

MILENA PIETRASZKO¹**GRZEGORZ GRYŃ**²**TERESA PASTUSZEWSKA**²**WŁODZIMIERZ PRZEWODOWSKI**³**AGNIESZKA PRZEWODOWSKA**³¹ IHAR — PIB Oddział w Jadwisinie, Szaniawskiego 15, 05-140 Jadwisin² IHAR — PIB Oddział w Bydgoszczy, Al. Powstańców Wielkopolskich 10, 85-090 Bydgoszcz³ IHAR — PIB Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie, 76-009 Bonin

Podatność wybranych odmian ziemniaka na porażenie bakteriami *Clavibacter* *michiganensis* subsp. *sepedonicus* w zróżnicowanych warunkach glebowych

Susceptibility of potato cultivars to infection by bacteria *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in different soil conditions

Celem pracy była ocena podatności wybranych odmian ziemniaka, na sztuczną inokulację zawiesiną komórek *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (*Cms*) w zależności od warunków glebowych. Materiał badawczy stanowiły dwie odmiany średnio późne, skrobiowe: Bosman i Ikar. Bulwy inokulowane zawiesiną bakteryjną i nie inokulowane (kontrola negatywna), wysadzano do gleb na mikropoletkach, zbudowanych na bazie trzech profili glebowych zróżnicowanych pod względem składu granulometrycznego. Znacznie niższą liczbę zgromadzonych bulw potomnych oraz wyższy stopień porażenia przez *Cms* zarówno łodyg jak i bulw stwierdzono u odmiany Bosman. Liczba bulw potomnych wytworzonych przez rośliny inokulowane *Cms* była istotnie niższa niż liczba bulw potomnych wytworzonych z roślin wolnych od bakterii *Cms*. Udowodniono wpływ profilu glebowego na liczbę zgromadzonych bulw potomnych. Zaobserwowano tendencję szybszego tempa rozwoju roślin, dłuższego okresu wegetacji oraz wyższego plonu dla odmiany Ikar — o niższym porażeniu roślin i bulw przez *Cms*.

Słowa kluczowe: bakterioza pierścieniowa ziemniaka, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, odmiana ziemniaka, podatność, inokulacja, gleba

The aim of the study was to assess the susceptibility of selected cultivars of potato, to artificial inoculation with the suspension of *Clavibacter michiganensis* subsp. *Sepedonicus* (*Cms*) depending on soil conditions. Medium late starch cultivars: Bosman and Ikar were used as the material. Tubers inoculated with bacterial suspension and non-inoculated tubers (negative control) were planted into

soil at microplots. Microplots were built on the basis of three different soil profiles in terms of grain size composition. A much lower number of progeny tubers and a higher level of *Cms* infection in stems and tubers were found in a cultivar Bosman. The number of progeny tubers of plants inoculated with *Cms* was significantly smaller than the number of progeny tubers of control plants. The influence of the soil profile on the number of progeny tubers was proven. There was a trend of faster growth of plants, longer growing period and higher yield for a cultivar Ikar — less susceptible to *Cms* infection.

Key words: bacterial ring rot, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, cultivar of potato, susceptibility, inoculation, soil

WSTĘP

Podgatunek bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (*Cms*) (Spickermann et Kothhoff) Davies et al., jest organizmem kwarantannowym, wywołującym bakteriozę pierścieniową ziemniaka. Występowanie *Cms* na plantacjach powoduje znaczne straty gospodarcze. Bezpośrednie straty, które w Polsce występują sporadycznie, mogą być efektem wędnięcia części nadziemnej ziemniaka, a w efekcie redukcji plonów i gnicia bulw podczas przechowywania. Znaczne są natomiast straty pośrednie, które wynikają z konieczności respektowania przepisów fitosanitarnych, określonych w dyrektywach unijnych i krajowych rozporządzeniach, nakazujących utylizację zainfekowanych ziemniaków, kilkuletni zakaz ich uprawy oraz ograniczenia w eksporcie.

