

**TERESA PASTUSZEWSKA**

**KATARZYNA FRANKE**

**MIROŚLAW NOWAKOWSKI**

Zakład Technologii Produkcji Roślin Okopowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Bydgoszczy

## Badanie wpływu uprawy gorczycy białej na zagęszczenie populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie

### Effect of white mustard on density of potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) population in soil

W pracy przedstawiono wyniki badań doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 2007–2011 w Bydgoszczy w celu określenia wpływu dziesięciu odmian gorczycy białej, uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, na zmiany w populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie. Doświadczenia założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Analiza prób gleby pobranych przed siewem gorczyc i po ich zbiorze wykazała ok. 30%–50% spadek liczebności populacji mątwika ziemniaczanego, w następstwie uprawy badanych odmian gorczycy białej.

**Słowa kluczowe:** mątwik ziemniaczany, odmiany gorczycy białej, międzyplon ścierniskowy, ograniczenie populacji mątwika

Field experiments were carried out in 2007–2011 in Bydgoszcz. The aim was to check effect of 10 white mustard varieties sown as stubble catch crop on nematode population decrease in the soil. Split-plot method was used in four replications. The result of presented study showed that chosen white mustard cultivars can reduce *Globodera rostochiensis* population by about 30%–50% when sown as stubble catch crop.

**Key words:** nematode population decrease, potato cyst nematode, stubble catch crop, white mustard varieties

## WSTĘP

Mątwiki, tworzące cysty na korzeniach ziemniaka pochodzą z Andów, skąd wraz z rośliną żywicielską zostały zawleczone do Europy, najprawdopodobniej już w XVI wieku (Kornobis, 2007). Wówczas nie zdawano sobie sprawy z ich istnienia, a szkody przypisywano innym czynnikom. W XIX wieku wraz z rozwojem nematologii, zidentyfikowano sprawcę, a w 1923 roku opisano go jako odrębny gatunek mątwika ziemniaczanego [*Globodera rostochienensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975]. Gatunek mątwika agresywnego został opisany w 1973 roku [*Globodera pallida* (Stone, 1973) Behrens, 1975].

Oba gatunki są jednymi z najgroźniejszych szkodników ziemniaka i innych roślin z rodziny psiankowatych. Objęte są one przepisami o zapobieganiu rozprzestrzenianiu i zwalczaniu we wszystkich rejonach uprawy ziemniaka na świecie, także w Unii Europejskiej. W Polsce obowiązują następujące przepisy prawa fitosanitarnego: ustawa z 18 grudnia 2003r. o ochronie roślin (Dz. U. nr 11, poz. 94 ze zm.) oraz rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 lutego 2008 r. w sprawie zapobiegania wprowadzaniu i rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych (Dz. U. Nr 46 z 2008 r. pozycja 272) oraz z 13 października 2010 roku w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) i mątwika agresywnego (*Globodera pallida*) (Dz. U. nr 196, poz. 1303). W Polsce stwierdza się występowanie tylko mątwika ziemniaczanego, a mątwika agresywnego zidentyfikowano kilka ognisk.

Mątwik ziemniaczany jest nicieniem pasożytującym jedynie na niektórych roślinach z rodziny psiankowatych. Z roślin uprawnych żywicielami są ziemniak, pomidor i oberżyna. (Wilski, 1967, Anonim, 1994). Spośród chwastów cysty mątwika mogą się rozwijać na korzeniach psianki słodkogórz (*Solanum dulcamara*), psianki kosmatej (*Solanum luteum*), w mniejszej ilości na korzeniach lulka czarnego (*Hyoscyamus niger*), pokrzyka wilczej jagody (*Atropa belladonna*) i psianki czarnej (*Solanum nigrum*). *Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida* są zaliczane do gatunków, u których opuszczanie cyst przez osobniki młodociane jest stymulowane przez dyfuzaty korzeniowe rośliny żywicielskiej (Perry, 2002).

Mątwik ziemniaczany może powodować spadek plonu bulw ziemniaka nawet o 80% (Anonim, 1994; Urbanowicz i Pawińska, 2001), przy czym największe szkody są notowane w plonie podatnego ziemniaka przy częstej (co trzy lata i częściej) jego uprawie na tym samym, zasiedlonym przez szkodnika polu (Malec, 1985). Stwierdzenie szkodnika na polu wywołuje również straty pośrednie, wynikające z nałożenia kwarantanny i związanego z tym ograniczenia produkcji nasiennej i obrotu sadzeniakami, czy utrudnień w eksporcie ziemniaka.

