni liścia.

Każdym szczepem zakażano po 10 liści badanej odmiany. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 1. Liczby reprezentujące stopnie porażenia badanych odmian wskazują na różnice w patogeniczności szczepów względem tych odmian. Za wysoko patogeniczne należy uznać szczepy, które u większości odmian dały porażenie III stopnia. W zależności od ilości porażen w poszczególnych stopniach przyjętej skali wyróżniono następujące grupy szczepów: 1) najsilniej patogeniczne, porażające wszystkie odmiany tylko w stopniu III; 2) patogeniczne w stopniu silnym, porażające w stopniach II lub III w zależności od odmiany; 3) patogeniczne w stopniu średnim, porażające najczęściej w stopniu II;

Tabela 1 — Table 1

Porażenia w stopniach przyjętej skali uzyskane w doświadczeniu infekcyjnym ze szczepami *Phytophthora infestans* pochodzącymi z różnych województw kraju. Liczby oznaczają przypadki porażenia badanych odmian w danym stopniu skali

Results of infection in degrees of scale adopted, obtained in experiment with strains of *Phytophthora infestans*

Pochodzenie szczepów Provenance of strains	Condine Red			Mory 33			Stonor's			Stawa Nadrenii			Morden			Best of all			Red Cloud			Money-maker			Naj. wcześ- niejczy		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
Liczby porażonych roślin — Number of infected plants																											
woj. krakowskie	2	21	40	2	34	27	2	25	36	2	24	37	0	11	52	2	20	41	0	21	42	6	30	27	3	23	37
„ rzeszowskie	0	35	4	2	34	3	1	34	4	0	35	4	0	33	6	1	35	3	0	34	5	8	28	3	8	28	3
„ lubelskie	0	11	2	1	11	1	0	12	1	0	11	2	0	10	3	0	11	2	0	10	3	3	9	1	3	8	2
„ łódzkie	0	5	9	0	5	9	0	5	9	0	5	9	0	4	10	0	5	9	0	4	10	0	5	9	4	5	9
„ bydgoskie	1	16	8	1	16	8	0	18	7	0	15	10	0	13	12	3	13	9	0	17	8	14	3	8	9	8	8
„ poznańskie	0	3	14	0	3	14	0	3	14	0	2	15	0	1	16	0	2	15	0	1	16	2	1	14	1	2	14
„ warszawskie	4	51	10	6	54	5	6	52	7	6	46	12	0	47	18	17	38	10	5	50	10	47	13	5	33	19	13
„ warszawskie	0	11	4	2	9	4	0	11	2	0	10	5	0	7	8	0	11	4	0	9	6	7	5	3	5	6	4

Skala porażenia w stopniach: I — porażenie 20—50% powierzchni blaszki liściowej

Scale of infection: I — infection of 20—50% of leaf surface

II —	50—80%	50
III —	80—100%	50

Tabela 2 — Table 2
Wyniki porażenia odmian uprawnych ogółem
Results of infection of cultivated varieties

Odmiany Varieties	Porażenie według stopni przyjętej skali Infection according to the scale adopted					
	I		II		III	
	liczba No.	%	liczba No.	%	liczba No.	%
Morden	0	—	135	50,7	131	49,2
Red Cloud	5	1,9	156	58,6	105	39,4
Sława Nadrenii	9	3,3	157	59	100	37,6
Best of all	25	9,3	143	53,7	98	37
Condine Red	8	3	163	61	95	36
Najwcześniejszy	68	25,5	104	39,1	94	35,3
Stonor's	10	3,7	169	63,5	87	32,7
Mory 33	15	5,6	176	66,1	75	28
Moneymaker	95	36	97	36,4	74	27,8

4) słabo patogeniczne, wywołujące objawy stopnia I na większości odmian. Szczepy pierwszej i drugiej grupy tworzyły pierwsze plamy drugiego i trzeciego dnia po inokulacji z obfitym zarodnikowaniem ukazującym się zwykle nazajutrz po wystąpieniu plam, a następnego dnia jeszcze się nasilającym. Izolaty trzeciej grupy i czwartej powodowały objawy trzeciego lub czwartego dnia od inokulacji. Szczepy te charakteryzowały się słabym zarodnikowaniem.

Wszystkie badane odmiany wykazały podatność względem użytych szczepów (tab. 2). Na wszystkich obserwowano zarodnikowanie — od słabego do bardzo obfitego, w zależności od patogeniczności szczepu. Wszystkie badane odmiany w największej liczbie przypadków zostały porażone w stopniu drugim. Jedynie u 'Morden' przewaga objawów tego stopnia była znikoma. Odmiany 'Najwcześniejszy' i 'Moneymaker' miały największą liczbę porażen stopnia I.

Patogeniczność szczepów *Ph. infestans* w stosunku do dzikich gatunków pomidorów

W celu ustalenia patogeniczności szczepów *Phytophthora infestans* w stosunku do innych gatunków pomidorów przeprowadzono doświadczenie z następującymi formami:

Lycopersicon minutum Rick et Chmiel.

