

Agrotechnika i mechanizacja

MIĘDZYPLON SPOSOBEM NA OGRANICZENIE POPULACJI SZKODLIWYCH NICIENI – PASOŻYTÓW ROŚLIN W GLEBIE

CATCH CROP A WAY TO LIMIT THE POPULATION OF PATHOGENIC NEMATODES – PARASITIC PLANTS IN THE SOIL

mgr inż. Magdalena Piekutowska¹, dr inż. Tomasz Lenartowicz²

¹Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny, Katedra Agrobiotechnologii
ul. Raławicka 15-17, 75-620 Koszalin

²COBORU Słupia Wielka, Pracownia WGO Roślin Okopowych i Kukurydzy
e-mail: magdalena.piekutowska@poczta.fm

Streszczenie

Omówiono znaczenie i wykorzystanie roślin międzyplonowych w ograniczaniu populacji szkodliwych nicieni w uprawach ziemniaków. Wskazano gatunki wysoce skuteczne w eliminowaniu nicieni z rodzajów *Trichodorus*, *Pratylenchus*, *Globodera*, *Meloidogyne*, m.in.: z rodzaju aksamitka (*Tagetes* sp. L.), facelia błękitna (*Phacelia tanacetifolia* L.), wyka kosmata (*Vicia villosa* Roth), rzodkiew oleista (*Raphanus sativus* L.) i gorczyca sarepska (*Brassica juncea* L.). Właściwości nematobójcze roślin opierają się na wydzielaniu związków allelopatycznych, tworzeniu optymalnych warunków dla rozwoju mikroorganizmów antagonistycznych oraz zjawisku „roślina-pułapka”. Oprócz wskazania gatunków roślin, które mogą być przydatne do redukcji liczebności patogenicznych nicieni, należy opracować technologię zarządzania tymi gatunkami w uprawie ziemniaków. Mała podaż biologicznych nematocydów potwierdza konieczność i celowość badań w tym zakresie.

Słowa kluczowe: aksamitka, facelia błękitna, gorczyca sarepska, międzyplon, nicienie, rzodkiew oleista, wyka kosmata, ziemniak

Abstract

The article presents issues related to the importance and use of catch crop plants in reducing populations of pathogenic nematodes in potato crops. Results of many studies indicated that certain plant species are highly effective in the elimination of nematodes of the genera *Trichodorus*, *Pratylenchus*, *Globodera*, *Meloidogyne*. Such plants are: marigold (*Tagetes* L.), lacy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* L.), hairy vetch (*Vicia villosa* Roth), oil radish (*Raphanus sativus* L.), and green mustard (*Brassica juncea* L.). Nematicidal properties of plants are a result of secretion of allelopathic compounds, the creation of good conditions for the development of antagonistic microorganisms as well as the phenomenon of "plant-trap". Despite identification plant species, which may be useful for reducing a popu-

lation of pathogenic nematodes, very important is to include them in a proper way in potato rotation. The small supply of biological nematicides confirms the necessity and relevance of research in this field.

Keywords: catch crop, green mustard, hairy vetch, lacy phacelia, marigold, nematodes, oil radish, potato

Uprawa roślin międzyplonowych cieszy się dużą popularnością wśród rolników. Zainteresowanie tym rodzajem upraw wynika głównie z faktu, że międzyplony zostały objęte Krajowym Programem Rolnośrodowiskowym (Murawska i in. 2015). Stosowanie „łamaczy płodozmianu”, bo tak często określa się międzyplony, jest polecane także w uprawie ziemniaka (Helander, Delin 2004). Ich wysiew stanowi uzupełnienie pełnej ochrony chemicznej, szczególnie na tych plantacjach, gdzie stwierdza się obecność patogenicznych nicieni (Bird, Wer-nette – dane internetowe).

Podziemne części ziemniaka mogą być atakowane przez liczne nicienie – patogeny roślin. Kolonizacja korzeni skutkuje ich silnym uszkodzeniem, co spowalnia wzrost roślin (Kochman, Węgorzek 1997). Niekiedy zaburzenia w sprawnym i prawidłowym funkcjonowaniu systemu korzeniowego sprawiają, że niewystarczająco zaopatrzone w wodę i składniki pokarmowe rośliny obumierają. Poza tym wytwarzają mniej bulw, których wartość użytkowa i handlowa jest znacznie niższa.