Tradycyjną metodą zwalczania mątwików jest stosowanie zmianowania z udziałem roślin nieżywicielskich aż do czasu, gdy zagęszczenie populacji w glebie zmniejszy się do poziomu rokującego zadawalające plony rośliny żywicielskiej (Wilski, 1978). Zagęszczenie populacji mątwika w glebie zmniejsza się corocznie przy uprawie rośliny nieżywicielskiej o około 20%–50%. Przy małym zagęszczeniu populacji wystarczyć

może 4–5 lat, przy większym 6–7 lat, a czasem więcej. Stałe obniżenie liczebności populacji mątwika w glebie można osiągnąć dopiero po 10–12 letniej przerwie w uprawie podatnej odmiany ziemniaka (Brzeski, 1975).

Najprostszą w zastosowaniu i skuteczną metodą walki ze szkodnikiem jest uprawa odpornych odmian ziemniaka (Malec, 1977). Lista zarejestrowanych odmian odpornych na patotyp Ro1 mątwika ziemniaczanego jest dostępna na stronie internetowej Centralnego Ośrodka Badania Roślin Odmian Uprawnych. Obecnie w krajowym rejestrze odmiany ziemniaka odporne na porażenie mątwikiem ziemniaczanym stanowią około 90% ([www.coboru.pl](http://www.coboru.pl)).

Pewne znaczenie w zwalczaniu mątwika miało stosowanie środków chemicznych. Walka chemiczna traci jednak na znaczeniu, ponieważ używane nematocydy okazały się trudno rozkładalne i zatruwające środowisko, a nie ma dostępnych nowych, bardziej bezpiecznych (Kornobis, 2007).

Według Kornobisa (2007) i Wolnego (2008, 2009) współczesna wiedza naukowa i coraz bogatsza oferta odmian odpornych ziemniaka umożliwia integrację różnych środków i metod zwalczania mątwika. W warunkach polowych oprócz kwarantanny zasadniczymi elementami zwalczania są: włączenie roślin nieżywielskich do płodozmianu lub ugorowanie pola, uprawa odpornych odmian ziemniaka lub roślin pułapkowych i stosowanie nematocydów.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu uprawy gorczycy białej w międzyplonie ścierniskowym na zagęszczenie populacji mątwika ziemniaczanego.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2007–2011, na polu doświadczalnym w Oddziale Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowego Instytutu Badawczego w Bydgoszczy, na piasku gliniastym lekkim. Gleba stanowiska doświadczalnego miała odczyn kwaśny, średnią zawartość fosforu i magnezu, niską zawartością wapnia i sodu oraz bardzo niską zawartość potasu i azotu azotanowego.

W pierwszym roku badań całe pole doświadczalne zostało na wiosnę sztucznie zasiedlone cystami nicienia z żywą zawartością, a w plonie głównym każdego roku wysadzano odmianę ziemniaka podatną na mątwika ziemniaczanego (Aster lub Bila) w celu utrzymania odpowiedniego zagęszczenia populacji.

Jesienią stosowano nawożenie fosforowe w dawce  $50 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Przed siewem glebę spulchniono, wyrównano i zastosowano nawożenie mineralne w dawkach  $80 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Wyznaczono 44 poletka o powierzchni  $1 \text{ m}^2$ .

W badaniach testowano 10 odmian gorczycy białej (*Sinapsis alba*): Accent, Bamberka, Bardena, Barka, Concerta, Metex, Nakielska, Radena, Rota i Sirola, które różniły się pod względem morfologicznym. Kontrolę stanowiły poletka bez obsiewu (czarny ugor). Gorczycę wysiano jako międzyplon ścierniskowy w ilości 2,5 g nasion na poletko. Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach.

W trakcie wegetacji trzykrotnie wykonywano pomiary roślin dla przeprowadzenia oceny dynamiki wzrostu i intensywności kwitnienia. W trakcie zbioru ważono plon

części nadziemnej oraz korzeni oraz pobierano próby materiału roślinnego dla oznaczenia zawartości suchej masy.