Bakterioza pierścieniowa ziemniaka jest chorobą trudną do rozpoznania i zwalczania, ze względu na zasiedlanie przez patogena systemu naczyniowego bulw, łodyg i liści, powolny rozwój objawów na roślinach lub występowanie całkowicie bezobjawowej (latentnej) postaci choroby (Dykstra, 1941, 1942; Slack, 1987).

Rzeczywistość oraz nasilenie porażenia bakteriozą pierścieniową zależy od wielkości i rodzaju inokulum bakteryjnego, odmiany ziemniaka i warunków środowiskowych (Bishop i Slack, 1987; Boer, McCann, 1990; Kawchuk i in., 1998; Nelson i Kozub, 1992; Pastuszewska, 2004; Sletten, 1985; Westra i Slack, 1994). Badania nad hodowlą odpornych na porażenie przez *Cms* odmian ziemniaka podjęto w Europie i Stanach Zjednoczonych. Nie wyhodowano odmian całkowicie odpornych na *Cms*, jedynie tolerancyjne, które nie zostały szerzej wykorzystane w uprawie. Bulwy tych odmian poddane sztucznej inokulacji ulegały tylko lekkiemu porażeniu o charakterze latentnym i stanowiły groźne źródło rozprzestrzeniania się bakterii (Manzer i McKenzie, 1988). O ile zjawisko zróżnicowanej odporności oraz różnej ekspresji objawów na różnych odmianach jest dobrze rozpoznane, to wpływ różnych czynników środowiska, w szczególności rodzaju gleby na nasilenie infekcji powodowanej przez *Cms* nie został jednoznacznie określony.

Praca stanowi opracowanie wyników trwających badań, której celem jest ocena podatności wybranych odmian ziemniaka, na sztuczną inokulację zawieszoną komórek *Cms* w zależności od warunków glebowych.

MATERIAŁ I METODA

Materiał badawczy pochodził z doświadczenia realizowanego w 2014 roku. Badania polowe prowadzono na izolowanych mikroplotkach doświadczalnych w IHAR — PIB Oddział w Jadwisinie, natomiast badania diagnostyczne pod kątem porażenia materiału roślinnego przez *Cms* wykonywano w IHAR— PIB Oddział w Bydgoszczy.

Materiał badawczy stanowiły dwie odmiany średnio późne, skrobiowe, pochodzące z polskiej hodowli odmian ziemniaka: Bosman i Ikar. Sadzeniaki tych odmian inokulowano zawiesiną patogenicznego szczepu *Cms*, poprzez nakłucia bulw skalpelem zanurzonym w zawieszynie bakteryjnej. Nie inokulowane sadzeniaki stanowiły kontrolę negatywną. W badaniach wykorzystano szczep wzorcowy *Cms* — NCPPB 4053. Z czystej kultury bakterii przygotowano inokulum zawierające $2,5 \times 10^8$ jednostek tworzących kolonie w mililitrze buforu PB ($\text{jtk} \times \text{ml}^{-1}$).

Bulwy wysadzano do gleb na mikroplotkach, zbudowanych na bazie trzech profili glebowych zróżnicowanych pod względem składu granulometrycznego, w którym warstwę orną stanowiły: piasek gliniasty lekki pylasty na glinie lekkiej węglanowej od 120 cm (I), piasek gliniasty lekki całkowity (II) i glina lekka na glinie ciężkiej od 25 cm (III). Gleba wykorzystanych profili glebowych miała odczyn lekko kwaśny oraz bardzo wysoką zawartość fosforu, magnezu i potasu (tab. 1). Dokonywano pomiaru temperatury gleb na głębokości 10 cm i wilgotności na głębokości 20 cm. Na jednym profilu glebowym umieszczano trzy bulwy inokulowane *Cms* i trzy bulwy kontrolne danej odmiany.