L. chilense Dun.

L. pimpinellifolium Jusl.

L. peruvianum Mill.

L. peruvianum var. *dentatum* Dun.

L. hirsutum Humb. et Bonpl.

F₁ *L. hirsutum* × *L. esculentum*

Tabela 3 — Table 3

Zestawienie szczepów *Phytophthora infestans* porażających dzikie gatunki pomidorów w poszczególnych stopniach przyjętej skali

List *Phytophthora infestans* strains infecting in various degree wild tomato species, according to scale adopted

Gatunki Species	Ilość szczepów — Number of strains				
	0	I	II	III	IV
F ₁ <i>L. esculentum</i> × <i>L. hirsutum</i>	4	17	14	—	—
<i>L. hirsutum</i> typ.	4	18	13	—	—
<i>L. peruvianum</i> var. <i>dentatum</i>	1	2	11	9	12
<i>L. peruvianum</i> I	—	3	10	10	12
<i>L. pimpinellifolium</i>	—	—	3	18	14
<i>L. minutum</i>	—	—	5	13	17
<i>L. chilense</i>	—	—	2	9	24

Skala porażenia w stopniach:

O — brak objawów

I stopień: zniszczenie powierzchni liścia od 0—20%

II „ „ 20—50%

III „ „ 50—80%

IV „ „ 80—90%

Scale of infection:

O — no symptoms

I: infection of 0—20% of leaf surface

II „ 20—50% „ „

III „ 50—80% „ „

IV „ 80—90% „ „

Odcięte z krzaków liście pomidorów inokulowano w laboratorium w sposób opisany przy doświadczeniu z odmianami uprawnymi pomidora. Przyjęto pięciostopniową skalę oceny porażenia ze względu na większy zakres objawów obserwowanych u form dzikich: od bardzo ostrych do zupełnego ich braku. Dla dziesięciu liści w obrębie jednego wariantu doświadczenia przyjmowano stopień porażenia, w którym porażona była większość liści. Wypadków rozbieżności nie uwzględniano (przy starannym wykonaniu inokulacji i doborze liści rzadko zdarzały się wypadki znacznej rozbieżności w stopniu porażenia w obrębie tej samej partii).

Przyjęta skala klasyfikacji porażenia:

0 — brak objawów

I stopień: zniszczenie powierzchni liścia od 0—20%

II „ „ „ „ 20—50%

III „ „ „ „ 50—80%

IV „ „ „ „ 80—90%

Grupę liści każdej formy zakażano 35 szczepami. Jako inokulum stosowano zawiesinę o stężeniu 100 tys. zarodników/ml wody.

Badane szczepy *Phytophthora infestans* zestawiono według ich patogeniczności grupując je na podstawie uzyskanego stopnia porażenia każdego z gatunków w tabeli 3, w której podano ilość szczepów porażających dany gatunek pomidora w każdym stopniu skali. Wyniki tego doświadczenia wykazały przede wszystkim, że *L. hirsutum* oraz F_1 wśród przebadanych dzikich form wyróżniły się pewnym stopniem odporności w stosunku do użytych do infekcji szczepów, gdyż porażenia IV i III stopnia na nich nie stwierdzono. Wszystkie pozostałe formy wykazały wrażliwość w mniejszym lub większym stopniu. *L. peruvianum* poraziły w najwyższym stopniu tylko szczepy najsilniej patogeniczne. Szczególną podatność wykazały gatunki: *L. chilense*, *L. minutum* oraz *L. pimpinellifolium*, na których wystąpiła przewaga objawów w stopniu IV i III.

Objawy u przebadanych gatunków dzikich były podobne do obserwowanych na odmianach uprawnych. Plamy niejednakowe w wielkości stopniowo zlewały się ze sobą. Zarodnikowanie występowało obficie. Jedynie na liściach *L. hirsutum* i F_1 plamy były drobne, zarodnikowanie zaś znikome.

Patogeniczność szczepów *Ph. infestans* w stosunku do owoców pomidorów

W kolejnym doświadczeniu laboratoryjnym porównywano patogeniczność szczepów *Phytophthora infestans* w stosunku do owoców pomi-

Ryc. 1. Porażenie lokalne owoców przez szczep *Phytophthora infestans* z pomidora
Local infection of fruits by a *Phytophthora infestans* strain from tomatoes

Tabela 4 — Table 4

Porażenie owoców trzech odmian pomidora w różnych fazach dojrzewania w wyniku zakażenia wybranymi szczepami *Phytophthora infestans* w warunkach laboratoryjnych, po 14 dniach od inokulacji

Symptoms disease of fruits of 3 tomato varieties at various phases of ripening as the result of inoculation with selected *Phytophthora strains* in laboratory conditions 14 days after inoculation

Numery szczepów użytych do inokulacji i ich pochodzenie Nos. of strains used for inoculation and their origin	M o n e y m a k e r												M o r y 33									M o r d e n								
	I						II			III			I			II			III			I			II			III		
	z		b		d		z	b	d	z	b	d	z	b	d	z	b	d	z	b	d	z	b	d	z	b	d			
	g	t	r	g	t	r	g	t	r	g	t	r	g	t	r	g	t	r	g	t	r	g	t	r	g	t	r			
39	1	3	—	7	2	2	—	—	—	1	3	—	7	3	2	—	—	—	1	—	—	1	—	—	7	4	5	—	—	
49	4	5	—	1	—	—	—	—	—	5	4	—	1	1	—	—	—	—	5	3	—	5	3	—	3	4	—	—	—	
57	3	3	2	4	4	2	—	—	—	3	3	2	5	4	1	—	—	—	2	2	1	2	2	1	7	6	6	—	—	
118	2	3	1	3	2	—	—	—	—	2	2	2	3	2	1	—	—	—	2	1	1	2	1	1	5	5	5	—	—	
129	2	2	—	6	7	4	—	—	—	2	2	1	6	6	3	—	—	—	1	—	1	4	2	3	2	2	—	—	—	
144	3	3	—	1	1	—	—	—	—	3	3	—	2	2	—	—	—	—	4	2	3	4	2	3	2	2	—	—	—	
238	5	4	—	3	1	1	—	—	—	3	2	1	6	4	—	—	—	—	3	6	1	5	3	3	3	3	—	—	—	
249	1	2	3	5	6	3	—	—	—	1	2	4	6	6	5	—	—	—	2	1	—	9	10	6	1	—	—	—	—	
251	3	2	—	2	1	—	—	—	—	3	2	—	3	2	—	—	—	—	3	2	—	2	2	1	—	—	—	—	—	