Według badań prowadzonych przez Nematologiczne Centrum Dignostyczno-Szkoleniowe (NCDS), działające przy Muzeum i Instytucie Zoologii PAN w Warszawie, oraz danych Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa w uprawach ziemniaka w naszym kraju występuje aż 38 gatunków nicieni patogenicznych należących do 8 rodzin (Dmowska i in. 2013). Wśród nich obecne są także gatunki kwarantannowe, podlegające obowiązkowi urzędowego zwalczania, tj. mątwik ziemniaczany (*Globodera rostochiensis* Wollenweber Behrens), mątwik agresywny (*Globodera pallida* Stone Behrens), guzak kalifornijski (*Meloidogyne chitwoodi* Golden et. al) i guzak holenderski (*Meloidogyne fallax* Karssen) (Pastuszewska 2012).

Niektóre nicienie, takie jak *Pratylenchus penetrans*, w obecności patogenicznych gatunków grzybów glebowych mogą tworzyć

kompleksy chorobowe, które znacznie osłabiają rośliny ziemniaka (Wheeler i in. 1994). Badania z tego zakresu prowadzili Botseas i Rowe (1994), którzy wykazali, że jeden z izolatów polifagicznego gatunku *Verticillium dahliae* (sprawca werciliozy ziemniaka) w obecności *P. penetrans* powodował istotny spadek jakości i ilości plonu w porównaniu z obiektem pozbawionym nicienia. Objawami żerowania nicieni z rodzaju *Pratylenchus* są nekrotyczne uszkodzenia korzeni, które bardzo trudno zaobserwować. A przez martwe komórki łatwo wnikają bakterie i grzyby, powodując wtórne infekcje.

Niezwykle ważne w ostatnim czasie z punktu widzenia gospodarczego jest występowanie gatunków nicieni z rodzaju *Trichodorus* i *Paratrichodorus*, które są wektorami groźnego wirusa nekrotycznej kędzierzawki tytoniu (*Tobacco rattle virus*, TRV) – sprawcy czopowatości bulw ziemniaka (Walkingshaw i in. 1961, Van Hoof 1968). Nekrotyczne, łukowate pierścienie lub plamy wewnątrz miąższu bulw pogarszają znacząco jakość surowca do przetwórstwa (fot. 1). Czasami występujące w miąższu punktowe, nekrotyczne zbrązowienia trudno zaklasyfikować oraz odróżnić od innych czynników biotycznych i abiotycznych wpływających na jakość bulw, np. rdzawej plamistości, zmian na bulwach powodowanych przez nekrotyczne szczepy PVY^{NTN} czy w złych warunkach przeprowadzonej chemicznej desykcji roślin. Warto tu dodać, że popularne odmiany przeznaczone do uprawy głównie dla celów przetwórczych (Innovator, Lady Anna) wykazują szczególną wrażliwość na porażenie TRV (Chrzanowska i in. 2014). Grupy niektórych odmian odpornych i podatnych na objawy na bulwach powodowanych przez TRV przedstawiono w tabeli 1.

Najczęściej spotykanym nicieniem w glebach naszego kraju pozostaje mątwik ziemniaczany *Globodera rostochiensis* – kwarantannowy nicień pasożytniczy (fot. 2). Straty bezpośrednio powodowane przez niego sięgają nawet 80% plonu. Szkody pośrednie

wynikają m.in. z przymusowej kwarantanny pól oraz utrudnień w produkcji i relokacji materiału nasiennego (Sztangret-Wiśniewska 2007).