Tabela 1

Warunki glebowe prowadzenia doświadczenia mikroplotkowego
Soil condition of the conducted microplot experiment

Skład granulometryczny profilu glebowego Type of soil profile	Piasek gliniasty lekki pylasty na glinie lekkiej węglanowej od 120 cm Light loamy sand over carbonate light clay of 120 cm (I)	Piasek gliniasty lekki całkowity Light loamy sand (II)	Glina lekka na glinie ciężkiej od 25 cm Light clay over heavy clay of 25 cm (III)
Średnia temperatura gleby w okresie V–IX (°C) Average of soil temperature during the V–IX (°C)	19,8	18,9	18,8
Średnia wilgotność gleby w okresie V–IX (%) Average of soil moisture during the V–IX (%)	3,2	9,7	7,3
pH	5,9	5,3	6,5
Zasobność P ₂ O ₅	25,0	23,4	35,0
Contents K ₂ O	20,5	24,0	47,0
Mg	7,4	5,8	19,8

W okresie wegetacji roślin prowadzono obserwacje wschodów, pełni kwitnienia i zasychania oraz różnic pomiędzy roślinami inokulowanymi *Cms* i roślinami kontrolnymi. W I dekadzie sierpnia przeprowadzono testy immunofluorescencyjne IFAS pozwalające na wykrycie i identyfikację bakterii *Cms* w próbach z łodyg. Wycinki łodyg z trzech roślin jednej odmiany rosnących na każdym profilu glebowym stanowiły jedną próbę. Za pomocą skalpela cięto około 3 cm fragment łodygi na 0,5 cm odcinki.

Bulwy potomne z każdej rośliny zbierano oddzielnie, notowano ich wagę i liczbę, odrzucono bulwy zgniłe. Z pozostałych bulw każdej odmiany pobrano tkankę i wykonano testy IFAS w celu określenia zasiedlenia bulw przez sprawcę bakteriozy pierścieniowej ziemniaka. Za pomocą skalpela obierano skórkę z części przystolonowej i pobierano stożkowate wycinki z tkanki przewodzącej bulwy. Następnie wszystkie bulwy poddawano ocenie makroskopowej pod względem objawów porażenia przez *Cms*. Próbę z bulw ziemniaków zakażanych *Cms* stanowiły wycinki ze wszystkich bulw trzech roślin odmiany z jednego profilu glebowego.

Wycinki łodyg oraz bulw umieszczano w 30 ml plastikowych pojemnikach, zalewano buforem do maceracji PB 0,05M, pH 7,0 i wytrząsano na wytrząsarce przez 4 godz., przy obrotach 120 obr./min. Następnie zawiesinę wirowano w wirówce z chłodzeniem (4°C) 10 minut przy obrotach 10000 obr./min. Supernatant odrzucano, a osad zawieszano w buforze PB0,01M, pH 7,2. Dalsze postępowanie z próbami było zgodne z procedurą dla testu IFAS, określoną w Dyrektywie Komisji 2006/56/WE z dnia 12 czerwca 2006 r. w sprawie zwalczania bakteriozy pierścieniowej ziemniaka. W testach zastosowano poliklonalne przeciwciała firmy Loewe.

Na podstawie wyników testów IFAS określono stopień porażenia części nadziemnej roślin i bulw danej odmiany w skali 0–8, w której „0” oznaczało brak obecności komórek bakterii *Cms*, a „8” — średnio powyżej 500 komórek *Cms* w polu widzenia preparatu mikroskopowego (tab. 2). Na podstawie stopni porażenia obliczano indeks porażenia (IP) wg wzoru Townsenda i Heubergera, wyrażający się procentowym stosunkiem łodyg lub bulw, w których stwierdzono obecność komórek *Cms* do ogólnej liczby łodyg lub bulw

$$\text{mogących być maksymalnie porażonymi: } P = \left(\frac{\sum_{v=0}^i (n \times v)}{i \times N} \right) \times 100,$$

gdzie: P = ogólny stopień porażenia bulw

v = stopnie porażenia bulw od 0 do najwyższego (tab. powyżej)

i = najwyższy stopień porażenia

n = liczba bulw w poszczególnych stopniach porażenia

N = ogólna liczba badanych bulw

W analizie statystycznej posłużono się programem SAS Enterprisise Guide 4.0-modele liniowe ANOVA. Do weryfikacji istotności różnic (przy poziomie $\alpha = 0,05$) zastosowano test Tukeya.

