



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Occurrence of plant-parasitic nematodes in vineyards of southern Poland

Występowanie nicieni pasożytów roślin w winnicach południowej Polski

Olga Wiśniewska¹, Aleksandra Gralak¹, Łukasz Flis¹, Franciszek Kornobis^{1,2}

Summary

The area of vineyards in Poland is about 350 ha and it is increasing every year. The main viticulture regions are located in southern and western Poland. Most of them are home-garden vineyards and grapes are used for non-commercial produce of vine. Among plant parasitic nematodes there are several species that can be harmful to grapevine. Despite that, up to date there were no studies carried out on the occurrence of those nematodes in Polish vineyards. However, as the popularity of viticulture production in Poland has been increasing, it would be worthwhile to conduct studies on this group of parasitic nematodes. Here we present preliminary results on the occurrence of species from the plant parasitic nematodes families: Criconematidae, Hoplolaimidae, Longidoridae, Paratylenchidae, Telotylenchidae, Trichodoridae and Xiphinematidae. Study was based on 22 soil samples from 8 vineyards located in małopolskie, podkarpackie and świętokrzyskie provinces. Twenty-two species of plant parasitic nematodes were detected: 7 from the family Hoplolaimidae, 6 from both Criconematidae and Telotylenchidae, 2 from Paratylenchidae and 1 from Xiphinematidae. No species from families Longidoridae and Trichodoridae were found.

Key words: plant parasitic constancy of occurrence, nematodes, vineyards, Poland

Streszczenie

W Polsce obszar uprawy winorośli powiększa się z roku na rok i obecnie wynosi około 350 ha, a głównymi rejonami jej uprawy są południowe i zachodnie rejony Polski. W większości są to przydomowe winnice, a zebrane w nich winogrona są wykorzystywane do niekomercyjnej produkcji wina. Wśród nicieni pasożytów roślin jest szereg gatunków, które mogą być groźne dla uprawy winorośli, a dotychczas w Polsce nie prowadzono badań nad występowaniem nicieni w winnicach. W związku z rosnącą popularnością uprawy winorośli w naszym kraju, wskazane jest przeprowadzenie badań nad nicieniami, szczególnie pasożytami, zasiedlającymi te uprawy. W pracy przedstawiono wyniki wstępnych badań nad występowaniem ośmiu rodzin nicieni pasożytów roślin: Criconematidae, Hoplolaimidae, Longidoridae, Paratylenchidae, Telotylenchidae, Trichodoridae i Xiphinematidae. Badania oparto o 22 próby gleby pobrane w 8 winnicach z terenu trzech województw: podkarpackiego, małopolskiego i świętokrzyskiego. W badanym materiale stwierdzono występowanie 22 gatunków nicieni pasożytów roślin: 7 z rodziny Hoplolaimidae, po 6 z rodzin Criconematidae i Telotylenchidae, 2 z rodziny Paratylenchidae i 1 gatunek z rodziny Xiphinematidae. Nie stwierdzono występowania gatunków z rodzin Longidoridae i Trichodoridae.

Słowa kluczowe: nicienie pasożyty roślin, winnice, Polska

¹ Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk
Wilcza 64, 00-679 Warszawa
owisniewska@miiz.waw.pl; agralak@miiz.waw.pl; flis@miiz.waw.pl

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Wieniawskiego 1, 61-712 Poznań
kornobis@amu.edu.pl

Wstęp / Introduction

W ostatnim dziesięcioleciu powierzchnia upraw winorośli w Polsce wzrosła ponad dwukrotnie i obecnie wynosi ponad 350 hektarów (GUS 2010). Uprawy tej rośliny zlokalizowane są głównie w województwach: podkarpackim, małopolskim i świętokrzyskim. W większości są to przydomowe winnice, dostarczające winogrona do niekomercyjnej produkcji wina.