Producenci ziemniaków są zainteresowani uprawą międzyplonów o właściwościach wielostronnych, w tym nicieniobójczych. To przyjazne środowisku podejście, które jest przedmiotem wielu badań na całym świecie, spełnia popularne ostatnio wymogi rolnictwa zrównoważonego. W literaturze krajowej z omawianego zakresu można znaleźć wiele wyników badań odnoszących się jedynie do wpływu stosowania różnych gatunków roślin w międzyplonie na ilość i jakość plonu ziemniaków (Murawska i in. 2015, Płaza 2004). Z kolei doniesienia międzynarodowe dają więcej informacji o gatunkach roślin, których wysiew jako przedplon dla ziemniaka ogranicza populację nicieni pasożytniczych w glebie. Są to często gatunki należące do roślin żywicielskich jednych patogenów, a dla in-

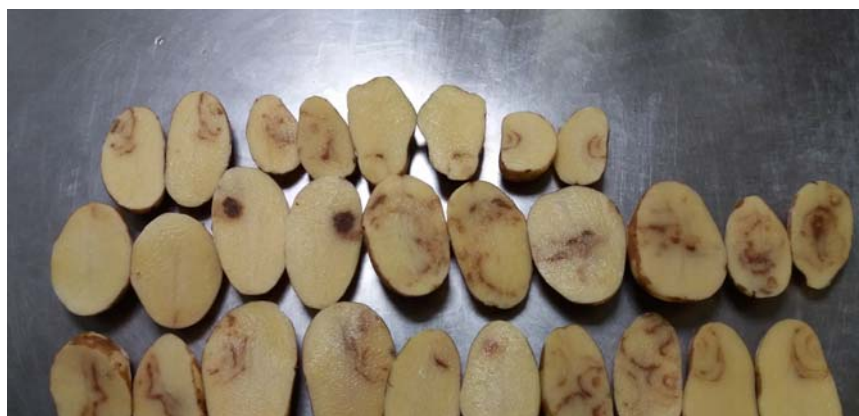
nych już nie. Ich wysiew nie wyeliminuje całkowicie obecności nicieni, ale sprawi, że uprawa ziemniaków w kolejnym roku będzie zabezpieczona przed skutkami ich żerowania.

Tabela 1

Niektóre odmiany ziemniaka odporne i wrażliwe na objawy na bulwach (ang. corky ringspot / spraing symptoms) powodowane przez TRV

Odporne	Wrażliwe
Arran Pilot	Pentland Dell
Bintje	Maris Bard
Record	Picasso
Saturna	Russet Burbank
Climax	
Nicola	
Lady Rosetta	
Fianna	

Źródło: Research Review Free Living Nematodes and Spraing, British Potato Council 2006



Fot. 1. Objawy porażenia bulw wirusem nekrotycznej kędzierzawki tytoniu (Tabacco rattle virus) na odmianie Basin Russet (fot. B. Harackiewicz)



Fot. 2. Cysty *Globodera rostochiensis* na korzeniach ziemniaka (fot. M. Piekutowska)

Roślinami wartymi uwagi są gatunki należące do rodzaju aksamitka (*Tagetes* sp. L.), która jest znana z właściwości nicieniobójczych, zwłaszcza w odniesieniu do nicieni z rodzajów *Pratylenchus* i *Meloidogyne* (Tyler 1938 za: Pudasaini i in. 2008). Wysoką skuteczność w omawianym zakresie przypisuje się aksamitce rozpierzchłej *Tagetes patula* (Evenhuis i in. 2004, Pudasaini i in. 2008). Rosnąca aksamitka może redukować populacje niepożądanych nicieni na kilka sposobów. Po pierwsze, potrafi syntetyzować związki allelopatyczne wobec nicieni. Właściwości te przypisuje się substancji o nazwie alfa-tertienyl. Jest to związek organiczny bardzo aktywny w stosunku do nicieni glebowych (zabija je) i grzybów.

Kolejnym mechanizmem ograniczającym populację szkodliwych nicieni jest zwiększona aktywność bakterii endofitycznych w sąsiedztwie aksamitki lub powstawanie relacji nicienie – antagonistyczne mikroorganizmy (Hooks i in. 2010). Inne badania pokazują, że niektóre gatunki aksamitki ograniczają populację *Pratylenchus penetrans* nawet o 90% (Reynolds i in. 2000), a jej uprawa w przedplonie dla ziemniaków spowodowała wzrost plonu o 8-14% (Kempiński i in. 2000).