Tabela 2

Skala porażenia bulw na podstawie liczebności komórek *Cms* obserwowanych w preparacie mikroskopowym
Scale of tubers infection on the basis of the number of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* cells observed in the microscopic slide

Stopnie porażenia The degree of infection	Liczba komórek <i>Cms</i> w preparacie The number of <i>Cms</i> cells in the microscopic slide
0	0
1	Sp
2	(0-1)+ (0-5) + (1-5)
3	5-10
4	50
5	100
6	200
7	500
8	>500

Sp — średnio 1 – 20 komórek *Cms* w okienku preparatu — average 1–20 *Cms* cells in window of microscopic slide

0–1 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

0–5 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

1–5 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

5–10 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

50 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

100 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

200 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

500 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

>500 — komórek *Cms* w polu widzenia — *Cms* cells in field of vision

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie obserwacji tempa rozwoju roślin w trakcie okresu wegetacji, stwierdzono, że badane odmiany różniły się jedynie pod względem czasu niezbędnego do uzyskania fazy pełni kwitnienia. Kwitnienie roślin ziemniaka odmiany Ikar odnotowano 6 dni wcześniej niż u odmiany Bosman. Nie stwierdzono istotnych różnic między roślinami inokulowanymi *Cms* i kontrolnymi, pod względem liczby dni od sadzenia do uzyskania fazy pełni wschodów, kwitnienia i zasychania roślin. Warunki glebowe również nie miały wpływu na tempo rozwoju roślin inokulowanych *Cms* i kontrolnych (tab. 3). Uzależniony od składu granulometrycznego gleby był natomiast termin zasychania roślin odmiany Bosman (tab. 4).

Na podstawie oceny uzyskanego plonu stwierdzono, że badane odmiany nie różniły istotnie pod względem masy bulw potomnych. Wykazano natomiast, wpływ profilu glebowego na plonowanie roślin odmiany Ikar (tab. 5). Udowodniono istotne statystycznie zróżnicowanie odmian pod względem liczby wytworzonych bulw. U odmiany Bosman odnotowano średnio około 20 bulw mniej niż u odmiany Ikar. Suma ogólna liczby bulw znacznie różniła się pomiędzy roślinami inokulowanymi *Cms* i roślinami kontrolnymi. Średnia liczba bulw dwóch badanych odmian wynosiła 35,0 — dla roślin zainfekowanych *Cms* i 43,2 — dla roślin kontrolnych. Podobną zależność uzyskano w analizie szczegółowej dla każdej z odmian, w przypadku roślin odmiany Bosman (tab. 6).

Tabela 3

Liczba dni od sadzenia do uzyskania fazy pełni wschodów, kwitnienia i zasychania roślin ziemniaka
The number of days from planting to the phases of full emergence, flowering and senescence
of potato plants

Odmiana Profil glebowy Cultivar Soil profile	Pełnia wschodów The full emergence						Pełnia kwitnienia The full flowering						Pełnia zasychania The senescence								
	<i>Cms</i>			kontrola negatywna negative control			średnio dla odm. on average for a cultivar	<i>Cms</i>			kontrola negatywna negative control			średnio dla odm. on average for a cultivar	<i>Cms</i>			kontrola negatywna negative control			średnio dla odm. on average for cultivar
	I	II	III	I	II	III		I	II	III	I	II	III		I	II	III	I	II	III	
Bosman	27	22	33	27	27	33	28,2 a	64	64	64	64	64	64	64,0 a	90	90	109	90	90	109	96,3 a
	27,3 a*			29,0 a				64 a			64 a				96,3 a			96,3 a			
Ikar	27	22	27	33	22	27	26,3 a	57	57	64	57	51	64	58,3b	90	116	116	90	90	116	103,0 a
	25,3 a			27,3 a				59,3 a			57,3 a				107,3 a			98,7 a			
Średnio dla kombinacji On average for a combina- tion	26,3 a			28,2 a			x	61,7 a			60,7 a			x	101,8 a			97,5 a			x

