

JAROSŁAW PRZETAKIEWICZ

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Fitopatologii, Pracownia Organizmów Kwarantannowych, Radzików

Porównanie dwóch metod oceny stopnia porażenia kielków ziemniaka patotypem 1(D1) grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

Comparison of two methods for assessing the rate of infection of potato sprouts by pathotype 1(D1) of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

W doświadczeniu użyto 5 zagranicznych odmian ziemniaka, które wykazywały połową odporność na patotyp 1(D1) *Synchytrium endobioticum*. Oceniono stopień porażenia kielków odmian ziemniaka w warunkach laboratoryjnych metodą Glynne-Lemmerzahla i Spieckermanna. Przy użyciu pierwszej metody, 2 odmiany (Calla oraz Banba), zaklasyfikowano do słabo odpornych (od st. 0 do II/III). Pozostałe 3 odmiany (Orbit, Magda i Nancy), zakwalifikowano do słabo podatnych (od st. 0 do I). W metodzie Spieckermanna wszystkie z pięciu wymienionych odmian wykazywały pełną odporność laboratoryjną. Otrzymane wyniki wskazują na brak możliwości zróżnicowania testowanych odmian przy użyciu metody Spieckermanna. Metoda ta nie pozwala na wyróżnienie odmian takich, które wykazują częściową odporność lub podatność na testowany patotyp *S. endobioticum*. Zastosowanie metody Glynne-Lemmerzahla pozwala na taką identyfikację wśród testowanych odmian.

Słowa kluczowe: metoda Glynne-Lemmerzahla, metoda Spieckermanna, *Synchytrium endobioticum*, rak ziemniaka, ziemniak, *Solanum tuberosum*, odporność

Five foreign potato cultivars: Banba, Calla, Magda, Nancy and Orbit, showing field resistance to pathotype 1 (D1) of *Synchytrium endobioticum*, were assessed for their resistance to this pathotype under laboratory conditions using comparatively the Glynne-Lemmerzahls method and the Spieckermanns test. When the Glynne-Lemmerzahls method was applied, cvs Banba and Calla were assessed as weakly resistant (ranks from 0 to II/III), and cvs Magda, Nancy and Orbit were classified into the group of slightly susceptible potatoes (ranks 0–I). Meanwhile, all the cultivars were assessed as resistant to *S. endobioticum* based on the Spieckermanns test. The results obtained indicate that the Glynne-Lemmerzahls method, but not the Spieckermanns one, is suitable for differentiating between potato cultivars resistant and partly resistant to pathotype 1 (D1) of *S. endobioticum*.

Key words: Glynne-Lemmerzahls method, potato wart disease, resistance, *Solanum tuberosum*, Spieckermanns test, *Synchytrium endobioticum*

WSTĘP

Synchytrium endobioticum wywołuje chorobę zwaną rakiem ziemniaka (Langerfeld, 1984). Głównym żywicielem *S. endobioticum* jest ziemniak, ale porażane mogą być również inne gatunki z rodzaju *Solanum*, jak *S. nigrum*, *S. dulcamara*, *S. lycopersicum*, *S. commersonni*, *S. jamensii* oraz szereg innych (Malec, 1983). W regionie Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin (z ang. EPPO), do której należy również Polska, *S. endobioticum* występuje lokalnie w minimalnym nasileniu prawie we wszystkich krajach (OEPP/EPPO, 1999).

S. endobioticum jest gatunkiem zaliczanym do organizmów kwarantannowych, głównie z tego powodu, że jest groźną chorobą i jest w stanie przetrwać w glebie w postaci zarodni przetrwalnikowych kilkadziesiąt lat (Pratt, 1979). Regulacje prawne w sprawie zwalczania tej choroby obejmują większość państw, w których uprawiane są ziemniaki. W krajach Unii Europejskiej (UE) w tym również w Polsce obowiązują odpowiednie dyrektywy tj.: Dyrektywa 69/464/EWG z dnia 8 grudnia 1969 r. w sprawie zwalczania raka ziemniaka (*Synchytrium endobioticum*) (Dz. Urz. WEL 323, 24.12.1969), Dyrektywa 2000/29/WE z dnia 8 maja 2000 r. w sprawie środków fitosanitarnych przeciwko wprowadzeniu na obszar Wspólnoty organizmów szkodliwych dla roślin lub produktów roślinnych i przeciwko ich rozprzestrzenianiu się na obszarze Wspólnoty (Dz. Urz. WE L 169, 10.07.2000, z późn. zm.) oraz Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2004 r. (Dz. U. nr 183, poz. 1891) w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeczaniu się *Synchytrium endobioticum*, z dnia 28 stycznia 2005 r. (Dz. U. nr 27, poz. 226) a także z dnia 5 sierpnia 2006 (Dz. U. nr 148, poz. 1072) zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeczaniu się grzyba *Synchytrium endobioticum*.