Zagęszczenie populacji mątwika na wszystkich poletkach (obsianych gorczycą i kontrolnych), badano w próbach gleby w dwóch terminach, przed założeniem doświadczenia oraz po zbiorze. Próby gleby o objętości około 500 ml, pobierano z warstwy ornej 0–20 cm, przy pomocy wąskiej łopaty. Wysuszono je powietrznie i przesiano, w celu oddzielenia części organicznych i zanieczyszczeń. Analizowano średnie próby powietrznie suchej gleby o objętości 100 ml, które przesiano przez zestaw sit (o wielkości oczek: 2,8 mm, 1,25 mm i 0,8 mm). Wyizolowano cysty mątwika używając automatycznego ekstraktora, będącego modyfikacją aparatu Seinhorsta. Liczbę żywych jaj i larw nicienia określano przy użyciu mikroskopu stereoskopowego. Każdą cystę, przy pomocy igły preparacyjnej, nakładano na wielootworowe szkiełka mikroskopowe, rozgniatano w kropli wody i liczone żywe osobniki. Po określeniu wielkości populacji nicienia przed założeniem doświadczenia i po jego zbiorze, obliczono spadek lub wzrost populacji.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic między średnimi weryfikowano przy pomocy testu t-Studenta na poziomie istotności  $p = 0,05$ .

#### WYNIKI I DYSKUSJA

W trakcie wegetacji gorczycy białej w trzech terminach (co 4–5 tygodni) określono wysokość roślin oraz udział roślin kwitnących. Największą wysokością roślin wyróżniały się we wszystkich terminach pomiarów odmiany Radena, Accent i Bardena (tab. 1).

Tabela 1

**Wysokość roślin, intensywność kwitnienia i plony odmian gorczycy białej, średnie z lat 2007–2011**  
**Height of plants, intensity of flowering and yields of white mustard varieties, mean from 2007–2011**

Odmiana Variety	Wysokość roślin Height of plants (cm)			Udział roślin kwitnących Share of flowering plants (%)			Plon części nadziemnej Yield of shoots (t·ha <sup>-1</sup> )		Plon korzeni Yield of roots (t·ha <sup>-1</sup> )	
	I termin 1 <sup>st</sup> date	II termin 2 <sup>nd</sup> date	III termin 3 <sup>rd</sup> date	I termin 1 <sup>st</sup> date	II termin 2 <sup>nd</sup> date	III termin 3 <sup>rd</sup> date	świeża masa fresh matter	sucha masa dry matter	świeża masa fresh matter	sucha masa dry matter
Accent	33,15	82,46	102,75	0,00	2,62	15,03	26,53	3,96	2,45	0,63
Bamberka	31,63	77,25	94,13	0,00	45,05	67,97	20,93	3,12	2,01	0,51
Bardena	34,27	83,28	102,43	0,00	20,00	40,05	25,78	3,86	2,37	0,61
Barka	31,85	79,83	100,15	0,00	25,52	44,56	23,03	3,43	2,18	0,56
Concerta	31,80	80,90	100,40	0,00	16,60	34,80	24,70	3,67	2,33	0,59
Metex	30,43	78,50	98,00	0,00	18,23	37,83	23,68	3,53	2,18	0,56
Nakielska	30,73	78,60	96,80	0,00	27,80	45,48	23,23	3,44	2,18	0,55
Radena	34,20	83,60	103,98	0,00	18,17	35,83	26,43	3,99	2,4	0,62
Rota	32,78	80,40	100,86	0,00	22,65	42,33	24,33	3,61	2,26	0,58
Siroła	27,93	74,93	95,28	0,00	2,05	13,00	22,2	3,25	2,22	0,56
NIR <sub>0,05</sub>	2,22	3,65	4,15	n. i.	2,77	3,45	0,24	0,79	0,05	0,10
LSD <sub>0,05</sub>										

n.i. — różnice nieistotne; not significant differences

Najniższe rośliny stwierdzono natomiast u odmian Bamberka, Sirola i Nakielska. Część wyników zostało przedstawionych wcześniej (Pastuszewska i in., 2010).

W pierwszym terminie pomiarów nie zaobserwowano roślin kwitnących. Największym udziałem roślin kwitnących w drugim i trzecim terminie liczenia odznaczały się odmiany: Bamberka, Nakielska i Barka. Z kolei najmniej roślin kwitnących zanotowano u odmian Sirola i Accent.

W badaniach porównawczych odmian gorczycy białej Kubicki (2009) zarejestrował najwyższe rośliny oraz najwyższy udział roślin kwitnących u odmiany Accent. Nowakowski (2012) wykazał, że wśród odmian gorczycy dużą wysokością roślin charakteryzowały się odmiany Accent, Radena i Concerta, a najmniejszym kwitnieniem odmiana Sirola.