Ograniczanie mątwików w glebie może polegać na uruchamianiu mechanizmów indukowanej odporności w roślinach. W doświadczeniu prowadzonym przez Franzenera i innych (2007) oceniano potencjał wodnych ekstraktów sporządzonych z kwiatów, korzeni i liści *Tagetes patula* wobec *Meloidogyne incognita* w uprawie pomidora. Testowi poddano jaja i osobniki młodociane J2 (test in vitro) oraz pomidory uprawiane w doniczkach. Wyniki pokazały, że wszystkie wodne ekstrakty z *T. patula* ograniczyły węglę i mobilność osobników inwazyjnych stadium J2 w warunkach in vitro, przy czym najlepszy efekt nematobójczy uzyskano w kombinacji z ekstraktem korzeniowym (68%).

W testach roślinnych prowadzonych w warunkach in vivo oprysk doglebowy i nalistny wykonany na pomidorze przy użyciu wodnego ekstraktu z kwiatów *T. patula* jako jedyny zredukował liczbę jaj i osobników inwazyjnych J2 w glebie. Według Marahatta i innych (2012) efekt nicieniobójczy ekstraktu z korzeni w powyższym eksperymencie mógł

być wynikiem synergistycznego działania kilku substancji czynnych, na przykład olejów eterycznych.

Ciekawym zjawiskiem są także inne właściwości *Tagetes erecta* i *Tagetes minuta*. Według niektórych autorów gatunki te pełnią funkcję roślin-pułapek, które eliminują osobniki aktywnego stadium J2 nicieni z rodzaju *Meloidogyne* (Daulton, Curtis 1963; Ploeg, Maris 1999). Obecność nicieni w okolicy komórek kory korzenia wywołuje kaskadę reakcji chemicznych, w wyniku których powstają związki toksyczne wobec pasożytów. Dochodzi do zahamowania ich dalszego rozwoju i reprodukcji. Efekt nicieniobójczy jest lepszy w glebach o wysokim uwilgotnieniu. Wykazano również, że *Tagetes patula* jest mniej skuteczna w tłumieniu nicieni z rodzaju *Meloidogyne* występujących w stadiach nieruchomych (jaja i stan anhydrobiozy) w porównaniu z reakcją wobec form aktywnych (Marahatta i in. 2012).

Innymi gatunkami, które zmniejszają liczebność patogenicznych nicieni w glebie, są rośliny należące do rodzaju facelia (*Phacelia* L.). Facelia błękitna (*Phacelia tanacetifolia*) była powszechnie wykorzystywana w Niemczech jako międzyplon i nawóz zielony w uprawie buraków, a wysiew jej w przedplonie ograniczał liczebność mątwika burakowego *Heterodera schachtii* (Heinicke, Zunke 1995 za: Viaene, Abawi 1998). Działanie mątwikobójcze facelii błękitnej jest powszechnie znane, a potwierdzili je w swoich badaniach także polscy naukowcy Szymczak-Nowak i Nowakowski (2000). Autorzy wykazali najmniejsze zróżnicowanie odmianowe facelii w efekcie antymątwikowym.

Według innych danych literaturowych facelia błękitna jest rośliną żywicielską dla niektórych nicieni z rodzaju *Meloidogyne* (Karsen i in. 2004, Smith i in. 2011). Informację tę potwierdzono jedynie w warunkach eksperymentalnych (Viaene, Abawi 1998). Warto wspomnieć także o możliwym ryzyku, jakie niesie za sobą wysiew facelii w zmianowaniu z ziemniakami, zwłaszcza w uprawie odmian przeznaczonych na cele przetwórcze (frytki, chipsy). Rośliny z rodzaju facelia należą do roślin żywicielskich TRV, z kolei nie są żywicielem dla nicieni z rodzaju *Trichodorus*, jednych z wektorów tego wirusa (Petz 2003). Oznacza to, że producenci ziemniaków wy-

siewający facelię w międzyplonie z jednej strony ochraniają ziemniaki przed krępakami (do której to grupy należą nicienie z rodzaju *Trichodorus* i *Paratrichodorus*), z drugiej zaś narażają się na straty spowodowane pogorszeniem jakości bulw, będące wynikiem działania wirusa.