Jedyną skuteczną metodą zapobiegającą rozprzestrzenianiu się choroby jest uprawa odmian ziemniaka, które charakteryzują się odpornością na ten patogen, przynajmniej w warunkach polowych (z ang. field immunity) lub pełną odpornością zarówno w warunkach polowych jak i laboratoryjnych. Zgodnie z polskim prawem do uprawy dopuszczane są odmiany ziemniaka charakteryzujące się wyłącznie pełną odpornością laboratoryjną i polową na określony patotyp grzyba *S. endobioticum* [M.R.iR.W., 5.10.2005 r. (Dz. U. nr 207 poz. 1737)].

Laboratoryjna ocena odporności rodów i odmian ziemniaka na *S. endobioticum* jest wykonywana metodą Glynne-Lemmerzahla (Glynne, 1925; Lemmerzahl, 1930; Noble i Glynne, 1970) lub Spieckermanna (Spieckermann and Kothoff, 1924). Metody te są powszechnie stosowane i zgodne z międzynarodowymi standardami (OEPP/EPPO, 1999).

Celem pracy było porównanie wiarygodności i przydatności w/w metod w ocenie odporności odmian ziemniaka charakteryzujących się pośrednim, granicznym typem reakcji jako podatności lub odporności na patotyp 1(D1) *S. endobioticum*.

Rody, które charakteryzują się wysoką podatnością, jak to już wykazano wcześniej (Przetakiewicz i Kopera, 2007), są możliwe do identyfikacji przy użyciu zarówno metody Glynne-Lemmerzahla jak i Spieckermanna. Problem dotyczy głównie odmian lub rodów

o tzw. polowej odporności, które wykazują duże zróżnicowanie. W wyniku tego zróżnicowania część odmian, które są uznawane za odporne na patotyp 1(D1) *S. endobioticum* w krajach ich pochodzenia nie są uznawane za odporne w innych państwach. Np.: odm. Nancy (Republika Czeska), odm. Cyrano (Holandia), odm. Burren (Irlandia), odm. Calla (Niemcy) nie są uznawane za odporne w Polsce, i odwrotnie odm. Umiak (Polska) nie jest uznawana za odporną w Niemczech (Przetakiewicz, 2008). Z kilkuletnich badań oceny odporności zagranicznych odmian ziemniaka, które są prowadzone w Pracowni Organizmów Kwarantannowych w Radzikowie wynika, że ok. 30% z nich jest dyskwalifikowana z powodu niedostatecznej odporności na patotyp 1(D1) *S. endobioticum* (Przetakiewicz, 2007).

MATERIAŁ I METODY

W doświadczeniach wykorzystano 5 zagranicznych odmian ziemniaka (Calla — hodowla niemiecka, Orbit, Magda, Nancy — hodowla czeska i Banba — hodowla irlandzka), które zostały zgłoszone do weryfikacji i ustalenia stopnia ich odporności na patotyp 1(D1) *S. endobioticum*. W doświadczeniach użyto całych bulw lub ich fragmentów zawierających oczka.

Zastosowaną w doświadczeniach metodę Glynne-Lemmerzahla wykonano zgodnie z oryginalnymi pracami Glynne (1925), Lemmerzahl (1930) i Noble & Glynne (1970) oraz protokołu diagnostycznego PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004), a także z modyfikacjami wprowadzonymi przez Malca (Malec, 1972 i 1980; Malec i Lubiewska, 1979). Metodę Spieckermanna wykonano zgodnie z pracą Spieckermanna i Kothoffa (1924) oraz protokołu diagnostycznego PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004).

Szczegółowy opis zastosowanej metodyki, rodzaju użytego inokulum oraz skali odporności został opisany przez Przetakiewicza i Koperę (Przetakiewicz i Kopera, 2007; Przetakiewicz, 2008).

WYNIKI I DYSKUSJA

Ocena odporności metodą Glynne-Lemmerzahla

Do badań porównawczych wybrano odmiany, które wykazywały częściową odporność na patotyp 1(D1) *S. endobioticum* w ocenie laboratoryjnej wykonanej metodą Glynne-Lemmerzahla. Wszystkie badane odmiany klasyfikowały się w stopniu 0, IV i III — jako odporne, jednak każda z nich dodatkowo wykazywała reakcję w stopniach: II/III, II i I (odm. Nancy); II/III i II (odm. Magda i Orbit); oraz tylko w stopniu II/III (odm. Calla i Banba) (tab. 1, rys. 1) — jako podatne.