skala porażenia w stopniach: I — porażenie poniżej 25% powierzchni owocu
 scale of infection: — infection of less than 25% of fruit surface
 II — porażenie 25–50% powierzchni owocu
 — infection of 25–50% of fruit surface
 III — porażenie 50–100% powierzchni owocu
 — infection of 50–100% of fruit surface
 b — owoce bielejące d — owoce dojrzałe
 t — fruits turning r — fruits ripe

z — owoce zielone
 g — fruits green

dorów, a także zwrócono szczególną uwagę na sposób porażania się owoców. R ö d e r [14] na podstawie badań stwierdził, że infekcja owoców może dokonywać się tylko przez uszkodzoną skórę lub w wyniku przerośnięcia grzyba z porażonej szypułki do owocu. Dlatego w literaturze światowej często spotyka się pogląd, że plamy na owocach pomidorów wywoływane przez *Phytophthora infestans* odróżnić można od innych po tym, że tworzą się wokół szypułki owocu. Aby sprawdzić to twierdzenie, ze szczególną starannością skontrolowano skórę owoców przeznaczonych do inokulacji, nie stwierdzając żadnych jej uszkodzeń.

Owoce zdjęte z roślin hodowanych w szklarni dezynfekowano powierzchniowo 0,1% roztworem sublimatu, płukano wodą sterylizowaną i układano w słojach sterylizowanych na szalkach Petriego. Zakazano owoce trzech odmian: 'Moneymaker', 'Mory 33' i 'Morden'. Jedną odmianę reprezentowała grupa 270 owoców zawierająca po 90 owoców zielonych (z), bielejących (b) i dojrzałych (d). Każdą z odmian inokulowano dziewięcioma szczepami, a więc każdym szczepem 30 owoców — 10 bielejących, 10 zielonych i 10 dojrzałych. Jak w doświadczeniach poprzednich stosowano zawiesinę zarodników o gęstości 100 tys./ml. Wyniki infekcji oceniano po 14 dniach od inokulacji w następujących stopniach:

stopień I —	porażenie powierzchni owocu	poniżej 25%
stopień II —	„ „ „	w 25— 50%
stopień III —	„ „ „	w 50—100%

Zestawienie wyników zawiera tabela 4. W pierwszej rubryce przy numerach szczepów podano ich pochodzenie. W dalszych rubrykach podano ilość owoców w poszczególnych fazach dojrzwania, które uległy porażeniu.

Brunatne plamy na owocach ukazujące się jako małe punkty czwartego lub piątego dnia od inokulacji rozszerzały się w tempie zależnym od odmiany i patogeniczności szczepu. Ze względu na wysoką wilgotność panującą w zamkniętym słoju, na wielu owocach z plamami już rozwiniętymi pojawiało się zarodnikowanie grzyba. Wyniki zebrane w tabeli 5 wskazują na częstsze uleganie porażeniu przez *Phytophthora infestans* owoców zielonych i bielejących. Dojrzałe porażają się w mniejszej ilości nawet u odmiany wrażliwszej, jaką jest 'Morden', u której zarówno ilość owoców porażonych, jak i ich stopień porażenia były wyższe. Dla odmian 'Moneymaker' i 'Mory 33' ilość przypadków porażenia były bardzo zbliżone.

U wszystkich odmian stwierdzono przewagę porażen w stopniu drugim. Jeśli zaś chodzi o pierwszy stopień (poniżej 25%), to plamy u od-

Tabela 5 — Table 5

Porażenie owoców badanych odmian w liczbach zwykłych i procentowych
Infection of fruits of the varieties investigated (absolute and percentual values)

Odmiany Varieties	Liczba owoców porażonych Number of fruits with disease symptoms						Razem : Total :				Ogółem Total
	zielone green		bielejące turning		dojrzałe ripe		porażonych with sympt. of disease		nie poraż. without symptoms		
	liczba No.	% %	liczba No.	% %	liczba No.	% %	liczba No.	% %	liczba No.	% %	
Money-maker	56	20,7	51	18,8	18	6,6	125	46,3	145	53,7	270
Mory 33	62	23	53	19,6	22	8,1	137	50,7	133	49,2	270
Morden	72	26,6	62	23	40	15	174	64,4	96	35,5	270
Razem —Total	190	23,4	166	20,5	80	9,8	436	53,8	374	46,2	810

mian 'Mory 33' i 'Moneymaker' były tylko sporadycznie rozrzucone, często drobne, u 'Morden' zaś uszkodzenia były większe, bardziej rozwinięte. Tak więc szczególna wrażliwość tej odmiany wyraziła się nie tylko największą liczbą porażonych owoców, lecz i największym nasileniem objawów.

Szczepu najbardziej patogenicznego względem owoców i porażające ich największą liczbę dawały także najsilniejszy stopień porażenia liści. Także w grupie szczepów porażających najmniej owoców, zanotowano słabsze porażenie liści.