Największe plony świeżej i suchej masy części nadziemnej roślin zebrano po uprawie odmian gorczycy białej: Accent, Radena i Bardena, a najmniejsze plony wydały odmiany Bamberka i Sirola (tab. 1). Poziom plonowania części nadziemnej odmian gorczycy uzależniony był przede wszystkim od wysokości roślin.

Uprawa odmian Accent, Radena i Bardena wpłynęła na uzyskanie największych plonów świeżej i suchej masy korzeni, a najmniejsze plony stwierdzono dla odmian Bamberka i Nakielska. Zarejestrowane podczas realizacji doświadczeń plony biomasy nadziemnej oraz korzeni były zbliżone pod względem wielkości do tych uzyskanych w badaniach Nowakowskiego i Szymczak-Nowak (2003) oraz Buraczyńskiej (2011). Natomiast Wilczewski (2004) oraz Kisielewska i Harasimowicz-Herman (2008) stwierdzili wyższe o około 35% plonowanie gorczycy białej. Plon ogólny biomasy stanowił 65,5%–82,8% średniej dawki obornika bydlęcego (35 t·ha<sup>-1</sup>) stosowanej pod ziemniaki. Plon ogólny suchej masy gorczycy odpowiadał 45,4%–57,4% suchej masy wymienionej dawki obornika (8 t·ha<sup>-1</sup>).

Analizy prób gleby pobranych przed wysiewem gorczycy wykazały, że liczebność populacji mątwika ziemniaczanego (*G. rostochiensis*) wynosiła średnio w 2007 — 536, 2008 — 592, w 2009 — 1225, w 2010 — 769, a w 2011 roku — 4498 żywych jaj i larw w 100 ml gleby. Porównanie wyników badań gleby wykonanych przed siewem gorczycy i po zbiorze wskazuje na to, że we wszystkich latach badań wystąpiło ograniczenie populacji mątwika ziemniaczanego w następstwie uprawy badanych odmian gorczycy białej (tab. 2). Spadek populacji nicienia, zależnie od odmiany, wahał się w granicach od 29,9% do 54,1%. Liczba jaj i larw mątwika została najsilniej zredukowana na obiektach po uprawie odmiany Bardena (o 54,1%), Accent, Radena i Sirola (47,3%–47,2%). Równocześnie odmiany Bardena, Akcent i Radena wyróżniały się najwyższymi plonami świeżej i suchej masy korzeni. Nieco mniejszą redukcję zamątwiczenia zanotowano po uprawie odmiany Concerta (o 43,4%), Bamberka (o 39,8%) i Barka (o 36,6%).

Jones (1970) podaje wyniki prac, które wykazują 30% spontaniczne wychodzenie larw z cyst przy braku rośliny żywicielskiej i 80% przy jej uprawie. Wilski (1978) pisze o 20–50% redukcji populacji mątwika w glebie w ciągu roku przy uprawie rośliny nieżywicielskiej, w zależności od warunków środowiska, a przede wszystkim temperatury, wilgotności i typu gleby. Autor uważa, że rodzaj roślin nieżywicielskich w czasie jednej rotacji nie ma dużego znaczenia, ponieważ nie znaleziono rośliny wrogiej — prócz odmian odpornych ziemniaka, która by stymulowała w znaczącym stopniu wychodzenie larw z cyst, a jednocześnie nie stwarzała im możliwości rozwoju w swych

korzeniach. Malec i Bogaczyk (1978) badali wpływ kilkudziesięciu gatunków roślin uprawnych i niektórych chwastów na wychodzenie larw z cyst mątwika ziemniaczanego.

Tabela 2

**Zmiany liczebności populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie pod wpływem uprawy gorczycy białej**  
**Changes of potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) population density in the soil after white mustard varieties cultivation**

Odmiana Variety	Przyrost lub ubytek jaj i larw w 100 ml gleby Increase or decrease of eggs and larvae in 100 ml of soil (%)					średnio mean
	2007	2008	2009	2010	2011	
Czarny ugór — obiekt kontrolny Fallow — control	n.b.	-20,30	-2,20	-13,20	-7,40	-12,93
Accent	-42,40	-61,60	-28,60	-57,64	-46,30	-47,31
Bamberka	-47,00	-34,70	-23,30	-52,59	-41,20	-39,76
Bardena	-77,60	-58,70	-22,40	-66,07	-45,70	-54,09
Barka	-49,90	-48,10	-18,40	-44,67	-21,80	-36,57
Concerta	-68,00	-55,50	-26,50	-39,01	-28,00	-43,40
Metex	-54,60	-34,50	-21,50	-27,68	-20,10	-31,68
Nakielska	-31,60	-54,60	-4,30	-33,30	-25,90	-29,94
Radena	-76,30	-51,20	-26,40	-54,87	-27,60	-47,27
Rota	-23,60	-49,90	-15,90	-47,18	-31,60	-33,64
Siroła	-76,10	-56,70	-34,60	-46,40	-22,30	-47,22
NIR <sub>0,05</sub> — LSD <sub>0,05</sub>	5,60	4,70	2,70	3,10	3,80	5,98