Właściwości nicieniobójcze ma także wyka kosmata (*Vicia villosa* Roth), która jest uważana za roślinę żywicielską dla ponad 30 gatunków nicieni, m.in. z rodzaju *Meloidogyne* (Smith i in. 2011), *Trichodorus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus* (Duke 1981: za Abawi, Widmer 2000). Badania laboratoryjne Dobosz (2017) wykazały, że nasiona wyki kosmatej mogą unieruchamiać nawet 100% osobników guzaka północnego *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949) w aktywnym stadium J2. Dodatkowo zaobserwowano, że nicienie w obecności wyki w mniejszym stopniu zasiedlają korzenie, a ich cykl rozwojowy zostaje zaburzony. Za regulację tych zjawisk odpowiadają substancje roślinne syntetyzowane przez wykę: alkaloidy i związki fenolowe.

Potencjał allelopatyczny roślin poplonowych wobec nicieni pasożytniczych został udokumentowany także dla innych gatunków z rodziny bobowatych: krotolarii różgowatej – *Crotalaria juncea* L. (Wang i in. 2001) i wspanię wężowatej – *Vigna unguiculata* L. (Wang i in. 2003), lecz rośliny te ze względu na rzadkie pochodzenie nie są popularne w naszym kraju.

Gatunki takie jak rzodkiew oleista (*Raphanus sativus* L.) i gorczyca sarepska (*Brassica juncea* L.) działają jak rośliny-pułapki. Uwalniają przez korzenie substancje – glukozynolany – przekształcane następnie w procesie hydrolizy w aktywne izotiocyjaniany i nitryle (Grabau 2017), które „przyspieszają” wylęg larw nicieni w glebie. Larwy migrują do komórek korzeni roślin, w których próbują się rozwijać. Odmiany rzodkwi oleistej i gorzycy białej odporne na nicienie silnie ingerują w cykl rozwojowy nicieni. Zapobiegają dalszej reprodukcji patogenu, tj. larwy giną bądź rozwijają się tylko w osobniki męskie (Jacobs 2012).

Obecnie prowadzone są intensywne badania nad możliwością i zasadnością wykorzystania gorzycy w biofumigacji (Ramirez i in. 2009), czyli „zwalczaniu szkodników i

patogenów za pomocą antybiologicznych substancji pochodzenia naturalnego w formie dymów i gazów” (Piekarska i in. 2010). Uprawa rzodkwi oleistej w zmianowaniu z ziemniakiem przynosi wiele korzyści. Wysiew rzodkwi w przedplonie dla ziemniaków powoduje znaczny spadek porażenia bulw przez TRV (Kegler i in. 1984 za: Petz 2003). Z kolei pozostawienie jej w postaci nawozu zielonego istotnie ogranicza liczebność nicieni korzeniowych z rodzaju *Trichodorus* sp. w glebie na stanowisku po ziemniakach (Anon 2001). Wprowadzenie do gleby zielonych części rzodkwi przed uprawą ziemniaka powoduje też redukcję liczebności populacji guzaka amerykańskiego (*Meloidogyne chitwoodi*), a tym samym wzrost plonu w porównaniu z obiektem kontrolnym (Araji, Hafez 2011).

Podsumowanie

Dominujący obecnie sposób gospodarowania, polegający często na uproszczeniu płodozmianu bądź niestosowaniu nawożenia organicznego, sprawia, że wysiew specjalnie dobranych gatunków roślin w poplonie podnosi wartość stanowiska. Wzbogacenie gleby w dodatkowe składniki pokarmowe oraz substancję organiczną stanowi niewątpliwie wartość dodaną takich upraw (Grześkiewicz, Trawczyński 1997). Należy pamiętać, że w wielu przypadkach wysiew właściwych gatunków międzyplonowych pełni rolę „oczyszczającą” glebę ze szkodników powodujących choroby i pogorszenie jakości plonów.