* Średnie z tą samą literą nie różnią się istotnie — Means with the same letter are not significantly different

Tabela 4

Istotny wpływ rodzaju gleby na termin zasychania roślin odmiany Bosman
Significant influence the type of soil on the full senescence date in Bosman cultivar

Profil glebowy Soil profile	Pełnia zasychania* — odmiana Bosman The full senescence — Bosman cultivar
I	90,0 b**
II	90,0 b
III	109,0 a

* Liczba dni od sadzenia — The number of days from planting

** Średnie z tą samą literą nie różnią się istotnie — Mean with the same letter are not significantly different

Tabela 5

Zróznicowanie odmian i kombinacji (*Cms*-kontrola negatywna) pod względem masy bulw potomnych
Differentiation of cultivars and combinations (*Cms*-negative control) in terms of the weight of progeny tubers

Masa bulw trzech roślin (kg) — Weight of tubers of three plants					
odmiana cultivar	kombinacja combinations	profil glebowy — soil profile			średnio dla odmiany i kombinacji mean for cultivar and combination
		I	II	III	
Bosman	<i>Cms</i>	0,92	1,46	0,3	0,9 a*
	kontrola neg. — neg. control	4,42	2,08	1,62	2,7 a
Średnio dla profilu glebowego — Mean for soil profile		2,7 a	1,8 a	1,0 a	x
Ikar	<i>Cms</i>	3,1	3,14	2,36	2,9 a
	kontrola neg. — neg. control	2,84	3,46	2,58	3,0 a
Średnio dla profilu glebowego — Mean for soil profile		3,0 ab	3,3 a	2,5 b	x
Średnio dla kombinacji <i>Cms</i> — Mean for combination <i>Cms</i>					1,9 a
Średnio dla kontroli neg. — Mean for neg. control					2,8 a

* Średnie z tą samą literą nie różnią się istotnie — Means with the same letter are not significantly different

Tabela 6

Zróżnicowanie odmian i kombinacji (*Cms*-kontrola negatywna) pod względem liczby bulw potomnych
Differentiation of cultivars and combinations (*Cms*-negative control) in terms of the number of progeny tubers

Suma liczby bulw trzech roślin — Total number of tubers of three plants					
Odmiana Cultivar	kombinacja combinations	profil glebowy — soil profile			średnio dla odmiany i kombinacji mean for cultivar and combination
		I	II	III	
Bosman	<i>Cms</i>	29	23	11	21,0 a
	kontrola neg. — neg. control	36	41	36	37,7 b
Średnio dla profilu glebowego — Mean for soil profile		32,5 a	32,0 a	23,5 a	x
Ikar	<i>Cms</i>	57	47	43	49,0 a
	kontrola neg. — neg. control	49	50	47	48,7 a
Średnio dla profilu glebowego — Mean for soil profile		53,0 a	48,5 a	45,0 a	x
Średnio dla kombinacji <i>Cms</i> — Mean for combination <i>Cms</i>					35,0 a
Średnio dla kontroli neg. — Mean for neg. control					43,2 b

*Średnie z tą samą literą nie różnią się istotnie — Means with the same letter are not significantly different

Znacznie wyższy indeks porażenia przez *Cms* zarówno części nadziemnej jak i bulw, stwierdzono u odmiany Bosman (tab. 7). Zaobserwowano tendencję szybszego tempa rozwoju roślin, dłuższego okresu wegetacji oraz wyższego plonu o większej liczbie bulw odmiany Ikar — o niższym indeksie porażenia pędów i bulw.