n.b. — nie badano; not treated

W badaniach wymienionych autorów uprawa odpornych odmian ziemniaka powodowała redukcję szkodnika w znacznie wyższym stopniu (o 85%) niż inne rośliny jak gorczyca biała, seradela, gryka, rzepak, wyka jara, łubin biały, czy burak pastewny (od 22,9% do 30,9%). Daub i Westphal (2011) podają, że niektóre izotiocyjany powstające w następstwie rozkładu glukozynolanu sinigriny odznaczają się szczególnie wysoką toksycznością w stosunku do nicieni. Z kolei Valdes i in. (2011) w badaniach nad trzema gatunkami *Brassicaceae* zawierającymi glukozynolany (gorczyca, rzepak, rzodkiew) i ich wpływem na wychodzenie larw z cyst, nie stwierdzili toksycznego ich działania. Autorzy odnotowali wpływ dyfuzatów korzeniowych tych gatunków roślin tylko w przypadku, gdy w pobliżu cyst znajdowały się dyfuzaty korzeniowe wyizolowane z pomidora, rośliny żywicielskiej dla *Globodera rostochiensis*. Autorzy prezentowanej pracy nie znają odpowiedzi dotyczącej mechanizmu oddziaływania gorczycy stymulującego wylęg larw mątwika i zastanawiają się, czy podobnego wpływu nie miały pozostawione resztki korzeni podatnej odmiany ziemniaka, uprawianej w plonie głównym.

Szymczak i in. (2007) podjęli badania z zastosowaniem psianki stuliszolistnej (*Solanum sisymbriifolium*), w zwalczaniu mątwika ziemniaczanego, na polu zasiedlonym przez nicienia. Autorzy uzyskali wyniki wskazujące na to, że uprawa tej rośliny przyczyniła się do ograniczenia populacji mątwika ziemniaczanego w glebie od 61,0% do 77,9%. Zdaniem autorów uzyskane wyniki świadczą o możliwości wykorzystania tej

rośliny jako rośliny sanitarnej na polach o dużej koncentracji uprawy ziemniaka, zagrożonych przez mątwika ziemniaczanego.

Przez jednorazową uprawę ziemniaka odpornego można osiągnąć redukcję populacji szkodnika, wynoszącą rzędu 85–90% (Brzeski i Rogala, 1979; Malec, 1985), a jej wielkość zależy głównie od gęstości przerośnięcia gleby korzeniami. Przy słabym rozwoju roślin spadek liczebności populacji może wynosić 65–75%, a przy dobrym rozwoju — nawet powyżej 90%.

#### WNIOSKI

1. Na polach zamątwiczonych można zalecić włączenie do płodozmianu uprawę w poplonie gorczycy białej, rośliny nieżywielskiej dla *Globodera rostochiensis* jako element walki ze szkodnikiem.
2. Biomasa badanych odmian gorczycy białej zastosowana w poplonie jako zielony nawóz będzie odpowiadała 65,5%–82,8% dawki 35 t·ha<sup>-1</sup> obornika.
3. Największym plonem świeżej i suchej masy części nadziemnej oraz korzeni odznaczały się odmiany gorczycy białej: Accent, Radena i Bardena.

