

Received: 21.07.2014 / Accepted: 11.02.2015

Possibilities of integrated protection against septoria late blight of celery using of conventional and natural products

Możliwości integrowanej ochrony selera przed septoriozą z zastosowaniem środków konwencjonalnych i pochodzenia naturalnego

Agnieszka Włodarek*, Józef Robak

Summary

The aim of field experiments carried out in 2012–2013 was to evaluate the usefulness of chemical fungicides, natural products, fertilizers and biological products used in integrated protection against septoria late blight of celery (*Septoria apiicola* Speg.). The following conventional fungicides: Amistar 250 SC and Signum 33 WG, natural products: Timorex Gold 24 EC, Beta-Chikol, extracts WS-15 TM, WS-16 FN and WS-1M, fertilizers: Viflo Cal S, Silvit, Actifos and biological product – Serenade were evaluated. The examined products showed high and very high effectiveness in protection of celery against septoria late blight.

Key words: celery; septoria late blight; control; chemical-natural products

Streszczenie

Celem przeprowadzonych w latach 2012–2013 badań polowych było określenie przydatności środków konwencjonalnych, pochodzenia naturalnego, nawozów dolistnych i środków biologicznych w integrowanej ochronie selera przed septoriozą (*Septoria apiicola* Speg.). Przedmiotem badań były następujące środki chemiczne: Amistar 250 SC i Signum 33 WG, środki pochodzenia naturalnego: Timorex Gold 24 EC, Beta-Chikol, ekstrakty WS-15 TM, WS-16 FN i WS-1M, nawozy dolistne: Viflo Cal S, Silvit, Actifos oraz środek biologiczny Serenade. Środki wykazały wysoką i bardzo wysoką skuteczność w integrowanej ochronie selera przed septoriozą.

Słowa kluczowe: seler; septorioza; zwalczanie; środki naturalne; środki konwencjonalne

Institut Ogrodnictwa
Zakład Ochrony Roślin Warzywnych
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
*corresponding author: agnieszka.wlodarek@inhort.pl

Wstęp / Introduction

Właściwości dietetyczne, prozdrowotne i lecznicze selera znane były już w starożytności Egipcjanom, którzy wykorzystywali tę roślinę jako lek na reumatyzm, nadciśnienie i artretyzm. Seler korzeniowy zawiera aż 86 składników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu, tj.: potas, żelazo, magnez, witaminę B i C, kwas foliowy i flawonoidy. Aby w pełni zachować wysoką jakość i zdrowotność spożywanych części selera należy rośliny odpowiednio chronić przed patogenicznymi organizmami. Głównym agrofagiem atakującym selery w okresie wegetacji jest *Septoria apiicola* Speg. – sprawca septoriozy. Do rzadziej występujących chorób selera należy chwościk selera – *Cercospora apii* Fresen oraz zgnilizna twardzikowa – *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Porażenie plantacji selerów przez wymienione choroby, a zwłaszcza przez septoriozę, może przyczynić się do znacznych strat w plonie korzeni spichrzowych i ich zdolności przechowalniczej (Nawrocki 2009). Aktualnie do ochrony selera przed septoriozą w Polsce dopuszczone są fungicydy z grupy strobiluryn (Amistar 250 SC, Arastar 250 SC, Mirador 250 SC, Sammista 250 SC, Starami 250 SC, Strobi 250 SC, Signum 33 WG) i jeden fungicyd oparty na metiramie (Polyram 70 WG). Do ochrony selera nie ma środków pochodzenia naturalnego. Od stycznia 2014 roku obowiązują w Polsce i Unii Europejskiej zasady integrowanej ochrony wymagające uwzględniania metod i środków niekonwencjonalnych w programach ochrony warzyw przed chorobami (Nawrocki 2009; Włodarek i Robak 2013). Przyczyni się to do znacznego ograniczania środków konwencjonalnych i tym samym do podniesienia poziomu bezpieczeństwa wytwarzanej żywności i ochrony środowiska. Daayf i Bélanger (1995), Reuveni i wsp. (1995), Toppe i wsp. (2007) uważają, że środki biotechniczne mogą skutecznie zastępować stosowanie fungicydów w ochronie warzyw przed wieloma chorobami. Badania przeprowadzone w Polsce potwierdzają dużą skuteczność środków pochodzenia naturalnego opartych na chitozanie, takich jak Biochikol 020 PC, na ekstraktach grejfruta – Biosept 33 SL i Grevit 200 SL w ochronie marchwi przed alternariozą (Mazur i Nawrocki 2007). Dobłą skuteczność wykazywały też środki uzyskane z *Allium sativum* i *Azadirachta indica* w zwalczaniu mączniaka prawdziwego na grochu (Prithiviraj i wsp. 1998), wyciąg z *Melaleuca alternifolia* w zwalczaniu *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* i *Pyrenophora graminea* (Bishop i Reagan 1998; Terzi i wsp. 2007).