Uzyskane wyniki wskazywały, że część z ocenianych odmian (Calla i Banba) była odporna na testowany patotyp *S. endobioticum*, jednak stopień tej odporności był niski (z ang. weakly resistant). Pozostałe odmiany, Orbit, Magda i Nancy, zakwalifikowano do grupy słabo podatnych (z ang. slightly susceptible). Takie zróżnicowanie reakcji na patogena u odmian częściowo odpornych było opisywane już wcześniej przez Malca (1963), który stwierdził, że u niektórych odmian „odpornych” nie wszystkie komórki

reagują w ten sam sposób (odporność na porażenie dzięki nadwrażliwości poprzez nekrotyczne reakcje obronne) i nie zawsze procesy te przebiegają tak regularnie. Pewna część pływki po wnikięciu do komórek epidermy nie ginie razem z nimi, lecz może się rozwijać i formować letnie zarodnie z żywymi pływkami. Niektóre „odporne” odmiany mogą więc częściowo ulegać porażeniu.

Tabela 1

Stopień porażenia kielków (pędów) wybranych odmian ziemniaka przez *S. endobioticum* (patotyp D₁) oceniony metodą Glynne-Lemmerzahla
Assessment of the rate of infection of potato cultivars by *S. endobioticum* (pathotype D₁) using Glynne-Lemmerzahl method

Odmiana Cultivar	Liczba testowanych bulw Number of tested tubers	Liczba bulw podatnych Number of susceptible tubers	Ocena laboratoryjna — Laboratory assessment					
			odporne — resistant			podatne — susceptible		
			0 ¹	IV ²	III ³	II/III ⁴	II ⁵	I ⁶
Orbit	42	12	22	3	5	9	3	0
Calla	42	8	10	5	19	8	0	0
Magda	42	5	21	10	6	3	2	0
Nancy	42	20	12	2	8	10	9	1
Banba	42	10	20	9	3	10	0	0
Razem — Total	210	55	85	29	41	40	14	1

¹⁾ Stopień 0 — brak sorusów, wczesne reakcje nekrotyczne

¹⁾ Rank 0 — no sori, early necrotic response

²⁾ Stopień IV — pojedyncze znekrotyzowane sorusy, późne reakcje nekrotyczne

²⁾ Rank IV — several sori with necrosis, delayed necrotic response

³⁾ Stopień III — głównie bardzo późne reakcje nekrotyczne

³⁾ Rank III — very late necrotic response in prevalence

⁴⁾ Stopień II/III — reakcja pośrednia pomiędzy st. II i III

⁴⁾ Rank II/III — intermediate response between rank II and III

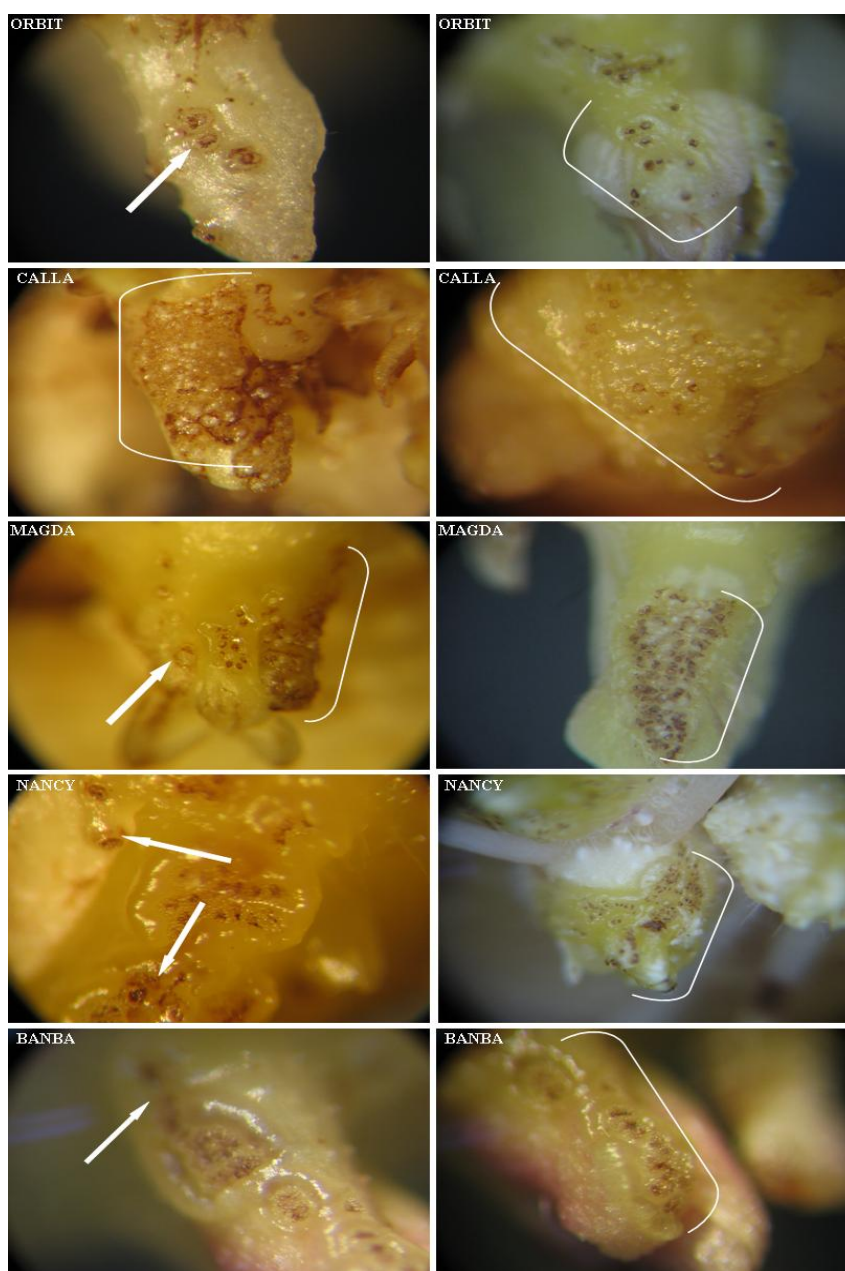
⁵⁾ Stopień II — początek tworzenia się narośli rakowej, brak nekroz