#### LITERATURA

- Anonim 1994. Kwarantannowe agrofagi Europy. Inspektorat Kwarantanny Roślin, Warszawa: 383 — 389; 1069 ss.
- Brzeski M. W. 1975. Integrowane metody zwalczania mątwika ziemniaczanego. Ochr. Roślin 7: 11 — 13.
- Brzeski M. W., Rogala Z. 1979. Tarpan — ziemniaka odporne na mątwika ziemniaczanego. Ochr. Roślin 7: 20 — 21.
- Buraczyńska D. 2011. Wpływ nawożenia słomą jęczmienną i biomasą międzyplonów na plonowanie roślin w ogniwie zmianowania: burak cukrowy — pszenica jara. Rozpr. nauk. nr 96, Wyd. AP Siedlce 2008: 157 ss.
- Daub M., Westphal A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerrüben. Sugar Industry 9: 41 — 50.
- Jones F. G. W. 1970. The control of the potato cyst nematode. Journal of the Royal Society of Arts March: 179 — 199.
- Kisielewska W., Harasimowicz-Herman G. 2008. Wpływ terminu siewu na plon biomasy gorczycy białej uprawianej w międzyplonie. Frag. Agron. 2 (98): 72 — 80.
- Kornobis S. 2007. Co dalej z mątwikiem ziemniaczanym? Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47 (1): 267 — 270.
- Kubicki K. 2009. Plonowanie i antymątwikowe oddziaływanie wybranych odmian gorczycy białej uprawianych przy dwóch poziomach nawożenia KMgNa. UTP Wydział Rolniczy. Praca magisterska: 53 ss.
- Malec K. 1977. Problem zwalczania mątwika ziemniaczanego (*Heterodera rostochiensis* Woll.) Biuletyn Instytutu Ziemniaka 19: 43 — 47.
- Malec K., Bogaczyk B. 1978. Wpływ różnych roślin uprawnych i niektórych chwastów na wychodzenie larw z cyst mątwika ziemniaczanego. Biuletyn Instytutu Ziemniaka 21: 151 — 162.
- Malec K. 1985. Mątwik Ziemniaczany (*Globodera rostochiensis* Woll.) i Mątwik Agresywny (*Globodera pallida* Stone). Wyd. Inst. Ziem. Bonin, 32 ss.
- Nowakowski M. 2012. Gorczyca — ważny przedplon buraka. Polski Cukier: 7 (12): 30 — 34.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J. 2003. Plony świeżej i suchej masy oraz oddziaływanie antymątwikowe gorczycy białej i rzodkwi oleistej w zależności od odmiany i nawożenia azotem. Rośliny Oleiste — Oilseed Crops. T.XXIV: 501 — 508.

- Pastuszewska T, Franke K., Nowakowski M., Gryń G., Szymczak-Nowak J. 2010. Wpływ odmian gorczycy białej na zmiany w populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*). Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin 50 (3): 1297 — 1300.
- Perry R. N. 2002. Hatching. In: „The Biology of Nematodes” (D. L. Lee, red.), Taylor & Francis, London: 147 — 169; 635 pp.
- Szymczak-Nowak J., Malinowska E., Tyburski J., Rychcik B. 2007. Wpływ *Solanum sisymbriifolium* na ograniczanie populacji mątwika ziemniaczanego. Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin 47 (4): 224 — 226.
- Urbanowicz J., Pawińska M. 2001. Odmiany mątwikoodporne w strukturze upraw ziemniaka w latach 1995–2000. W: Materiały konferencyjne, IHAR Oddział Bonin: 130 — 133.
- Valdes Y., Viaene N., Perry R.N., Moens M. 2011. Effect of the green manures *Sinapis alba*, *Brassica napus* and *Raphanus sativus* on hatching of *Globodera rostochiensis*. Nematology 13 (8): 965 — 975.
- Wilczewski E. 2004. Wpływ sposobu nawożenia na plon biomasy roślin niemotylikowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Acta. Sci. Pol. Agric. 3, 1: 139 — 148.
- Wilski A. 1967. Nicienie szkodniki roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa, 336 ss.
- Wilski A. 1978. Mątwiki tworzące cysty na ziemniaku. PAN KOR, Warszawa, 22 ss.
- Wolny S. 2008. Podstawy naukowe urzędowego programu zwalczania mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis* Woll.) w uprawach ziemniaka na cele konsumpcyjne i przemysłowe (Dyrektywa Rady UE 2007/33/EC. Materiały konferencyjne. Nasiennictwo i Ochrona Ziemniaka. Kołobrzeg 3–4 kwietnia 2008. IHAR ZNiOZ Bonin: 27 — 32.
- Wolny S. 2009. Diagnostyka, monitoring oraz podstawy programu zwalczania mątwika ziemniaczanego [*Globodera rostochiensis* (Wollenweber)] i mątwika agresywnego [*Globodera pallida* (Stone) Behrens] w kontekście znowelizowanej Dyrektywy Rady 2007/33/UE z dnia 11 czerwca 2007 zastępującej Dyrektywę Rady 69/465/EWG. Prog Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 49 (4): 1739 — 1745.