Rośliny międzyplonowe polecane do wysiewu na stanowisku przed ziemniakami ograniczają populację szkodliwych nicieni w glebie. Warto mieć jednak na uwadze specyficzność gatunkową roślin wobec konkretnych gatunków i patotypów nicieni. Pomimo tego, że niektóre rośliny są skuteczne wobec określonych szkodników korzeniowych, ich uprawa może stymulować pojawianie się innych szkodliwych nicieni, które nie stanowiły wcześniej zagrożenia. Poznanie dokładnych mechanizmów oddziaływań pomiędzy roślinami międzyplonowymi a nicieniami pozwoli na skuteczne zarządzanie kolejnością gatunków w płodozmianie, tak aby straty ilości i jakości plonów ziemniaka były jak najmniejsze, głównie jeśli chodzi o jakość bulw dla przemysłu spożywczego. Z kolei

pozyskiwanie związków aktywnych, odpowiedzialnych za relacje antagonistyczne, to szansa na produkcję środowiskowo bezpiecznych, naturalnych nematocydów.

Literatura

- 1. Araj A. A., Hafez S. L. 2011.** The Economic and Environmental Impact of Nematode Research and Extension Program on the Idaho Agricultural Industry. Bulletin (University of Idaho. College of Agriculture). Źródło: <http://www.cals.uidaho.edu/edComm/pdf/bul/bul0818.pdf> dostęp 03.02.2017;
- 2. Bird G. W., Wernecke L. G. 1994.** Potato Nematodes. A farm guide to nematode diagnostics and management. Appendix B. Michigan State University. Dostęp: https://www.canr.msu.edu/ent/uploads/files/George_Bird_bio_PDFs/Potato_nematodes.pdf [14.08.2017];
- 3. Botseas D. D., Rowe R. C. 1994.** Development of potato early dying in response to infection by two pathotypes of *Verticillium dahliae* and co-infection by *Pratylenchus penetrans*. – Ecol. Epidemiol. 84 (3): 275-282;
- 4. British Potato Council 2006.** Research Review: Free-Living Nematodes and Spraing. Dostęp: http://www.potato.org.uk/sites/default/files/publication_upload/Free%20Living%20Nematodes%25Aand%20Spraing.pdf [01.10.2017];
- 5. Chrzanowska M., Michalak K., Yin Z. 2014.** Porażenie bulw ziemniaka wirusem nekrotycznej kędzierzawki tytoniu *Tabacco Rattle Virus* (TRV) – problem ciągle aktualny. – Ziemn. Pol. 3: 8-13;
- 6. Daulton R. A. C., Curtis R. F. 1963.** The effects of *Tagetes* spp. on *Meloidogyne javanica* in Southern Rhodesia. – Nematologica 9: 357-362;
- 7. Dmowska E., Winiszewska G., Karnkowski W., Dobosz R., Ilieva-Makulec K., Kornobis F., Skwiercz A., Wiśniewska O. 2013.** Nicienie pasożyty roślin w uprawie ziemniaka – monitoring wciąż niezbędny. [W:] Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Konf. nauk.-szkol. Dźwirzyno, 16-17.05.2013. IHAR-PIB ZNiOZ Bonin: 78-79;
- 8. Dobosz R. 2017.** Wpływ nasion wyki (*Vicia* L.) na zdolność ruchu osobników młodocianych drugiego stadium guzaka północnego (*Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949). [W:] 57. sesja nauk. IOR-PIB, Poznań 10.02.2017. Streszcz. IOR-PIB Poznań: 104;
- 9. Duke J. A. 1981.** Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press, New York cyt. za: Abawi G. S., Widmer T. L. 2000. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. – Appl. Soil Ecol. 15: 37-47;