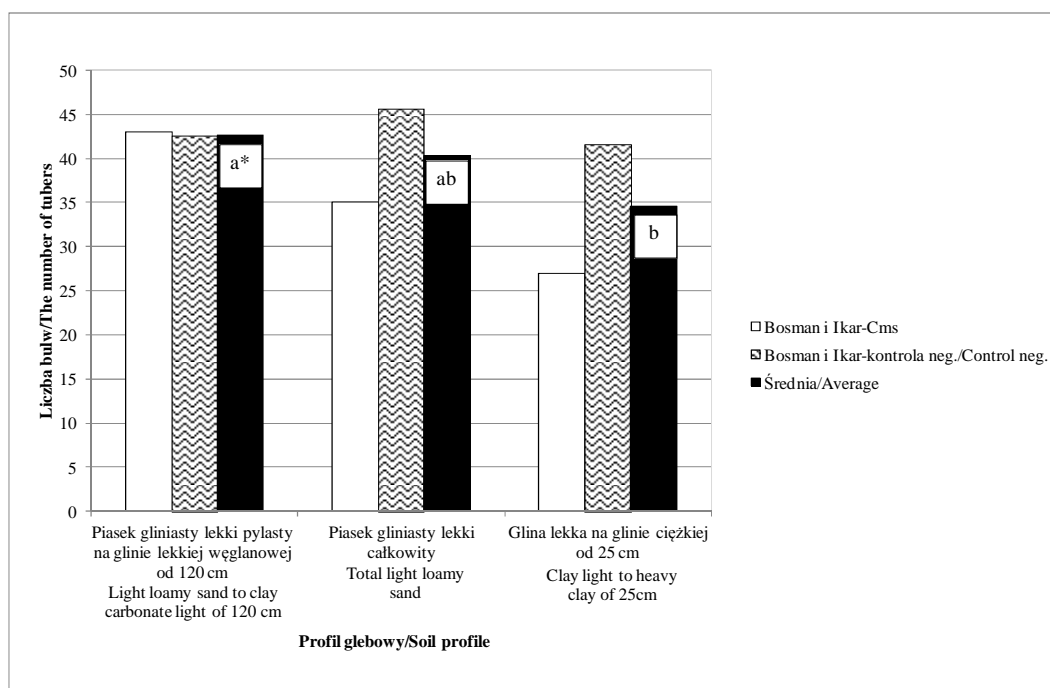
Tabela 7

Ocena preparatów IFAS wykonanych z łodyg roślin i bulw ziemniaka, łącznie dla profili glebowych
Evaluation of IFAS preparations prepared from plant stems and potato tubers jointly for soil profiles

Odmiana Cultivar	Indeks porażenia łodyg Index of stems infection (%)	Indeks porażenia bulw Index of tubers infection (%)
Bosman	87,5%	100%
Ikar	18,8%	70,8%

Uzyskane wyniki, są zgodne z prezentowanymi w literaturze. Z badań Pastuszewskiej i in. (2010) wynika, że bulwy różnych odmian, inokulowane w jednakowy sposób, tą samą zawiesiną bakterii, dają potomstwo o zróżnicowanym stopniu porażenia *Cms*. Prezentowane wyniki potwierdziły także rezultaty pracy Hukkanen i in. (2005), w której stwierdzono, że inokulacja sadzeniaków bakteriami *Cms* spowodowała redukcję plonu odmiany podatnej o 41–56% w porównaniu do kontroli. Stwierdzono także, że redukcja plonu była bardziej związana ze średnią liczbą bulw niż ich wagą. Na obniżenie plonu roślin inokulowanych *Cms* wynikającą z mniejszej liczby wytworzonych bulw, uwagę zwrócił również Sletten (1985). Ponadto Hukkanen i in. (2005) podają, że u odmiany bardziej odpornej na porażenie, mimo wykrycia znacznej liczby bakterii w łodygach i bulwach, nie obserwowano zmniejszenia plonu, podobnie jak w prezentowanych w pracy wynikach, dla odmiany Ikar.