Celem dwuletnich badań polowych była ocena skuteczności środków biotechnicznych, ekstraktów z truskawki i malin, nawozów dolistnych opartych na związkach fosforowych, wapniowych z nanocząsteczkami srebra, pochodzenia naturalnego stosowanych samodzielnie oraz przemienne ze środkiem konwencjonalnym w ochronie selerów przed septoriozą.

Materiały i metody / Materials and methods

Doświadczenia polowe prowadzono w latach 2012 i 2013. Zastosowano rozsadę selera korzeniowego odmiany Edward wyprodukowaną w szklarni Instytutu

Ogrodnictwa w tacach wielokomorowych 96-komorowych. Na miejsce stałej uprawy rośliny wysadzano 14.05.2012 i 15.05.2013, w rozstawie 40 i 30 cm. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach w obydwu latach. Na każde poletko składały się 3 rzędy roślin, po 15 sztuk. Przed sadzeniem rozsady wykonano analizy gleby. Pole nawożono zgodnie z zasadami agrotechniki według uprzedniej analizy gleby i na jej podstawie zastosowano następujące nawożenie mineralne: 55 kg/ha N, 100 kg/ha P₂O₅ i 90 kg/ha K₂O. Około 4 tygodnie po wysadzeniu roślin na miejsce stałe wykonano nawożenie pogłównie nawozem azotowym w dawce 50 kg/ha N.

Rośliny selera inokulowano sztucznie grzybem *S. apiicola* wyizolowanym z porażonych roślin na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa. Inokulum grzyba namnażano zgodnie z procedurą laboratoryjną na pożywce agarowej w temperaturze 20°C i 18-godzinny fotoperiodzie. Dwunastodniowe kultury grzyba zalewano sterylną wodą destylowaną zawierającą 0,01% Tween 80. Koncentrację zawiesiny zarodników oznaczano przy użyciu hemocytometru do zagęszczenia 2×10^4 zarodników na 1 ml (Mudita i Kushalappa 1993). Zawiesinę wodną zarodników grzyba nanoszono na rośliny selera za pomocą opryskiwacza ręcznego, w 2 dni po pierwszym zabiegu profilaktycznym badanymi środkami (7.08.2012 i 31.08.2013).

W latach 2012–2013 zbadano 11 środków, w tym dwa fungicydy konwencjonalne (Amistar 250 SC i Signum 33 WG), jeden środek biologiczny (Serenade) i jeden pochodzenia naturalnego (Timorex 24 EC), dwa ekstrakty z truskawek (WS-15TM, WS-16FN) i jeden z malin (WS-1M), trzy nawozy dolistne (Actifos, Silvit, Viflo Cal S) i jeden środek biotechniczny (Beta-Chikol). Do badań włączono środki znane już od dawna, jak również zupełnie nowe, nie stosowane jeszcze w ochronie selera. Część środków było zarejestrowanych i ogólnie dostępnych na rynku krajowym (Amistar 250 SC, Signum 33 WG, Timorex 24 EC, Actifos, Viflo Cal S, Silvit, Beta-Chikol), inne były dostarczane przez podmioty gospodarcze w celu określenia ich skuteczności w zwalczaniu *S. apiicola* (Serenade, ekstrakty WS-15TM, WS-16FN, WS-1M).