Tabela 6 — Table 6
Liczba owoców porażonych — ogółem
Total no. of infected fruits

Odmiany Varieties	Stopnie porażenia Degrees of infection			Razem Total
	I	II	III	
Moneymaker	57	68	0	125
Mory 33	56	81	0	137
Morden	47	124	3	174
Ogółem Total	160	273	3	436

Laboratoryjne doświadczenia z infekcją owoców wykazały możliwość porażania owoców przez nie uszkodzoną skórę, co nie pokrywa się z wnioskami Rödlera [14], zróżnicowanie patogeniczności szczepów w stosunku do owoców oraz różną podatność owoców badanych odmian pomidorów.

BADANIE PATOGENICZNOŚCI POPULACJI *PHYTOPHTHORA INFESTANS* Z ZIEMNIAKÓW

Patogeniczność populacji *Ph. infestans* w stosunku do roślin pomidorów

W celu zbadania patogeniczności populacji *Phytophthora infestans* pochodzących z ziemniaka, w stosunku do pomidorów, przeprowadzono dwa doświadczenia w warunkach szklarniowych: 1. infekcję całych roślin w stadium przed kwitnieniem i 2. infekcję owoców jeszcze niedojrzałych, znajdujących się na krzakach. W obu doświadczeniach użyto następujących odmian pomidorów: 'Potentat', 'Bounty', 'Open-air', 'Zelandia', 'Cukrowy szpalerowy' oraz odmianę amerykańską oznaczoną numerem '2982'.

Jako inokulum używano zawiesiny zarodników wytworzonych na liściach ziemniaka porażonych zarazą w infekcji naturalnej. Porażone liście zbierano kolejno w siedmiu miejscowościach z okolic Warszawy. Liście porażone rozkładano w szalkach i za pomocą rozpylacza delikatnie zraszano wodą. W zamkniętych szalkach pozostawiano je do następnego dnia w temperaturze pokojowej. Nazajutrz wodą destylowaną splukiwano z liści wytworzone zarodniki konidialne i obliczano gęstość zawiesiny. Sporządzano rozcieńczenie 100 tys./ml wody. Zarodniki pływakowe, jak w poprzednich doświadczeniach infekcyjnych, uzyskiwano wstawiając płyn do temp. 13°C na 2 godziny. Zakażano po 5 roślin każdej odmiany inokulum pochodzącym z jednego źródła.

Inokulacji dokonywano szklanym rozpylaczem, z którego zawieszinę pływek wypychano strumieniem sprężonego tlenu. Uzyskano w ten sposób równomierność pokrycia zawiesziną powierzchni roślin, jak również mniej więcej jednakową wielkość kropli. Zakażone rośliny umieszczano na warstwie mokrego torfu, przykrywano oszklonymi szkrynkami

Tabela 7 — Table 7

Stopień porażenia całych roślin pomidorów inokulowanych tuż przed kwitnieniem populacjami *Phytophthora infestans* z ziemniaka, pochodzącymi z okolic Warszawy

Degree of infection of tomato plants inoculated just before flowering with
Phytophthora infestans populations from potato, from Warsaw districts

Pochodzenie inokulum Provenance of inoculum	Potentat	Bounty	Open-air	Zelandia	Cukrowy Szpaler.	2982
Dziekanów	II	II	I	I	I	I
Płochocin	II	II	II	II	II	II
Powsinek	II	II	II	II	II	II
Ulrychów	II	II	II	II	II	II
Wolica	II	II	II	II	II	II
Wilanów	II	II	II	II	II	II
Zielonki	II	II	I	I	I	I

na 24 godz. Temperatura pomieszczenia wynosiła 18°C. Do ukazania się pierwszych objawów obserwacje prowadzono codziennie, następnie co trzy dni. Nasilenie porażenia oceniano po 12 dniach. Objawy u większości roślin rozwinęły się w stopniu odpowiadającym zniszczeniu powierzchni liści od 80—100% powodując zamarcie roślin po 14 dniach. Oprócz tego stwierdzono również porażenie odpowiadające uszkodzeniu blaszki liściowej od 50—80% jej powierzchni. Cyfrą II oznaczono w tabeli 7 stopień najsilniejszego porażenia, któremu uległa większość roślin. Słabszy stopień porażenia, oznaczony jako I w poniższym zestawieniu, spowodował śmierć roślin po upływie ok. 21 dni od inokulacji. Niejednakowe nasilenie objawów na roślinach zakażanych różnymi populacjami grzyba świadczy o różnicach w ich patogeniczności.

Słabsze nasilenie porażenia wywołały populacje z Dziekanowa i Zielonka na odmianach: 'Open-air', 'Zelandia', 'Cukrowy szpalerowy', '2982'. Typ plam na liściach nie różnił się od plam powodowanych przez szczepy z pomidorów użyte w poprzednio opisanych doświadczeniach laboratoryjnych. Porażeniu uległy także łodygi roślin, na których pojawiły się ciemne, rozległe plamy.

Doświadczenie powyższe pozwoliło stwierdzić wysoki stopień patogeniczności populacji *Phytophthora infestans* wytworzonych na ziemniaku w stosunku do liści i łodyg pomidorów już w pierwszym pasażu.