Udowodniono wpływ zróżnicowanych profili glebowych na liczbę wytworzonych bulw potomnych. Istotnie najwięcej bulw odnotowano dla roślin ziemniaków rosnących na piasku gliniastym lekkim pylastym na glinie lekkiej węglanowej od 120 cm (profil I), natomiast najmniej na glinie lekkiej na glinie ciężkiej od 25 cm (profil III) (rys. 1).



Rys. 1. Łączna liczba bulw potomnych roślin ziemniaka inokulowanych *Cms* i kontrolnych w zależności od rodzaju gleby

Fig. 1. The total number of progeny tubers of potato plants inoculated with *Cms* and the control ones depending on the type of soil

Stwierdzono wpływ profilu glebowego na liczebność bulw potomnych wytworzonych przez rośliny inokulowane *Cms* i wolne od bakterii, na podstawie wyniku analizy wariancji mówiącego o istotność współdziałania: profil glebowy \times kombinacja. Największa różnica w liczbie bulw wytworzonych przez rośliny inokulowane *Cms* i kontrolne wynosiła 14,5 i wystąpiła na III profilu glebowym. Najmniejsza różnica wynosiła średnio 1,5 bulwy i dotyczyła roślin uprawianych na I profilu glebowym (rys. 1). Gлина lekka była najbardziej niekorzystna pod względem plonowania roślin ale liczba stwierdzonych komórek *Cms* w łodygach i bulwach wytworzonych przez rośliny na niej rosnące, była taka sama lub wyższa w porównaniu do liczby komórek *Cms* w roślinach z pozostałych profili glebowych (tab. 8).

Wiele czynników wpływa na rozwój populacji bakterii *Cms*. Prezentowane w pracy wyniki są pierwszą w kraju próbą wykazania zależności pomiędzy rodzajem gleby a rozmnażaniem *Cms* na roślinach ziemniaka. Rozpoznanie i charakterystyka pojedynczych czynników mających na to wpływ jest bardzo trudna, a określenie współdziałania tych czynników wydaje się być praktycznie niemożliwe. Znane są ogólne zależności dotyczące wpływu temperatury i wilgotności na *Cms* (Logsdon, 1967; Maćkowiak-Sochacka i in., 2012; Waleron i in., 2010; Van der Wolf, 2005).

Tabela 8

Wyniki testów IFAS wykonanych z łodyg i bulw ziemniaka inokulowanych *Cms* pochodzących z poszczególnych profili glebowych
Test results of IFAS tests prepared from the stems and potato tubers inoculated with *Cms* from individual soil profiles

Odmiana / Profil glebowy Cultivar / Soil profile	Ocena preparatów IFAS prób z łodyg Evaluation of IFAS tests for stems			Ocena preparatów IFAS prób z bulw Evaluation of IFAS tests for tubers		
	piasek gliniasty lekki pylasty na glinie lekkiej węglanowej od 120 cm light loamy sand over carbonate light clay of 120 cm	piasek gliniasty lekki całkowity light loamy sand	głina lekka na glinie ciężkiej od 25 cm light clay over heavy clay of 25 cm	piasek gliniasty lekki pylasty na glinie lekkiej węglanowej od 120 cm light loamy sand over carbonate light clay of 120 cm	piasek gliniasty lekki całkowity light loamy sand	głina lekka na glinie ciężkiej od 25cm light clay over heavy clay of 25cm
Bosman	>500*	100	>500	>500	>500	>500
Ikar	brak danych	0	5-10	>500	5-10	200

* Liczba komórek *Cms* w preparacie — The number of *Cms* cells in the microscopic slide

Natomiast nie rozpoznany jest wystarczająco rozwój bakteriozy pierścieniowej ziemniaka w naturalnych, zróżnicowanych warunkach glebowych, z uwzględnieniem wielu czynników mających wpływ na to środowisko. Celowe i potrzebne jest zatem kontynuowanie badań nad reakcją ziemniaka na porażenie przez *Cms* w zmiennych warunkach środowiskowych.