W roku 2012 w badaniach zastosowano następujące środki i dawki: Amistar 250 SC (azoksystrobina) – 0,8 l/ha jako środek referencyjny i stosowany przemienne z Timorex Gold 24 EC (wyciąg z krzewu herbacianego) 3,5 l/ha oraz 5,25 l/ha, Silvit (nawóz krzemowy z mikroelementami) – 1,5 l/ha, Actifos (nawóz dolistny zawierający mikroelementy i związki fosforowe) – 4,2 l/ha, Serenade (środek biologiczny zawierający antagonisticzne bakterie *Bacillus subtilis*) – 5,6 l/ha oraz ekstrakt WS-15 TM (ekstrakt z nasion truskawek) – 2,8 l/ha.

W roku 2013 do badań włączono ponownie Amistar 250 SC – w dawce 0,8 l/ha (środek referencyjny) oraz ekstrakt WS-15 TM – 2,8 l/ha. Testowano również ekstrakty WS-16 FN (ekstrakt z nasion truskawek) – 2,8 l/ha, WS-1M (ekstrakt z nasion malin) – 2,8 l/ha. Badano także nawóz dolistny zawierający wapń i siarkę oraz nanocząsteczki srebra Viflo Cal S – 2,8 l/ha i Beta-Chikol (chitozan) – 14,0 l/ha. Drugim środkiem referencyjnym był fungicyd Signum 33 WG (piraklostrobina + boskalid) w dawce 1,5 kg/ha. Badane środki stosowano

zapobiegawczo i leczniczo. W okresie wegetacji w roku 2012, wykonano 6 zabiegów opryskiwania, a w roku 2013 cztery zabiegi opryskiwania, w odstępach co 7–10 dni.

Ocenę porażenia powierzchni liści selerów przez *S. apiicola* dokonywano w trakcie wegetacji według 8-stopniowej skali, gdzie 0 – brak objawów chorobowych, 7 – liść w 100% porażony (Sobolewski i Robak 2004).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Do oceny istotności różnic między średnimi użyto testu Newmana-Keulsa, przyjmując poziom istotności 5%. Skuteczność badanych środków obliczono według wzoru Abbotta (Abbott 1925; Puntener 1981). Określano również wpływ stosowanych środków na wielkość plonu handlowego korzeni seler.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Porażenie przez *S. apiicola* w roku 2012 było na wysokim poziomie. Badane środki wykazały istotną skuteczność w ochronie seler przed septoriozą. Pełną skuteczność (100% efektywności) w zwalczaniu septoriozy wykazał fungicyd referencyjny Amistar 250 SC. Wysoką

skuteczność w zwalczaniu septoriozy wykazał również Timorex Gold 24 EC stosowany samodzielnie (75%) oraz przemiennie z fungicydem Amistar 250 SC – 85%. Wysoką skuteczność (82%) wykazał także nawóz dolistny o działaniu fungicydalnym Actifos. Efektywność ochronna środków: Silvit, ekstrakt WS-15 TM i środka biologicznego Serenade była istotnie niższa i wynosiła odpowiednio 52, 53 i 52% (tab. 1). W porównaniu do obiektów kontrolnych stwierdzono istotną zwyżkę plonu we wszystkich badanych obiektach doświadczenia w 2012 roku wynoszącą od 7 do 31% (tab. 1).

W roku 2013 porażenie przez *S. apiicola* było na poziomie średnim. Najwyższą skuteczność w ochronie seler przed septoriozą wykazał analogicznie jak w roku poprzednim (2012) Amistar 250 SC oraz nowy fungicyd referencyjny Signum 33 WG (100% skuteczności). Także badane środki pochodzenia naturalnego, przy niższej presji choroby, wykazały wysoką efektywność w zwalczaniu septoriozy seler. Ekstrakty WS-15TM, WS-16 FN i WS-1M wykazały skuteczność na poziomie odpowiednio: 97, 86 i 74%, natomiast nawóz dolistny Viflo Cal S i Beta-ChikoI wykazały 80 i 85% skuteczności.