- 10. Evenhuis A., Korthals G. W., Molendijk L. P. G. 2004.** *Tagetes patula* as an effective catch crop for long-term control of *Pratylenchus penetrans*. – Nematology 6(6): 877-881;
- 11. Franzener G., Martinez-Franzener A. S., Stangarlin J. R., Furlanetto C., Schwan-Estrada K. R. F. 2007.** Protection of tomato plants by *Tagetes patula* aqueous extract against *Meloidogyne incognita*. – Nematol. Bras. 31: 27-36;
- 12. Grabau Z. J., Zar Maung Z. T., Noyes D. C., Baas D. G., Werling B. P., Brainard D. C., Melakeberhan H. 2017.** Effects of Cover Crops on *Pratylenchus penetrans* and the Nematode Community in Carrot Production. – J. Nematol. 49(1): 114-123;
- 13. Grześkiewicz H., Trawczyński C. 1997.** Poplony ścierniskowe jako nawóz organiczny w uprawie ziemniaka. – Biul. Inst. Ziemn. 48(2): 73-82;
- 14. Heinicke D., Zunke U. 1995.** The use of resistant oilradish (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) for the biological control of the cyst nematode *Heterodera schachtii*. [Abstract]. – Nematologica 41: 308, cyt. za Viaene N. M., Abawi G. S. 1998. Management of *Meloidogyne hapla* on Lettuce in Organic Soil with *Sudangrass* as a Cover Crop. – Plant Dis. 82: 945-952;
- 15. Helander C. A., Delin K. 2004.** Evaluation of farming systems according to valuation indices developed within a European network on integrated and ecological arable farming systems. – Eur. J. Agron. 21: 53-67;
- 16. Hooks C. R. R., Wang K. H., Ploeg A., McSorley R. 2010.** Using marigold (*Tagetes* spp.) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. – Appl. Soil Ecol. 46: 307-320;
- 17. Jacobs A. 2012.** Plant Guide for oilseed radish (*Raphanus sativus* L.). USDA-Natural Resources Conservation Service, Booneville Plant Materials Center. Booneville. Źródło: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_PLANTMATERIALS/publications/arpmpcg11828.pdf dostęp: 29.08.2017;
- 18. Karszen G., Bolk R. J., Van Aelst A. C., Van den Beld I., Kox L. F. F., Korthals G., Molendijk L., Zijlstra C., Van Hoof R., Cook R. 2004.** Description of *Meloidogyne minor* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode associated with yellow patch disease in golf courses. – Nematology 6(1): 59-72;
- 19. Kegler H., Fritzsche R., Barchend G. 1984.** Einfluß der Vorfrucht auf die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. – Arch. Barchend G. Phytopathol. Pflanzensch. 20(4): 281-284 cyt. za: Petz Ch. 2003. Trichodorid vectors of serologically distinguishable strains of tobacco rattle tobavirus occurring in Germany and the use of antagonistic plants to suppress „spraing“ disease in potato. PhD thesis. Źródło: [https://ud.interia.pl/html/getattach,mid,5062,mpid,7,uid,214a179_c46dced32,min,0,nd,1,mimetype,application%2Fpdf,TRV%20w%20Niemczech%20-%20doktorska.pdf](https://ud.interia.pl/html/getattach,mid,5062,mpid,7,uid,214a179_c46dced32,min,0,nd,1,mimetype,application%2Fpdf,TRV%20w%20Niemczech%20-%20doktorska.pdf?f=TRV%20w%20Niemczech%20-%20doktorska.pdf) – dostęp: 04.09.2017;
- 20. Kempniński J., Arsenault W. J., Gallant C. E., Sanderson J. B. 2000.** The Effect of Marigolds (*Tagetes* spp.) and Other Cover Crops on *Pratylenchus penetrans* and on Following Potato Crops. – J. Nematol. 32(4S): 531-