Nicień pasażerów roślin są poważnym zagrożeniem dla upraw winorośli (Manachini i Landi 2003). Ponad 300 gatunków nicieni stwierdzono w ryzosferze tej rośliny (Bello i wsp. 2004), a ich powszechne występowanie jest często kojarzone z obniżonym plonowaniem winorośli (Pinkerton i wsp. 1999). Według Ferrisa i McKenry'ego (1975), zależność pomiędzy liczebnością nicieni w glebie a ich szkodliwością dla roślin ma związek z takimi czynnikami, jak: wiek uprawy, występowanie dodatkowych stresów biotycznych i abiotycznych. Bezpośrednia szkodliwość nicieni pasażerów roślin polega na mechanicznym uszkodzeniu komórek za pomocą sżyletu. Pośrednim niekorzystnym objawem żerowania nicieni są wtórne zakażenia bakteryjne i grzybowe, a także choroby wirusowe, ponieważ niektóre gatunki nicieni są wektorami wirusów roślinnych (Lišková i wsp. 2007). Głównymi wektorami chorób wirusowych na winorośli są nicienie z rodzaju *Xiphinema* (*X. diversicaudatum* Micoletzky, 1927, *X. index* Thorne & Allen, 1950, *X. italiae* Meyl, 1953, *X. americanum* Cobb, 1913, *X. coxi* Tarjan, 1964). Do wirusów najczęściej przenoszonych przez te nicienie należą: *Arabis mosaic virus* (wirus mozaiki gęsiówki), *Tobacco ringspot virus* (wirus pierścieniowej plamistości tytoniu), *Grapevine fanleaf virus*, *Tomato ringspot virus*, *Grapevine chrome mosaic virus* (Lamberti i wsp. 1975).

W dostępnej literaturze brak jest informacji o nicieniach zasiedlających polskie winnice. Celem badań była wstępna ocena występowania nicieni pasażerów roślin, należących do rodzin: Cricematidae, Hoplolaimidae, Longidoridae, Paratylenchidae, Telotylenchidae, Trichodoridae i Xiphinematidae, w ryzosferze winorośli (*Vitis vinifera*) w winnicach zlokalizowanych na południu Polski.

Materiały i metody / Materials and methods

Próby glebowe pobrano w sezonie wegetacyjnym, w 2012 roku, w ośmiu winnicach, w województwach: małopolskim, świętokrzyskim oraz podkarpackim. W sumie z ryzosfery winorośli pobrano 22 próby gleby. 14 prób pochodziło z województwa podkarpackiego, 6 z małopolskiego, a 2 z świętokrzyskiego. Do poboru prób używano laski glebowej o średnicy 4 cm. Próby pobrano do głębokości 30 cm, waga każdej z nich wahała się od 1 do 1,5 kg.

Nicień ekstrahowano metodą wirówkową (van Bezooijen 2006). Z otrzymanego ekstraktu wysegregowano nicienie z pięciu rodzin: Cricematidae, Hoplolaimidae, Paratylenchidae, Telotylenchidae oraz Xiphinematidae. Nicienie zabito i po utrwaleniu wykonano z nich

preparaty metodą Seinhorsta (1962). Nicienie oznaczano na podstawie morfologii i morfometrii do gatunku przy użyciu kluczy autorstwa Loofa i Luca (1990), Brzeskiego (1998) oraz Andrassyego (2007). Niektóre z nicieni zostały oznaczone jedynie do rodzaju. Spowodowane było to różnicami w morfologii lub morfometrii w zestawieniu z dotychczasowymi opisami gatunków.

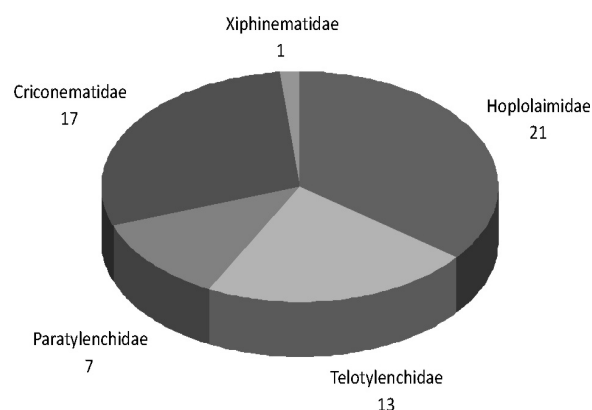
Dla każdego gatunku wyliczono wskaźnik stałości występowania (C) – stosunek liczby prób glebowych, w których wystąpił określony gatunek (Na) do ogólnej liczby pobranych prób (N) wyrażony w procentach.