Tabela 1. Ocena biologicznej skuteczności nowych środków konwencjonalnych i pochodzenia naturalnego w integrowanej ochronie seler korzeniowego przed septoriozą (*S. apiicola*) w roku 2012

Table 1. Evaluation of biological efficiency of new conventional and natural product in integrated protection of celery against septoria late blight (*S. apiicola*) in year 2012

Badane środki Products	Substancja czynna Active substance	Dawka środku Rate of product [l, kg/ha]	Septorioza Septoria late blight		Plon handlowy Marketable yield [kg/10 m ²]	Wzrost plonu w stosunku do kontroli Marketable yield, increase [%]
			% porażenia liści percentage of leaves infected	skuteczność* effectiveness [%]		
			7 dni po szóstym zabiegu 7 days after six application			
Amistar 250 SC (R)	azoxystrobin	0,8	0,2 f	100	81,3 a	131
Timorex Gold 24 EC**	wyciąg z krzewu herbacianego** tea tree extract**	3,5**	5,7 d	85	71,9 b	116
Amistar 250 SC**	azoxystrobin**	0,8**				
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i>	5,6	17,6 b	52	66,3 c	107
Ekstrakt WS-15 TM	ekstrakt z truskawek strawberry extract	2,8	17,3 b	53	70,6 b	114
Timorex Gold 24 EC	wyciąg z krzewu herbacianego tea tree extract	5,25	9,2 c	75	70,4 b	114
Silvit	nawóz krzemowy z mikroelementami – silicon fertilizer with microelements	1,5	17,7 b	52	66,8 c	108
Actifos	nawóz z mikroelementami + związki fosforynowe fertilizer with microelements and phosphonates compounds	4,2	6,7 e	82	66,9 c	108
Kontrola – Untreated	–	–	37,0 a	–	62,0 d	100

Test Newmana-Keulsa dla $p = 0,05$ – Newman-Keul's test ($p = 0,05$)

Wartości liczbowe oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$ – Values in columns followed by the same letter are not significantly different ($p = 0,05$)

*skuteczność obliczona według wzoru Abbotta – efficacy of product calculated by Abbott's formula

**środki stosowane przemiennie – products used alternately

(R) – środek referencyjny – reference product

Tabela 2. Ocena biologicznej skuteczności nowych środków konwencjonalnych i pochodzenia naturalnego w integrowanej ochronie selera korzeniowego przed septoriozą (*S. apicola*) w roku 2013Table 2. Evaluation of biological efficiency of new conventional and natural product in integrated protection of celery against septoria late blight (*S. apicola*) in year 2013

Badane środki Products	Substancja czynna Active substance	Dawka środków Rate of product [l, kg/ha]	Septorioza Septoria late blight		Plon handlowy Marketable yield [kg/10 m ²]	Wzrost plonu w stosunku do kontroli Marketable yield, increase [%]
			% porażenia liści percentage of leaves infected	skuteczność* effectiveness [%]		
			7 dni po czwartym zabiegu 7 days after four application			
Amistar 250 SC (R)	azoxystrobin	0,8	0,02 d	100	23,8 a	123
Signum 33 WG (R)	piraklostrobina + boska lid piraclostrobin + boskalid	1,5	0,0 d	100	22,6 ab	117
Ekstrakt WS-15TM	ekstrakt z nasion truskawek extract from strawberry seeds	2,8	0,5 d	97	19,9 c	102
Ekstrakt WS-16FN	ekstrakt z nasion truskawek extract from strawberry seeds	2,8	2,3 c	86	20,0 c	103
Ekstrakt WS-1M	ekstrakt z nasion malin extract from raspberry seeds	2,8	4,1 b	74	20,5 bc	106
Beta-Chikol	chitosan	14,0	2,5 c	85	19,8 c	102
Viflo Cal S	fertilizer with calcium sulphur and nanoparticles of silver	2,8	3,3 b	80	19,9 c	103
Kontrola – Untreated	–	–	16,1 a	–	19,4 c	100

Test Newmana-Keuls dla $p = 0,05$ – Newman-Keul's test ($p = 0,05$)

Wartości liczbowe oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$ – Values in columns followed by the same letter are not significantly different ($p = 0,05$)

*skuteczność obliczona według wzoru Abbotta – efficacy of product calculated by Abbott's formula

(R) – środek referencyjny – reference product

Stwierdzono istotny wpływ badanych preparatów na wysokość plonu handlowego korzeni spichrzowych selera w porównaniu do obiektu kontrolnego, z wyjątkiem Viflo Cal S i Beta-Chikolu (tab. 1, 2). Najwyższy plon handlowy zebrano z kombinacji, gdzie do ochrony stosowano fungicydy referencyjne Amistar 250 SC i Signum 33 WG (tab. 1, 2).