⁵⁾ Rank II — beginning of warts formation on sprouts, no necrotic lesions

⁶⁾ Stopień I — liczne sorusy, całe kielki proliferują w narośla rakowe

⁶⁾ Rank I — numerous sori, whole infected sprouts proliferate to warts

Taka ocena dyskwalifikuje te odmiany na mocy Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2004 roku (Rozp. MRiRW, 2004) z powodu ryzyka powstawania wtórnych infekcji, czyli przejścia patogena przez cały cykl rozwojowy — tworzenie dojrzałych sorusów, z których pływki mogą przechodzić kolejne cykle wegetatywne lub generatywne dając w konsekwencji trwałe zarodnie przetrwalnikowe. Ze względu jednak na identyfikację reakcji nekrotycznych (wczesnych, późnych i bardzo późnych) odmiany te są uznawane za średnio odporne i najczęściej odporne w symulowanych warunkach polowych (Malinowska i Butrymowicz, 2007). Dość restrykcyjna ocena, nawet w przypadku odmian, które porażały się najwyżej w stopniu II/III (tab. 1) jest podyktowana doświadczeniami wykonywanymi przez Malca (1963, 1974), który udowodnił zwiększenie wirulencji patotypu pasażowanego na odmianie odpornej, lecz charakteryzującej się niskim stopniem odporności. Z wykonywanych doświadczeń na rakopodatnych rodach (Przetakiewicz i Kopera, 2007) wynika, że metoda Glynne-Lemmerzahla różnicuje lepiej niż metoda Spieckermanna, a ocenienie tej czułości jest możliwe dopiero po porównaniu reakcji odmian odpornych na zakażenie, lecz charakteryzujących się niskim stopniem odporności.



Rys. 1. Reakcja kielków na inkubację patotypem po 2 tygodniach wykonaną metodą Glynne-Lemmerzahla. Z lewej strony widoczne wczesne, późne i bardzo późne reakcje nekrotyczne. Z prawej strony przedstawiono dojrzałe sorusy z częściową lub całkowitą proliferacją kielków

Fig. 1. Reaction of five potato cultivars (sprout stage) to infection with pathotype 1 (D1) of *Synchytrium endobioticum*, recorded after 2 wks of incubation in the Glynne-Lemmerzahl's method. Left column: early, late and very late necrotic response. Right column: matured sori with partial or entire sprout proliferation

Ocena odporności metodą Spieckermanna

Zgodnie z wymogami metodyki (OEPP/EPPO, 2004) ocenę stopnia porażenia przez *S. endobioticum*, patotyp 1(D1) wykonano po 8 tyg. inkubacji. Szczegółowy opis skali odporności w języku angielskim znajduje się w protokole diagnostycznym PM 7/28 (OEPP/EPPO, 2004), jak również w języku polskim został przetłumaczony przez Przetakiewicza w części materiały i metody (Przetakiewicz i Kopera, 2007).