Patogeniczność populacji *Ph. infestans* z ziemniaków w stosunku do owoców pomidorów

Szczegóły metodyczne jak w doświadczeniu z roślinami przed kwitnieniem. Zakażano tylko owoce i szypułki (owoce wyrosnięte, przed

Tabela 8 — Table 8

Wyniki porażenia owoców kilku odmian pomidorów przez populacje *Phytophthora infestans* z ziemniaka. Liczba porażonych owoców obliczona z 15 zakażanych, po trzech tygodniach od inokulacji

Results of fruits infection of several tomato varieties with *Phytophthora infestans* populations from potato. Number of infected fruits from 15 inoculated, after 3 weeks

Pochodzenie inokulum Provenance of inoculum	Potentat	Bounty	Open-air	Zelandia	Cukrowy szpaler.	2982
Dziekanów	9	12	10	7	9	8
Płochocin	12	11	12	10	13	12
Powsinek	11	12	13	10	12	11
Ulrychów	11	10	14	9	10	14
Wolica	12	13	14	11	13	12
Wilanów	13	13	10	8	11	13
Zielonki	8	10	9	8	10	9

Ryc. 2. Porażenie lokalne owoców przez populację *Phytophthora infestans* z ziemniaka

Local infection of fruits by *Phytophthora infestans* population from potatoes

dojrzeniem) nie zasłaniając pozostałych części rośliny. Zakażano po 5 roślin mających przeciętnie po trzy owoce.

Liczba porażonych owoców przez populacje grzyba z ziemniaka przedstawiała się następująco: 'Open-air' — 82, 'Bounty' — 81, u '2982' — 79, 'Cukrowy szpalerowy' — 78, 'Potentat' — 76, 'Zelandia' — 63. Na owocach wystąpiły plamy zarówno z infekcji lokalnej, rozrzucone na całej powierzchni, jak też plamy dookoła szypułki.

Uzyskany wynik świadczy, że populacje z ziemniaka są w pełni patogeniczne zarówno w stosunku do liści, jak łodyg i owoców pomidora. Wytworzone w warunkach naturalnych populacje grzyba przenoszą się na pomidory bez uprzedniego okresu przystosowywania się, w którym miałby się wytworzyć biotyp o specjalnej wirulencji, jak utrzymywał Mills (l. c.).

IDENTYFIKACJA SZCZEPÓW *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

Wszystkie szczepy *Phytophthora infestans* poddano jednocześnie identyfikacji: 1. na pomidorach testowych wg Gallegly'ego, celem określenia przynależności szczepów do którejś z ras wyspecjalizowanych względem pomidora oraz 2. na testowym zestawie ziemniaków

wg Shick'a, celem określenia wyspecjalizowania szczepów względem ziemniaka.

U pomidorów znane są dwa typy odporności na rasy *Phytophthora infestans* [6]. Odporność, bliska bezwzględnej, na rasę 0 zdolną porażać odmiany standardowo wrażliwe, jest kierowana przez pojedynczy gen TR₁. Pojedynczy gen TR₁ obecny jest w odmianie 'West Virginia 106', wrażliwej jednak na rasę 1. Rasa 1 obejmuje biotypy nie zaseregowane do rasy 0, w obrębie których stwierdza się znaczne różnice w agresywności. Według Gallegly'ego o szczepy porażające tylko

Ryc. 3. Porażenie liści pomidora przez populację *Phytophthora infestans* z ziemniaka (Z) oraz przez szczep z pomidora (P)

Infection of tomato leaves by a *Phytophthora infestans* population from potatoes (Z) and by a strain from tomatoes (P)

standardowo wrażliwą odmianę 'Rutgers', a nie porażające 'West Virginia 106' stanowią rasę 0. Szczepy zaś porażające 'W. V. 106' uznał on za rasę 1. Drugi typ odporności, dziedziczony w sposób złożony, reprezentują odmiany 'West Virginia 36-1' i 'West Virginia 700'. Są one względ-

Ryc. 4. Procentowe porażenie owoców trzech odmian pomidorów w różnych fazach dojrzewania

1 — zielone; 2 — bielejące; 3 — dojrzałe; 4 — nie porażone

Infection of fruits of three tomato varieties at various stages of ripening

1 — green; 2 — whitening; 3 — ripe; 4 — not infected

nie odporne na różne szczepy rasy 1. Obydwie te odmiany posiadają gen TR_1 i oprócz tego posiadają cechy odporności wielogenowej, kierowanej bliżej nieznaną ilością genów recesywnych, przy czym 'W. V. 36-1' posiada umiarkowany poziom tej odporności na rasę 1, 'W. V. 700' — wysoki jej stopień. Wiadomo jednak, że stopień odporności danej odmiany jest tym większy im więcej tych genów ona zawiera. Dzięki różnej reakcji obydwu odmian mogą one posłużyć do zróżnicowania szczepów rasy 1 pod względem ich agresywności.

Wobec stwierdzenia w doświadczeniach infekcyjnych wysokiej agresywności szczepów z ziemniaka względem pomidorów, podjęto również próbę określenia stopnia wyspecjalizowania szczepów z pomidora w stosunku do ziemniaków posługując się testowym zestawem Schick'a złożonym z linii pochodzących z *Solanum demissum* i *Solanum stoloniferum* [15]. Nasiona testowego zestawu ziemniaków uzyskano z Zakładu Ziemniaka I. H. A. R. w Gdańsku-Wrzeszczu. Nasiona testowego zestawu pomidorów otrzymano od prof. M. E. Gallegly'ego z U.S.A.

Do identyfikacji szczepów na testowych roślinach pomidorów i ziemniaków użyto liści odciętych z sześciotygodniowych roślin, hodowanych w warunkach szklarniowych zapewniających im zdrowotność i brak zakażenia naturalnego. Na liście umieszczane w płytkach Petriego, na wilgotnej ligninie, nanoszono inokulum o stężeniu 100 tys. zarodników/ml. Każdy szczep testowano trzykrotnie, za każdym razem na kilku liściach.