W ostatnich latach dużo uwagi poświęca się ochronie środowiska i konsumpcji, w pełni bezpiecznej żywności („zdrowej żywności”). Te tendencje obserwuje się zarówno w Polsce, jak i na całym świecie. Wykorzystywanie w uprawach rolniczych czy ogrodniczych pestycydów do ochrony roślin stoi w sprzeczności z ochroną środowiska oraz wymaganiami konsumentów preferujących żywność produkowaną bez udziału środków chemicznych. Powszecznie wiadomo, że środki te są skuteczne w ochronie roślin przed agrofagami (Sherf i Macnab 1986; Daayf 1995). Jednak ich szkodliwość dla środowiska, zdrowia zwierząt i człowieka staje się coraz większym problemem współczesnego społeczeństwa, co wymusza prowadzenie badań nad nowymi metodami ochrony roślin uwzględniającymi ochronę środowiska i zdrowia społeczeństwa. W literaturze naukowej i popularnonaukowej coraz częściej notuje się doniesienia o konieczności stopniowego ograniczania konwencjonalnych fungicydów w ochronie roślin uprawnych. Poszukiwania nowych środków, bezpiecznych dla środowiska staje się istotnym wyzwaniem dla nauk rolniczych i ogrodniczych. Wielu badaczy

uważa, że w celu obniżenia ilości stosowanych fungicydów konwencjonalnych należy zainteresować się alternatywnymi metodami ochrony roślin przed chorobami (Yang i wsp. 2009; Huang i wsp. 2010).

Przedstawione wyniki badań wykazały wysoką efektywność badanych środków konwencjonalnych, biologicznych i pochodzenia naturalnego oraz nawozów dolistnych w zwalczaniu septoriozy selera. W literaturze naukowej jest kilka doniesień o wysokiej skuteczności środków z grupy strobiluryn w zwalczaniu wielu sprawców chorób infekcyjnych na roślinach warzywnych. Doświadczenia prowadzone w Instytucie Ogrodnictwa (Ostrowska i wsp. 2010a) wykazały wysoką efektywność Signum 33 WG (piraklostrobina + boskalid) oraz Zato 50 WG (trifloksystrobina) w ochronie marchwi przed alternariozą naci marchwi, zgnilizną twardzikową i szarą pleśnią w okresie wegetacji, jak i w czasie jej przechowywania. Wysoką skuteczność wykazały także inne środki z tej grupy, takie jak Amistar 250 SC i Amistar Opti 480 SC (azoksystrobina + chlorotalonil) w przedzbiorowej ochronie kapusty pekińskiej i kapusty głowiastej przed szarą pleśnią. Jednocześnie stwierdzano ich korzystny wpływ na trwałość przechowywalniczą chronionych roślin (Ostrowska i Robak 2009; Ostrowska i wsp. 2010b, c). Uzyskane w tych badaniach wyniki potwierdzają także wysoką skuteczność fungicydów z grupy strobiluryn w ochronie roślin selera korzeniowego przed *S. apicola*.

W wielu doniesieniach naukowych wykazano również wysoką efektywność środków pochodzenia naturalnego – ekstraktów roślinnych w zwalczaniu wielu chorób infekcyjnych. Bishop i Reagan (1998) uzyskali pozytywne wyniki w zwalczaniu szarej pleśni na kapuście z wykorzystaniem wyciągu z krzewu herbacianego. We wcześniejszych badaniach Włodarek i wsp. (2011) wykazano także wysoką skuteczność wyciągu z krzewu herbacianego w ograniczaniu szarej pleśni na marchwi występującej w okresie przechowywania. Włodarek i Robak (2013) donoszą również o wysokiej efektywności stosowania wyciągu z krzewu herbacianego (Timorex Gold 24 EC) w ograniczaniu występowania mączniaka rzekomego *Bremia lactucae* i szarej pleśni *Botrytis cinerea* na sałacie uprawianej w polu i pod osłonami. W przeprowadzonych badaniach efektywność preparatu Timorex Gold 24 EC stosowanego samodzielnie i przemiennie z fungicydem Amistar 250 SC w ochronie przed *S. apiicola* była także wysoka.