Żadna z testowanych odmian nie została zakwalifikowana do typu rakowego. W stopniu F (bardzo późne reakcje nekrotyczne) zidentyfikowano odmianę Orbit, w st. P (późne reakcje nekrotyczne) — Calla i Banba, oraz w st. ”-” (wczesne reakcje nekrotyczne) wszystkie 5 testowanych odmian (tab. 2, rys. 2).

Tabela 2

Stopień porażenia kielków (pędów) wybranych odmian ziemniaka przez *S. endobioticum* (patotyp D₁) oceniony metodą Spieckermanna
Assessment of the rate of infection of potato cultivars by *S. endobioticum* (pathotype D₁) using the Spieckermann method

Odmiana Cultivar	Kielki — Sprouts			Skala oceny Classification categories										
	testowano tested	nieporażone uninfected	gnijące rotted	- ¹	P ²	F ³	R ⁴	typ rakowy ⁵ wart type ⁵						
								I	II	III	IV	V	X	
Orbit	47	3	30	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Calla	49	4	21	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magda	52	11	13	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nancy	93	2	39	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Banba	43	7	4	27	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem Total	284	27	107	141	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0

¹⁾ Typ ”-” - wczesne reakcje nekrotyczne

¹⁾ Type ”-” - early necrotic response

²⁾ Typ P — późne reakcje nekrotyczne

²⁾ Type P — late delayed necrotic response

³⁾ Typ F — bardzo późne reakcje nekrotyczne

³⁾ Type F — very late necrotic response

⁴⁾ Typ R — słabo podatne

⁴⁾ Type R — weakly susceptible

⁵⁾ Typ rakowy — podatne; typ rakowy jest dzielony na 6 grup w zależności od wielkości narośli rakowych: I (2-3 mm), II (4-5 mm), III (6-7 mm), IV (8-10 mm), V (11-15 mm), X (16-20 mm i więcej).

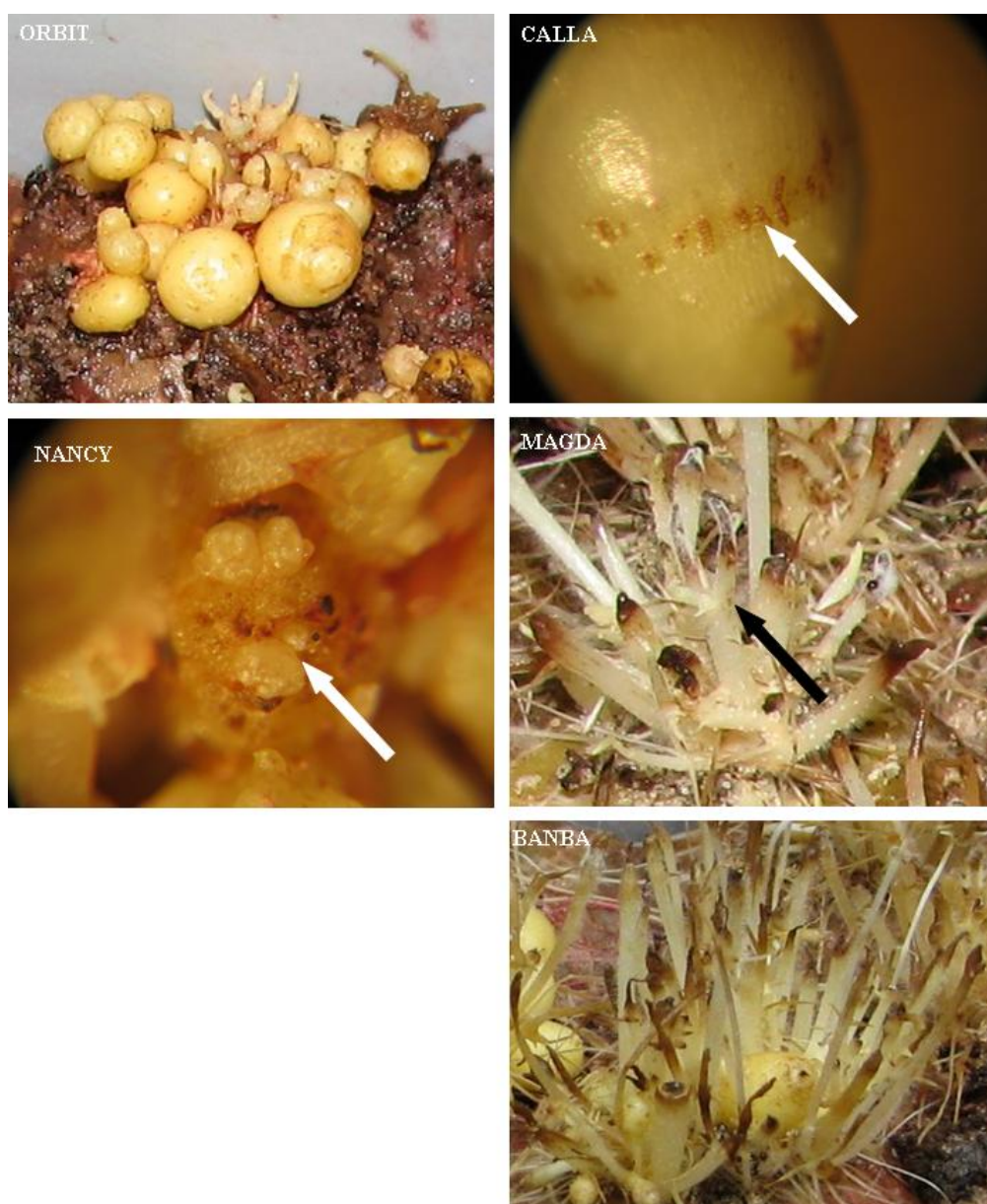
⁵⁾ Wart type — susceptible; according to the size, warts may be classified into 6 groups: I (2–3 mm), II (4–5 mm), III (6–7 mm), IV (8–10 mm), V (11–15 mm), and X (16–20 mm and larger)