PODSUMOWANIE

1. Znacznie niższą liczbę wytworzonych bulw potomnych oraz wyższy stopień porażenia przez *Cms* zarówno łodyg jak i bulw stwierdzono u odmiany Bosman.
2. Liczba bulw potomnych wytworzonych przez rośliny inokulowane *Cms* była istotnie niższa niż liczba bulw potomnych wytworzonych przez rośliny wolne od bakterii *Cms*.
3. Udowodniono wpływ profilu glebowego na liczbę wytworzonych bulw potomnych.
4. Zaobserwowano tendencję szybszego tempa rozwoju roślin, dłuższego okresu wegetacji oraz wyższego plonu o większej liczbie bulw u odmiany Ikar- tolerancyjnej na porażenie roślin i bulw przez *Cms*.

LITERATURA

- Bishop A. L., Slack S. A. 1987. Effect of cultivar, inoculum dose and strain of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* on symptom development in potatoes. *Phytopathology* 77: 1085 — 1089.
- De Boer S. H., McCann M. 1990. Detection of *Corynebacterium sepedonicum* in potato cultivars with different propensities to express ring rot symptoms. *Am. Potato J.* 57: 685 — 694.
- Hukkanen A., Karjalainen R., Nielsen S., van der Wolf J. M. 2005. Epidemiology of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in potato under European conditions: population development and yield reduction. *Journal of Plant Diseases and protection* 112 (1): 88 — 97.
- Kawchuk L. M., Lynch D. R., Kozub G. A., Nelson G. A., Kulcsar F., Fujimoto D. K. 1998. Multi-year evaluation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* disease symptoms in cultivated potato genotypes. *Am. J. Potato Res.* 75: 235 — 243.

- Logsdon C. E. 1967. Effect of soil temperature on potato ring rot. *Am. Potato J.* 44: 281 — 286.
- Maćkowiak Sochacka A., Kamasa J., Zwolińska A., Krawczyk K. 2012. Wpływ temperatury, wilgotności oraz pH otoczenia na przeżywalność bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 52 (4):1123 — 1126.
- Manzer F. E., McKenzie A. E. 1988. Cultivar response to bacterial ring rot infection in Maine. *Am. Potato J.* 65: 333 — 339.
- Nelson G. A., Kozub G. C. 1992. Ring rot symptom development on potato cultivars and lines in southern Alberta. *Potato Res.* 25: 133 — 142.
- Pastuszewska T., Junosza Kisielewska I., Grzech W., Brzozowski S. 2004. Rozwój bakteriozy pierścieniowej ziemniaka w rozmnożeniach wegetatywnych roślin. *Biul. IHAR* 233: 277 — 287.
- Pastuszewska T., Gryń G., Franke K. 2010. Podatność wybranych odmian ziemniaka na porażenie przez *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 50, 1: 245 — 248.
- Slack S. A. 1987. Biology and ecology of *Corynebacterium sepedonicum*. *Am. Potato J.* 64: 665 — 669.
- Sletten A. 1985. The effect of *Corynebacterium sepedonicum* on symptoms and yield of four potato cultivars. *Potato Research* 28: 27 — 33.
- Van der Wolf J.M., Elphinstone J.G., Stead D.E., Metzler M., Müller P., Hukkanen A., Karjalainen R. 2005. Epidemiology of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in relation to control of bacterial ring rot. *Plant Research International B. V.*, Wageningen: 3 — 21.
- Waleron M., Skrzypkowska M., Waleron K., Łojkowska E. 2010. Epidemiologia wybranych podgatunków bakterii *Clavibacter michiganensis* oraz metody ich identyfikacji i zwalczania. *Post. Mikrobiol* 49, 4: 269 — 284.
- Westra A. A. G., Slack S. A. 1994. Effect of interaction of inoculums dose, cultivar, and geographic location on the magnitude of bacterial ring rot symptom expression in potato . *Phytopathology* 84 (3): 228 — 235.