Przynależność szczepów do poszczególnych ras ustalano po uzyskaniu zgodnych wyników w kolejnych powtórzeniach. Identyfikację ras względem pomidora oparto na kryteriach podanych we wstępie tego rozdziału. Stopień agresywności szczepów zaszeregowanych do rasy 1 określano kolejnymi literami alfabetu według malejącej agresywności szczepu. Np. najbardziej agresywne formy rasy 1 oznaczono jako 1-a, mniej agresywne jako 1-b, najsłabsze zaś jako 1-c. W ocenie wyników otrzymanych w testowaniu na zestawie pomidorów przyjęto skalę porażenia stosowaną przez Gallegly'ego:

- 1 — brak objawów
- 2 — nierozprzestrzeniające się małe plamki
- 3 — większe plamki rozszerzające się wolno
- 4 — plamy szybko rozwijające się
- 5 — całkowite zniszczenie liści.

Dla objawów stanowiących przejścia między klasami przyjętej skali wprowadzono oznaczenia pośrednie, jak 1,5, 2,5, 3,5 itd.

Tabela 9 — Table 9

Klucz do oznaczania ras fizjologicznych *Phytophthora infestans* występujących na ziemniakach (według Black'a)

Key for determination of physiological races of *Phytophthora infestans* after Black

[illegible]

W ocenie stopnia porażenia testowych roślin ziemniaka przyjęto kryteria stosowane w Gross-Lusewitz [15]. Za porażone uważano te rośliny, na których oprócz plam stwierdzono zarodnikowanie grzyba. Po 4—6 dniach od inokulacji odmiany wrażliwe na daną rasę miały plamy z zarodnikującym grzybem, odporne zaś tylko ciemne drobne nekrozy lub nie wykazywały żadnych zmian. Załączona tabela Black'a (tab. 9) zawiera wykaz roślin testowych o znanych genach lub kombinacjach tych genów kierujących odpornością. Geny odpornościowe oznaczono literą *R*, a liczby przy *R* wskazują numery genów. Nazwy ras oparte są na symbolach genów. I tak rasa 1 ma zdolność porażania odmiany tylko z genem R_1 , rasa 2 — odmiany z genem R_2 itd. Rasa

Tabela 10 — Table 10

Agresywność badanych szczepów *Phytophthora infestans* w stosunku do pomidorów testowych (wg Gallegly) oraz ocena porażenia odmian testowych wg przyjętej skali
Aggressiveness of *Phytophthora infestans* strains towards set of tomato varieties (after Gallegly) and evaluation of infection of test varieties and virulence of the strains according to the scale adopted

Stopień porażenia odmian testowych Degree of infection of test varieties				Rasa Race	Liczba szczepów w poszczególnych grupach No. of strains in groups of races
Rutgers	W.V.106	W.V.36-1	W.V.700		
5	5	5	5	1-a	19
5	5	5	4	1-a	24
5	5	4.5	4.5	1-a	1
5	5	4.5	4	1-a	14
5	4.5	4.5	4	1-a	3
ogółem—total 61 1-a					8
5	5	4	4	1-b	36
5	4.5	4	4	1-b	17
5	4.5	4	3.5	1-b	1
5	4	4	3	1-b	1
5	4	3.5	3.5	1-b	28
5-4.5	4	3.5	3	1-b	2
4	3.5	3.5	3	1-b	2
ogółem—total 93 1-b					18
5-4.5	4	3	2.5	1-c	16
5-4.5	3.5	3	2	1-c	29
4	3.5	3	2	1-c	5
4	3.5	2.5	2	1-c	5
ogółem—total 68 1-c					14
4	3	2	2	0	9
4	3	2.5	2	0	5
4	3	2	1	0	1
4	2.5	2	1	0	1
ogółem—total 29 0					0

Tabela 11 — Table 11

Porównanie wyników oznaczania szczepów *Phytophthora infestans* z pomidorów
na testowych zestawach pomidorów i ziemniaków
Comparison of results of identification of *Phytophthora infestans*
strains on test tomato and potato test

Pochodzenie szczepów Provenance of strains	Wyniki testowania na ziemniakach Results of tests with potatoes	Liczba szczepów danej rasy No. of isolates of given race	Wyniki testowania na pomidorach Results of tests with tomatoes
Woj. warszawskie 1963 r.	1. 3. 4	1	1 — a
	3. 4	3	1 — a
	3. 4	9	1 — b
	4	7	1 — b
	1	22	1 — c
	1	23	0
Woj. warszawskie 1964 r.	3. 4	3	1 — a
	4	5	1 — b
	1	7	1 — c
Woj. krakowskie 1964 r.	1. 2. 3. 4	10	1 — a
	1. 3. 4	5	1 — a
	3. 4	7	1 — a
	1. 3. 4	5	1 — b
	3. 4	19	1 — b
	3. 4	17	1 — c
Woj. rzeszowskie 1964 r.	1. 2. 3. 4	1	1 — a
	1. 3. 4	2	1 — a
	1. 3. 4	12	1 — b
	2. 4	15	1 — b
	3. 4	3	1 — c
	2. 4	6	1 — c
Woj. lubelskie 1964 r.	1. 3. 4	1	1 — a
	1. 3. 4	9	1 — b
	3. 4	3	1 — c
Woj. łódzkie 1964 r.	1. 2. 3. 4	2	1 — a
	1. 3. 4	7	1 — a
	1. 3. 4	1	1 — b
	3. 4	4	1 — b
Woj. bydgoskie 1964 r.	3. 4	7	1 — a
	3. 4	4	1 — b
	3	8	1 — c
	3	6	0
Woj. poznańskie 1964 r.	1. 2. 3. 4	3	1 — a
	1. 2. 4	3	1 — a
	3. 4	6	1 — a
	3. 4	3	1 — b
	1. 2. 4	2	1 — c

porażająca odmiany z większą ilością genów ma w symbolu numery tych genów, np. rasa 1.2.3 poraża odmiany z genami $R_1R_2R_3$. Rasa 0 poraża odmiany nie posiadające genów odpornościowych.