Na podstawie otrzymanych wyników wszystkie z 5 testowanych odmian należałyby zaklasyfikować do odpornych. W metodzie Spieckermanna (zarodnie przetrwalnikowe) zastosowano ten sam patotyp, co w metodzie Glynne-Lemmerazhla (zarodnie letnie) 1(D1) *S. endobioticum* jednak różnica między metodami wynika głównie z presji patogena, co jest konsekwencją użycia do inokulacji różnych stadiów rozwojowych grzyba. W przypadku metody Glynne-Lemmerazhla do inokulacji używane są świeże narośla rakowe (zawierające tylko zarodnie letnie), ilość pływek jest znacznie większa w porównaniu do uzyskanych w metodzie Spieckermanna, gdzie tylko część zarodni przetrwalnikowych, nawet przy ich wysokim stężeniu na jednostkę masy inokulum, jest

w stanie wykiełkować w ciągu 8 tygodni trwania doświadczenia. Testowane odmiany są przykładem na to, że przy niskiej presji patogena (mała liczba kiełkujących pływek z zarodni przetrwalnikowych lub z sorusów), reakcja obronna gospodarza jest na tyle wysoka, że nie dochodzi do zakończenia cyklu rozwojowego grzyba i wytworzenia zarodni letnich. Rak ziemniaka należy do grupy infekcyjnych chorób roślin, u których pojedyncze zarodniki pływkowe, po wniknięciu do komórki gospodarza nie wywołują objawów choroby. Bodźce pojedynczych zarodników są na to za słabe (Malec, 1983). Dla wywołania adekwatnej reakcja gospodarza na patogena liczba ognisk infekcji musi być odpowiednio wysoka. W przypadku metody Glynne-Lemmerzahla presja patogena może być na tyle wysoka, że dochodzi do przełamania reakcji obronnej gospodarza. Tylko przy bardzo silnej presji patogena możliwa jest pełna ocena reakcji obronnych gospodarza. Taką presję można uzyskać jedynie w warunkach laboratoryjnych stosując metodę Glynne-Lemmerzahla.

Głównym problemem przy podejmowaniu decyzji o uznaniu odmiany za odporną na określony patotyp *S. endobioticum* jest możliwość powstawania wtórnych infekcji, czyli przejścia całego cyklu rozwojowego patogena i wytworzeniu kolejnych pływek zdolnych do infekcji. To zagadnienie zostało obszernie opisane przez Baayen'a i wsp. (Baayen i in., 2005). Stwierdzili oni, że odmiany tzw. połowo odporne wytwarzają w ocenie laboratoryjnej (metoda Spieckermanna) małe narośla rakowe lub nie wytwarzają ich w ogóle. Uprawa takich odmian przez kolejne 3 lata na zainfekowanym polu nie spowodowała wzrostu liczby zarodni przetrwalnikowych w glebie. Konkluzją kilkuletnich doświadczeń było stwierdzenie, że odmiany połowo odporne nie zwiększają ryzyka wtórnych infekcji, spełniając tym samym kryteria Dyrektywy UE 69/464/EEC (EU, 1969).