Stosowany przez autorów do ochrony selera przed septoriozą środek biotechniczny Beta-Chikol w dawce 14 l/ha wykazywał dobrą skuteczność, co potwierdzają liczne doniesienia literaturowe o indukcyjnym działaniu chitozanu, który jest składnikiem tego środka i bierze udział w uruchamianiu mechanizmów obronnych roślin i hamowaniu rozwoju patogenów po jego zastosowaniu (Kozłara i wsp. 2006). Moret i wsp. (2009) opisują zahamowanie rozwoju sprawców mączniaka prawdziwego dyniowatych (*Sphaerotheca fulginea* i *Erysiphe cichoracearum*) na liściach ogórka, które były traktowane chitozaniem. Jak podają Masny i wsp. (2004) środek zawierający chitozan (Biochikol 020 PC) ograniczał porażenie owoców jabłoni parchem o 70 do 90%, a liści o 50 do 70%. Z kolei badania Wojdyły (2001) wskazują, że chitozan nie hamował rozwoju czynników chorobotwórczych *in vitro*, natomiast zastosowany w formie oprysku skutecznie hamował rozwój mączniaka prawdziwego i rzekomego róż.

Opryskiwanie roślin selera ekstraktami z nasion truskawki dało dobre efekty w ograniczaniu rozwoju

S. apiicola w obu badanych latach. Podobne wyniki badań nad przydatnością ekstraktów z truskawki uzyskała Włodarek i wsp. (2013) w ograniczaniu rozwoju *S. sclerotiorum* na przechowywanych korzeniach pietruszki.

Wykazano także fungicydalne działanie badanych nawozów dolistnych zawierających związki fosforynowe (Actifos) na rozwój *S. apiicola*. Stosowanie środka biologicznego opartego na *B. subtilis* w nieznacznym stopniu ograniczyło rozwój septoriozy selera.

Wnioski / Conclusions

1. Najwyższą efektywność w ochronie selerów przed septoriozą wykazały konwencjonalne środki chemiczne z grupy strobilurin – Amistar 250 SC i Signum 33 WG.
2. Wysoką skuteczność w zwalczaniu septoriozy uzyskano przy przemiennym stosowaniu środków: Timorex Gold 24 EC i Amistar 250 SC oraz nawozu dolistnego Actifos.
3. Dostateczną skuteczność w ochronie selera przed *S. apiicola* uzyskano po stosowaniu środków zawierających ekstrakty roślinne: ekstrakt WS-15TM, ekstrakt WS-16FN oraz środka biotechnicznego Beta-Chikol i nawozu dolistnego Viflo Cal S stosowanych samodzielnie.
4. Badane w doświadczeniu środki pochodzenia naturalnego oraz nawozy dolistne mogą być w przyszłości zalecane w integrowanej ochronie selera przed septoriozą.

Praca została wykonana w ramach Programu Wieloletniego „Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodniczej w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodniczych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jego zasobów”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Literatura / References

- Abbott W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265–267.
- Bishop C.D., Reagan J. 1998. Control of the storage pathogen *Botrytis cinerea* on Dutch cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) by the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Essential Oil Research* 10: 57–60.
- Daayf F., Schmitt A., Bélanger R.R. 1995. The effect of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. *Plant Disease* 79 (6): 577–580.
- Huang L., Wei P., Fan L., Ye D., Zhu X., Xu Z. 2010. The biosynthesis and bioactivity evaluation of the cytosine-substituted mildiomicin analogue (MIL-C) for controlling powdery mildew. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 26: 649–655.
- Kozłara W., Sulewska H., Panasiwicz K. 2006. Effect of resistance stimulator application to some agricultural crops. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 51 (2): 82–87.
- Masny S., Sobiczewski P., Bielenin A. 2004. Efektywność preparatów proekologicznych w zwalczaniu parcha i mączniaka jabłoni. [Efficacy of proecological products in control of apple scab and apple powdery mildew]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 44 (2): 937–941.
- Mazur S., Nawrocki J. 2007. Wykorzystanie związków naturalnych w ochronie marchwi przed alternariozą. [The application of natural compounds in protection of carrot against *Alternaria* blight]. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu* 383, *Ogrodnictwo* 41: 565–569.
- Moret A., Muñoz Z., Garcés S. 2009. Control powdery mildew on cucumber cotyledons by chitosan. *Journal of Plant Pathology* 91 (2): 375–380.