$$C = \frac{Na}{N} \times 100\%$$

Typ stałości określano według skali Tischlera (Trojan 1981): gatunki przypadkowe 0–25%, gatunki akcesoryczne 26–50%, gatunki stałe 51–75%, gatunki absolutnie stałe 76–100%.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Z pobranych 22 prób do gatunku oznaczono 703 osobniki nicieni. Analiza badanego materiału wykazała, że najwięcej prób zawierało gatunki z rodziny Hoplolaimidae. Gatunki z rodzin Cricematidae i Telotylenchidae wystąpiły w ponad połowie prób. Przedstawiciele Paratylenchidae odnotowano zaledwie w kilku próbach, a Xiphinematidae tylko w jednej (rys. 1). Z rodziny Hoplolaimidae stwierdzono 7 gatunków, z Telotylenchidae i Cricematidae po 6 gatunków. Rodzina Paratylenchidae była reprezentowana przez 2 gatunki, a Xiphinematidae przez 1 gatunek (tab. 1).



Rys. 1. Liczba prób, w których stwierdzono występowanie nicieni z badanych rodzin

Fig. 1. Number of samples with nematodes of analyzed families

Analiza wartości wskaźnika stałości występowania (C) wyliczonego dla każdego gatunku wskazuje, że najbardziej stałymi były nicienie należące do rodzin Hoplolaimidae i Cricematidae. Najwyższą wartość C wyliczono dla *Rotylenchus robustus* – 54,5%, co pozwala zaklasyfikować go według skali Tischlera do grupy gatunków stałych.

Tabela 1. Gatunki nicieni należące do badanych rodzin występujące w winnicach Polski południowej wraz ze stałością występowania

Table 1. Species of nematodes belonging to analyzed families occurring in vineyards in southern Poland with constancy of occurrence

Nazwa gatunkowa nicienia Name of nematode species	C [%]
<i>Helicotylenchus canadensis</i> Waseem, 1961	40,9
<i>H. digonicus</i> Perry, 1959	36,4
<i>H. vulgaris</i> Yuen, 1964	36,4
<i>H. varicaudatus</i> Yuen, 1964	13,6
<i>Helicotylenchus</i> sp.	13,6
<i>Rotylenchus robustus</i> (De Man, 1876)	54,5
<i>R. pumilus</i> (Perry, 1959)	4,5
<i>Bitylenchus</i> sp.	31,8
<i>Amplimerlinius macrurus</i> (Goodey, 1932)	31,8
<i>Trophurus imperialis</i> Loof, 1956	4,5
<i>Merlinius brevidens</i> (Allen, 1955)	9,1
<i>M. microdorus</i> (Geraert, 1966)	4,5
<i>M. nothus</i> (Allen, 1955)	4,5
<i>Crossonema</i> sp.	4,5
<i>Mesocriconema xenoplax</i> (Raski, 1952)	27,3
<i>M. curvatum</i> (Raski, 1952)	31,8
<i>M. rusticum</i> (Micoletzky, 1915)	9,1
<i>Criconemoides informis</i> (Micoletzky, 1922)	31,8
<i>Xenocriconemella macrodora</i> (Tylor, 1936)	4,5
<i>Paratylenchus nanus</i> Cobb, 1923	13,6
<i>P. projectus</i> Jenkins, 1956	9,1

C – stałość występowania – constancy of occurrence

Hoplolaimidae

Gatunki nicieni z rodzajów *Helicotylenchus* i *Rotylenchus* występują powszechnie w glebach upraw winorośli. Były stwierdzane zarówno w winnicach europejskich (Antoniou 1981; Teliz i wsp. 2007), jak i na bliskim wschodzie (Ehwaeti 2009), w Australii (Nicol i wsp. 1999; Bélair i wsp. 2001) oraz w Wenezueli (Crozzoli 2009). W przeprowadzonych badaniach odnotowano obecność pięciu gatunków *Helicotylenchus*: *H. digonicus*, *H. vulgaris*, *H. canadiensis*, *H. varicaudatus* i *Helicotylenchus* sp. Trzy pierwsze zakwalifikowano do gatunków akcesorycznych, zaś *H. varicaudatus* jako gatunek przypadkowy. Zarówno *H. digonicus*, jak i *H. vulgaris* były stwierdzane w uprawie winorośli w Hiszpanii (Teliz i wsp. 2007), w Szwajcarii (Güntzel i wsp. 1987) oraz w Iranie (Deimi i Mitkowski 2010). O występowaniu *H. varicaudatus* i *H. canadiensis* w glebie upraw winorośli w literaturze nie ma żadnych informacji. Wielu badaczy stwierdzało obecność *H. pseudorobustus* w winnicach (Güntzel i wsp. 1987; Pinkerton i wsp. 1999; Teliz i wsp. 2007; Deimi i Mitkowski 2010). Pomimo, że gatunek ten powszechnie występuje w rozmaitych uprawach w Polsce (Brzeski 1998) w wykonanych badaniach nie został znaleziony w żadnej z prób.