Należy jednak pamiętać o tym, że według niektórych hipotez powstawanie nowych, bardziej wirulentnych patotypów, jest spowodowane uprawą odmian odpornych, które charakteryzują się niskim stopniem odporności. Ta hipoteza została udowodniona przez Malca (1963; 1974), który po kilkukrotnym pasażowaniu wyselekcjonował bardziej wirulentny patotyp. Początkowo sądzono, że *S. endobioticum* jest jednolity pod względem morfologicznym jak i biologicznym, i że wszystkie jego osobniki nie różnią się pod względem pasożytniczych właściwości. Pierwsze doniesienia o istnieniu zróżnicowania ras pojawiły się w 1942 roku (Braun, 1942), kiedy to dowiedziono fizjologicznej specjalizacji *S. endobioticum* i wykryto bardziej wirulentny patotyp w Turynii w miejscowości Giessübel — patotyp 2 (G1). Na terenie Europy zidentyfikowano już ponad 40 patotypów *S. endobioticum* (Baayen i in., 2006). Z tego względu w Polsce dopuszczane są do uprawy odmiany ziemniaka, które w warunkach laboratoryjnych porażają się maksymalnie w stopniu III. Eliminuje to ryzyko wtórnych infekcji i jednocześnie, w sprzyjających dla rozwoju raka ziemniaka warunkach zapobiega selekcji bardziej wirulentnych form *S. endobioticum* (Przetakiewicz, 2008).



Rys. 2. Reakcja kielków na inkubację patotypem po 8 tygodniach wykonaną metodą Spieckermanna z widocznymi wczesnymi, późnymi i bardzo późnymi nekrozami. Brak dojrzałych sorusów i proliferacji kielków

Fig. 2. Reaction of five potato cultivars (sprout stage) to infection with pathotype 1 (D1) of *Synchytrium endobioticum*, recorded after 8 wks of incubation in the Spieckermanns test. Early, late and very late necrotic responses are shown. Neither matured sori nor sprout proliferation are present

W Polsce ocena odporności w warunkach laboratoryjnych, z wykorzystaniem zarodni letnich, była prowadzona już od lat sześćdziesiątych (Malec, 1965). Wcześniejsza ocena odporności tylko na podstawie badań polowych była niewystarczająca. Mogło to być przyczyną selekcji bardziej wirulentnych patotypów, które wykryto w 1961 roku — 2(Ch1) i 1965r 3(M1) (Malec, 1974; 1981; Malinowska i Butrymowicz, 2007). Patotypy te zostały wykryte na obszarach sprzyjających rozwojowi choroby (tereny podgórskie). Dzięki odpowiednim obostrzeniom prawnym, jak również dzięki uprawie odmian odpornych, ich zasięg ma charakter lokalny w Polsce (Malinowska i Butrymowicz, 2007). Od czasu wprowadzenia w Polsce całkowitego zakazu uprawy odmian rakopodatnych w 1955 roku nastąpiła regresja choroby na terytorium całego kraju i wygaśnięcie większości ognisk patotypu 1(D1) *S. endobioticum* (FVO, 2005). Od momentu wprowadzenia do oceny laboratoryjnej metody Glynne-Lemmerzahla nie wykryto na terytorium Polski nowych patotypów, co świadczy o jej przydatności w eliminacji form nie tylko podatnych, ale również odpornych, charakteryzujących się zbyt niskim stopniem odporności.

WNIOSKI

1. Ocena laboratoryjna odporności i reakcji ziemniaka na *S. endobioticum*, patotyp 1(D1) metodą Spieckermanna nie pozwala na odróżnienie odmian odpornych od takich, które charakteryzują się niskim stopniem odporności.
2. Zastosowanie metody Glynne-Lemmerzahla pozwala na odróżnienie odmian odpornych od odmian wykazujących tylko częściową odporność na raka ziemniaka.
3. W ocenie laboratoryjnej odporności rodów hodowlanych i odmian ziemniaka powinno stosować się metodę Glynne-Lemmerzahla.