Wyniki identyfikacji szczepów na testowym zestawie pomidorów. Uzyskane wyniki identyfikacji szczepów *Phytophthora infestans* na wskaźnikowych odmianach pomidorów zestawiono według objawów odpowiadających stopniom przyjętej skali uwzględniając ilościowe występowanie oznaczonych ras (tab. 10). Za Gallegly'm i Wilsonem (16) za porażone uważano te rośliny, u których nasilenie objawów odpowiadało stopniom porażenia od 3,5 do 5. Przeważającą liczbę szczepów zakwalifikowano do rasy 1. W zależności jednak od nasilenia objawów, jakie wywoływały na 'West Virginia 36-1' i 'West Virginia 700' oceniano ich agresywność dodając do symbolu rasy 1 — pierwsze litery alfabetu. Rasa 1-a w najsilniejszym stopniu lub prawie najsilniejszym (4.5—5) porażała 'W. V. 36-1', a 'W. V. 700' w stopniu 4. Rasa 1-b porażała 'W. V. 36-1' w stopniu 4 a 'W. V. 700' w stopniu 4—3.5. Rasa 1-c porażała linię 'W. V. 36-1' w stopniu 3,5, linia zaś '700' była w stosunku do niej całkowicie odporna. Ogółem spośród szczepów wyizolowanych z pomidorów 61 zaliczono do rasy 1-a, 93 do rasy 1-b, 68 do rasy 1-c a 29 do rasy 0.

Zachowanie się szczepów z pomidorów na ziemniakach testowych. W tabeli 11 zestawiono wyniki identyfikacji szczepów na teście ziemniaczanym i pomidorowym. W wyniku oznaczenia szczepów z pomidorów na testowym zestawie ziemniaczanym Schick'a stwierdzono, że szczepy te określone jako wyspecjalizowane w stosunku do pomidorów wykazywały jednocześnie znaczny stopień wyspecjalizowania także w stosunku do ziemniaków. Według wyników identyfikacji na zestawie Schick'a reprezentowały następujące rasy „ziemniaczane”: 1, 3, 2.4, 3.4, 1.2.4, 1.3.4, 1.2.3.4. Rasy te występowały z różną częstością. Najpowszechniej wykrywano rasę 3.4 reprezentowaną w badaniach przez 88 szczepów „pomidorowych”. Rasa ta pospolita we wszystkich województwach, z których uzyskano szczepy, szczególnie zaś w krakowskim. Rasę 1 reprezentowaną przez 46 szczepów stwierdzono tylko w woj. warszawskim. 23 szczepy reprezentowały rasę 2.4 wykrytą tylko w woj. rzeszowskim. Dalej 16 szczepów z pomidorów stanowiło rasę 1.2.3.4; 14 określono jako rasę 3 wykrytą wyłącznie w woj. bydgoskim; 12 zidentyfikowano jako rasę 4; 5 określono jako rasę 1.2.4.

Nie stwierdzono korelacji między zachowaniem się tych samych szczepów w stosunku do ziemniaków i pomidorów testowych. Jakakolwiek rasa „pomidorowa” może reprezentować różne rasy „ziemniaczane”. Brak prawidłowości we wzajemnych stosunkach między rasami oznaczonymi na teście złożonym z ziemniaków i pomidorów stwierdził także Gallegly [6, 16].

STRESZCZENIE

1. W laboratoryjnych doświadczeniach infekcyjnych stwierdzono pewne różnicowanie badanych szczepów pod względem patogeniczności. Szczepy o silniejszej patogeniczności w stosunku do liści, wykazywały także większą patogeniczność względem owoców.

2. Przy zakażaniu owoców pomidorów zwrócono uwagę na sposób infekcji i stwierdzono, że w wysokim procencie może ona zachodzić przez nieuszkodzoną skórkę owocu. Stwierdzono także, że w największym procencie i najsilniej ulegają porażeniu owoce niedojrzałe.

3. Zakażając liście owoców pomidorów przy użyciu jako inokulum zarodników zbieranych z liści ziemniaka porażonych w wyniku naturalnej infekcji, uzyskano bardzo wysoki stopień porażenia u wszystkich zakażanych roślin, co dowodzi, że populacje *Phytophthora infestans* z ziemniaka są w pełni patogeniczne w stosunku do pomidorów i mogą je porażać bez uprzedniego okresu przystosowywania się. Wśród badanych populacji ziemniaczanych wystąpiło pewne zróżnicowanie pod względem patogeniczności podobnie jak wśród szczepów z pomidorów.

4. Stwierdzono fakt skorelowania stopnia patogeniczności szczepu z obfitością wytwarzania zarodników konidialnych, z szybkością uwalniania się zarodników pływkowych i ich ruchliwością.

5. Dokonano próby identyfikacji szczepów *Phytophthora infestans* z pomidorów w oparciu o formy testowe prof. Gallegly'ego. W wyniku stwierdzono występowanie następujących ras na pomidorach: rasy 0 w 29 wypadkach i rasy 1 w 222 wypadkach. Dla rasy 1 przyjęto trzy stopnie agresywności. W grupie a (rasa 1-a) znalazło się 61 szczepów, w grupie b (rasa 1-b) 93, a w grupie c (rasa 1-c) 68 szczepów.