- Mudita I.W., Kushalappa A.C. 1993. Ineffectiveness of the first fungicide application at different initial disease incidence level to manage septoria blight in celery. *Plant Disease* 77 (11): 1081–1084.
- Nawrocki J. 2009. Wpływ zastosowanych preparatów na zdrowotność selera korzeniowego. [The influence of used compounds on health status of celery]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (1): 237–241.
- Ostrowska A., Badełek E., Robak J. 2010a. The influence of new pre-harvest protectants on carrot long term storage. 2nd International Conference “Effect of pre- and post-harvest factors on health promoting components and quality of horticultural commodities”. Programme & Book of Abstracts. Skierniewice, 24–25 May, 2010, p. 47.
- Ostrowska A., Badełek E., Robak J. 2010b. Wpływ zrównoważonej ochrony przedzbiorczej kapusty głowiastej i pekińskiej przed chorobami na ich zdolność przechowalniczą. Ogólnopolska Naukowa Konferencja Warzywnicza „Postęp w integrowanej produkcji warzyw kapustowatych”. Skierniewice, 21 października 2010: 33–34.
- Ostrowska A., Robak J. 2009. Wpływ nowych środków ochrony roślin stosowanych przedzbiorczo w ochronie selera na zdrowotność korzeni w okresie długotrwałego przechowywania. [The effect of new products used for pre-harvest protection of root celery and their influence on long-term storage]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (1): 252–255.
- Ostrowska A., Robak J., Gidelska A. 2010c. Nowe możliwości przedzbiorczej ochrony warzyw kapustowatych z zastosowaniem nowoczesnych środków na ich zdolność przechowalniczą. [New possibilities preharvest protection of brassica vegetables using new products on their influence on long-term storage]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (2): 555–559.
- Prithiviraj B., Singh U.P., Singh K.P., Plank-Schumacher K. 1998. Field evaluation of ajoene, a constituent of garlic (*Allium sativum*) and neemazal, a product of neem (*Azadirachta indica*) for the control of powdery mildew (*Erysiphe pisi*) of pea (*Pisum sativum*). *Journal of Plant Diseases and Protection* 105 (3): 274–278.
- Puntener W. (red.) 1981. Podręcznik doświadczalnictwa polowego w ochronie roślin. Instytut Ochrony Roślin, Poznań: 39–41.
- Reuveni M., Agapov V., Reuveni R. 1995. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fulginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. *Plant Pathology* 44: 31–39.
- Sobolewski J., Robak J. 2004. Możliwości kompleksowej ochrony pomidora z wykorzystaniem nowych fungicydów i środków pochodzenia organicznego. [New products used for complex disease control on tomato growing in open field]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 44 (2): 1105–1107.
- Sherf A.F., Macnab A.A. 1986. *Vegetable Diseases and Their Control*. 2 ed. A Wiley – Interscience Publication, 728 pp.
- Terzi V., Morcia C., Faccioli P., Valé G., Tacconi G., Malnati M. 2007. In vitro antifungal activity of the tea tree (*Mealeuca alternifolia*). Essential oil and its major components against plant pathogens. *Letters in Applied Microbiology* 44 (6): 613–618.
- Toppe B., Stensvand A., Herrero M.L., Gislerd H.R. 2007. C-Pro (grapefruit seed extract) supplement or replacement against rose- and cucumber powdery mildew. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 57 (2): 105–110.
- Włodarek A., Badełek E., Robak J. 2011. The influence of conventional and natural products used for pre-harvest protection on storage potential of carrot roots. *Vegetable Crops News* 53: 37–45.
- Włodarek A., Badełek E., Robak J. 2013. The influence of new products used during growing season on storage potential of root vegetables. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 21: 127–137.
- Włodarek A., Robak J. 2013. The possibility of natural products of use in the protection of lettuce in open field and under cover against diseases. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 21: 117–126.
- Wojdyła A.T. 2001. Chitosan in the control of rose diseases – 6 year-trials. *Bulletin of the Polish Academy Science, Biology Science* 49: 243–252.
- Yang X., Ma X., Yang L., Yu D., Qian Y., Ni H. 2009. Efficacy of *Rheum officinale* liquid formulation on cucumber powdery mildew. *Crop Protection* 28: 1031–1035.