- 536; **21. Kochman J., Węgorzek W. 1997.** Ochrona roślin. Plantpresss Kraków: 701; **22. Marahatta S. P., Wang K. H., Sipes B. S., Hooks C. R. R., 2012.** Effects of *Tagetes patula* on Active and Inactive Stages of Root-Knot Nematodes. – *J. Nematol.* 44(1): 26-30; **23. Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., Majcherczak E., Kozera W., Gaj R., Różański S., Jachymska J. 2015.** Znaczenie międzyplonów i mikroelementów w uprawie ziemniaka. – *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 580: 75-83; **24. Pastuszewska T. 2012.** Ochrona ziemniaka przed organizmami kwarantannowymi. [W:] *Produkcja i rynek ziemniaka.* Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 174-181; **25. Petz Ch. 2003.** Trichodorid vectors of serologically distinguishable strains of *tobacco rattle tobnavirus* occurring in Germany and the use of antagonistic plants to suppress „spraying” disease in potato. *Rozpr. dokt. Źródło: <https://ud.interia.pl/html/getattach,mid,5062,mpid,7,uid,85ec3fc840741691,min,0,nd,1,mimetype,application%2Fpdf,/TRV%20w%20Niemczec%20-%20;dok-torska.pdf?f=TRV%20w%20Niem-czech%20-%20dok-torska.pdf>* dostęp 04.09.2017; **26. Piekarska A., Bartoszek A., Namieśnik J. 2010.** Biofumigacja jako alternatywna metoda ochrony roślin. – *Ecol. Chem. Engin. S* 17(4): 527-547; **27. Ploeg A. T., Maris P. C. 1999.** Effect of temperature on suppression of *Meloidogyne incognita* by *Tagetes* cultivars. – *J. Nematol.* 31 709-714; **28. Płaza A. 2004.** Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. – *Ann. UMCS, E Agric.* 59(3), 1327-1334; **29. Pudasaini M. P., Viaene N., Moens M. 2006.** Effect of marigold (*Tagetes patula*) on population dynamics of *Pratylenchus penetrans*, in a field. – *Nematology* 8: 477-484; **30. Ramirez R. A., Henderson D. R., Riga E., Lacey L. A., Snyder W. E. 2009.** Harmful effects of mustard bio-fumigants on entomopathogenic nematodes. – *Biol. Control* 48(2): 147-154; **31. Reynolds L. B., Potter J. W., Ball-Coelho B. R. 2000.** Crop rotation with *Tagetes* sp. is an alternative to chemical fumigation for control of root-lesion nematodes. – *Agron. J.* 92: 957-966; **32. Smith R., Bugg R. L., Gaskel M., Daugovish O., Van Horn M. 2011.** Plant and soil nematodes. [W:] *Cover Cropping for Vegetable Production: A Grower's Handbook:* 51-60; **33. Sztangret-Wiśniewska J. 2007.** Hodowla odpornościowa ziemniaka na mątwiki *Globodera rostochiensis* Woll. i *Globodera pallida* Stone – przegląd literatury. – *Biul. IHAR* 243: 179-190; **34. Szymczak-Nowak J., Nowakowski M. 2000.** Efekt antymątwikowy i plonowanie gorczyca białej, facelii błękitnej i rzodkwi oleistej uprawianych w plonie głównym. – *Rośl. Oleiste* 21(1): 285-291; **35. Tyler J. 1938.** Proceedings of the root-knot nematodes conference held at Atlanta, Georgia, February 4, 1938. *Plant Dis. Rep. Suppl.* 109, 133-151, cyt. za: Pudasaini M. P., Viaene N., Moens M. 2006. Effect of marigold (*Tagetes patula*) on population dynamics of *Pratylenchus penetrans*, in a field. – *Nematology* 8: 477-484; **36. Van Hoff H. A. 1968.** Transmission of Tobacco Rattle Virus By *Trichodorus* Species. – *Nematologica* 14(1): 20-24; **37. Viaene N. M., Abawi G. S. 1998.** Management of *Meloidogyne hapla* on Lettuce in Organic Soil with Sudangrass as a Cover Crop. – *Plant Dis.* 82: 945-952; **38. Walkingshaw C. H., Griffin G. D., Larson R. H. 1961.** *Trichodorus christiei* as a vector of corky ringspot (tobacco rattle virus). – *Phytopathology* 51: 806-808; **39. Wang K. H., Sipes B. S., Schmitt D. P. 2001.** Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus*, and *Tagetes erecta*. – *Nematropica* 31(2): 235-249; **40. Wang K. H., McSorley R., Gallaher R.N. 2003.** Host status and amendment effects of Cowpea on *Meloidogyne incognita* in vegetable cropping systems. – *Nematropica* 33(2): 215-224; **41. Wheeler T. A., Madden L. V., Riedel R. M., Rowe R.C. 1994.** Distribution and yield loss relations of *Verticillium dahliae*, *Pratylenchus penetrans*, *P. scribneri*, *P. crenatus*, and *Meloidogyne hapla* in commercial potato fields. – *Phytopathology* 84: 843-852