LITERATURA

- Baayen R.P., Bonthuis H., Withagen J. C. M., Wander J. G. N., Lamers J. L., Meffert J. P., Cochius G., van Leeuwen G. C. M., Hendriks H., Heerink B. G. J., van den Boogert P. H. I. F., van de Griend P., Bosch R. A. 2005. Resistance of potato cultivars to *Synchytrium endobioticum* in field and laboratory tests, risk of secondary infection, and implications for phytosanitary regulations. EPPO Bulletin 35: 2 — 23.
- Baayen R. P., Cochius G., Hendriks H., Meffert J. P., Bakker J., Bekker M., van den Boogert P. H. J. F., Stachewicz H., van Leeuwen G. C. M. 2006. History of potato wart disease in Europe — a proposal for harmonisation in defining pathotype. Eur. J. Plant Pathology 116: 21 — 31.
- Broun H. 1942. Biologische Spezialisierung bei *Synchytrium endobioticum* (Vorläufige Mitteilung). Z. Pflkrankh. U. Pflsch., 5, H. 11: 481 — 486.
- Dyrektywa Rady 2000/29/WE z dnia 8 maja 2000 r. w sprawie środków fitosanitarnych przeciwko wprowadzeniu na obszar Wspólnoty organizmów szkodliwych dla roślin lub produktów roślinnych i przeciwko ich rozprzestrzenianiu się na obszarze Wspólnoty (Dz. Urz. WE L 169, 10.07.2000, z późn. zm.).
- Dyrektywa Rady nr 69/464/EEC z dnia 8 grudnia 1969 roku w sprawie zwalczania raka ziemniaka (Dz. Urz. WEL 323, 24.12.1969).
- FVO (2005) Final Report of a Mission Carried Out in Poland “In Order to evaluate Plant Health Controls in The Potato Sector” (from 11 to 15 April 2005). DG(SANCO)/7598/2005 — MR FINAL.
- Glynne M. D. 1925. Infection experiments with wart disease of potato *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Annals of Applied Biology 12: 34 — 60.

- Langerfeld E. 1984. *Synchytrium endobioticum*. A comprehensive account of the potato wart pathogen from literature reports. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land — und Forstwirtschaft 219: 1 — 142.
- Lemmerzahl J. 1930. Neues vereinfachtes Infektionsverfahren zur Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit. Züchter 2: 799 — 297.
- Malec K. 1963. Zmiany wirulencji grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. w zależności od stopnia wrażliwości odmian ziemniaków i od terminów zakażenia. Hod. Rośl. Aklim. 7: 25 — 54.
- Malec K. 1965. Metodyka badania odporności materiałów hodowlanych ziemniaka. Biul. IHAR 5/6: 143 — 148.
- Malec K. 1972. Zmiany w metodyce badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka. Biul. Instytutu Ziemniaka 10: 5 — 10.
- Malec K. 1974. Z badań nad powstawaniem nowych, bardziej wirulentnych biotypów grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Biul. Instytutu Ziemniaka 14: 131 — 135.
- Malec K. 1980. Metodyka badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka stosowana w Samodzielnej Pracowni Badania Odporności na Choroby i Szkodniki Kwarantannowe Instytutu Ziemniaka. Biul. Instytutu Ziemniaka 25: 125 — 139.
- Malec K. 1983. Rak ziemniaka (*Synchytrium endobioticum* /Schilb./Perc.) Z prac Instytutu Ziemniaka, Bonin 1983.
- Malec K., Lubiewska E. 1979. Zmiany w metodyce badania rakoodporności materiałów hodowlanych ziemniaka. Biuletyn Instytutu Ziemniaka 23: 79 — 85
- Malec KL. 1981. Biotypy grzyba *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. w Polsce. Inst. Ziemn. 1 — 35.
- Malinowska E, Butrymowicz J. 2007. Patotypy *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. występujące na terenie Polski. Biul. IHAR 243: 205 — 217.
- Noble M., Glynne M. D. 1970. Wart disease of potatoes. FAO Plant Protection Bulletin 18: 125 — 135.
- OEPP/EPPO. 1999. EPPO Standards PM 3/59 *Synchytrium endobioticum*: soil tests and descheduling of previously infested plots. EPPO Bulletin 29: 225 — 231.
- OEPP/EPPO. 2004. EPPO Standards PM 7/28 *Synchytrium endobioticum*. EPPO Bulletin 34: 155 — 157.
- Pratt MA. 1979. Potato wart disease and its legislative control in England and Wales. In: Ebbels DL, King JE (eds) Plant Health. Halsted Press, New York: 199 — 212.
- Przetakiewicz J. 2007. Zagrożenia rakiem ziemniaka w produkcji i obrocie ziemniakiem. Ziemniak Polski 2: 44 — 47.
- Przetakiewicz J. 2008. Assessment of the resistance of potato cultivars to *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Per. in Poland. EPPO Bulletin 38:211 — 215.
- Przetakiewicz J., Kopera K. 2007. Porównanie przydatności metody: Glynne-Lemmerzahla i Spieckermanna do oceny odporności ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) na *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. patotyp 1 (D₁) dla potrzeb testów masowych. Biul. IHAR 243: 235 — 244.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 stycznia 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 27, poz. 226).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 października 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 207, poz. 1737).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2004 r. w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 183, poz. 1891).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 sierpnia 2006 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się grzyba *Synchytrium endobioticum* (Dz. U. nr 148, poz. 1072).
- Spieckermann A., Kothoff P. 1924. Die Prüfung von Kartoffeln auf Krebsfestigkeit. Dtsch. Landwirtw. Press 51 (11): 114 — 115.