6. Jakkolwiek wszystkie badane szczepy wykazały agresywność względem standardowo wrażliwych odmian, to nie wszystkie posiadały odpowiedni stopień agresywności, by wywołać porażenie na testowych formach pomidorów.

7. Dokonano również identyfikacji szczepów jako ras wyspecjalizowanych względem ziemniaka na testowym zestawie Schick'a. Stwierdzono następujące rasy: 1, 3, 4, 2.4, 3.4, 1.3.4, 1.2.4, oraz 1.2.3.4.

8. Porównując wyniki identyfikacji posiadanych szczepów jako ras „pomidorowych” i „ziemniaczanych” stwierdzono brak korelacji tych ras między sobą; określona grupa szczepów oznaczona jako jedna rasa „pomidorowa” rozбивa się na kilka różnych ras „ziemniaczanych”.

Zakład Ekologii PAN
Warszawa, Nowy Świat 72

(Wpłynęło dn. 10.12.1968 r.)

SUMMARY

1. In infections produced in laboratory experiments certain differences in the strains investigated were noted as far as pathogenicity is concerned. Strains more pathogenic to leaves showed the same tendency in regard to fruits.

2. When tomato fruits were infected the infection was found to occur in a high percentage of cases through the intact epidermis. It was also remarked that unripe fruits exhibit the highest intensity and percentage of infection.

3. Infection of leaves and fruits of tomatoes with inoculum of spores collected from potato leaves infected in natural conditions, resulted in a high degree of

infection in all the plants infected, this proving that *Phytophthora infestans* populations from potato are fully pathogenic to tomatoes and can infect them without passing through an adaptation period. The populations from potatoes showed certain differences as regards pathogenicity similarly as did strains from tomatoes.

4. The degree of pathogenicity of the strain proved to be correlated with the amount of conidial spores produced, the rate of swarm spores liberation and their mobility.

5. Attempts of identification of *Phytophthora infestans* strains against the test forms of Gallegly were undertaken. In this way the presence of the following races on tomatoes was established. 0 in 29 cases and 1 in 222 cases. For line 1 three degrees of virulence were established group (race 1-a) included 61 strains, group b (race 1-b) 93 and group c (race 1-c) 68 strains.

6. Although all the strains tested were aggressive towards the varieties known as susceptible, they were not all sufficiently virulent to cause infection of the test forms of tomato.

7. Strains were also identified on the basis of their specific virulence towards potatoes in Schick's testing set. The presence of the following lines was established: 1, 3, 4, 2.4, 3.4, 1.3.4. 1.2.4 and 1.2.3.4.

8. Comparison of the results of identification of the strains as "tomato" and "potato" lines proved absence of correlation between these lines; a definite group of strains determined as one "tomato" line falls into several different "potato" lines.

The author is deeply indebted to professor Gallegly for the test material and indications on its use.

LITERATURA

1. Black W., Mastenbroek C., Mills W. R. and Peterson L. C., 1953, A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives, *Euphytica* 2:173.
2. Ferguson W., Lyall L. H. and Racicot H. N., 1952, Tomato breeding for resistance to *Phytophthora infestans* (Mont) de By, *Scientific Agriculture* 32:57-66.
3. Gallegly M. E., 1952, Physiologic races of the tomato late blight fungus, *Phytopathology* 42:461.
4. Gallegly M. E. and Marvel M. E., 1955, Inheritance of resistance to tomato race 0 of *Phytophthora infestans*, *Phytopathology* 45:103.
5. Gallegly M. E. and Niederhauser, 1959, Genetic controls of host-parasite in the *Phytophthora* late blight disease, *Plant Pathology Problems and Progress*.
6. Gallegly M. E., 1960, Resistance to the late blight fungus in tomato w Proc. Plant Science Seminar. 113.
7. Gäuman E., 1959, Nauka o infekcyjnych chorobach roślin, PWRiL, W-wa.
8. Giddings N. J. and Berg A., 1919, A comparison of the late blight of tomato and potato, A preliminary report, *Phytopathology* 9:209.
9. Kożewnikowa N. N., 1965, O parazytyczeskich swoistwach fitofory obitajuszczey na tomatach. Tezisy dokladow IV wsjesojuznego sowieszczanija po immunitetu sjelskochozjajstwiennych rastienij, s. 92.

10. Kubicka H., 1969, Badania nad *Phytophthora infestans* (Mont) de By na pomidorach w Polsce. Cz. I. Obserwacje nad wzrostem i zarodnikowaniem *Ph. infestans* na różnych podłożach oraz nad morfologią i biologią zarodników konidialnych i pływkowych grzyba, Acta Agrobotanica 22 (1): 147.
11. Mills W. R., 1940, *Phytophthora infestans* on tomato, Phytopathology 30.
12. Muller C. H., 1940, A revision of the genus *Lycopersicon*, U. S. Dept. Agr. Misc. Publ. N. 382.
13. Reed H., 1912, Does *Phytophthora infestans* cause tomato blight?, Phytopathology 2.
14. Röder K., 1935, Untersuchungen über die Phytophthorakrankheit (*Phytophthora infestans*) der Tomate. Phytopathologische Z. 8:589.
15. Swiszczevska J. i Osińska M., 1962, Badania nad identyfikacją ras fizjologicznych zarazy ziemniaczanej występujących na północnych terenach Polski. Cz. I., H.R.A. i N.T. 6, z. 6.
16. Wilson I. B. and Gallegly M. E., 1955, The interrelationship of potato and tomato races of *Phytophthora infestans*, Phytopathology 45.