Rzadziej, zarówno w literaturze, jak i w niniejszych badaniach, notowano występowanie nicieni z rodzaju *Rotylenchus*. W badaniach własnych *R. robustus* był gatunkiem stałym (C = 54,5%), natomiast *R. pumilus* był gatunkiem przypadkowym (C = 4,5 %) (tab. 1). Z danych z europejskich winnic wynika, że notowano w nich różne gatunki z rodzaju *Rotylenchus* (Antoniou 1981; Cantalapiedra-Navarrete i wsp. 2012). Występujące w polskich winnicach *R. robustus* i *R. pumilus* były wykazywane jedynie w winnicach w Szwajcarii (Güntzel i wsp. 1987).

Telotylenchidae

Zróżnicowanie gatunkowe w obrębie rodziny Telo-tylenchidae wynoszące 6 gatunków, było podobne do zróżnicowania w poprzednio omówionej rodzinie Hoplolaimidae. Najpowszechniejszy z Telotylenchidae: *Bitylenchus* sp. według skali Tischlera zaliczono do gatunków akcesorycznych (C = 31,8%), pozostałe zakwalifikowano do grupy gatunków przypadkowych.

Stwierdzone w polskich uprawach winorośli: *Merlinius brevidens*, *M. microdorus* i *Amplimerlinius macrurus* notowano dotychczas w winnicach w Szwajcarii (Güntzel i wsp. 1987) i na Cyprze (Antoniou 1981).

Criconematidae

W badanych próbach stwierdzono obecność gatunku *Mesocriconema xenoplax*, który powszechnie występuje w winnicach na całym świecie. Był najliczniej występującym nicieniem w winnicach w Szwajcarii (Güntzel i wsp. 1987), Hiszpanii (Pinochet i Cisneros 1986) oraz Francji (Scotto-La Masse i wsp. 1973). Występowanie tego gatunku wykazano również w Australii (Walker 1995) oraz we Włoszech (Ambrogioni i wsp. 1980). W Niemczech odnotowano go w 75% prób pobranych z tamtejszych upraw winorośli (Weischer 1961), a w Oregonie (Stany Zjednoczone) wystąpił on w 85% prób glebowych, pobranych z 70 winnic (Pinkerton i wsp. 1999). W badaniach własnych stałość występowania dla *M. xenoplax* wyniosła zaledwie 27,3%, co świadczy o tym, że w winnicach w Polsce gatunek ten jest znacznie mniej rozpowszechniony niż w uprawach winorośli w innych krajach. Kolejnymi gatunkami z tej rodziny, obecnymi w polskich winnicach, są: *M. curvatum* i *Criconemoides informis*, których stałość występowania wyniosła po 31,8%. Pozostałe dwa gatunki: *Xenocriconemella macrodora* i *M. rusticum*, według skali Tischlera, zaliczono do gatunków przypadkowych. W winnicach w Szwajcarii także stwierdzono występowanie: *M. rusticum* oraz *C. informis* (Güntzel i wsp. 1987).

Paratylenchidae

Paratylenchidae to kolejna rodzina, której przedstawicieli odnotowano w przeprowadzonych badaniach. Wartość współczynnika stałości wyliczona dla dwóch gatunków stwierdzonych w polskich winnicach: *Paratylenchus projectus* i *P. nanus* pozwoliła zaliczyć je do gatunków przypadkowych. Wyniki badań Bélair i wsp. (2001) wskazują na to, że nicienie z rodzaju *Paratylenchus* są bardziej powszechne w kanadyjskich uprawach

winorośli niż w polskich. W winnicach Quebecu nicienie z tego rodzaju stwierdzono w 85% prób.

Xiphinematidae

Nicienie z rodziny Xiphinematidae charakteryzują się istotnym, negatywnym znaczeniem dla uprawy winorośli. Znaczenie to wynika zarówno z pasożytowania samych nicieni, jak i faktu, że mogą być wektorami wirusów roślin. Dlatego ich występowaniu i diagnostyce w winnicach poświęcono liczne badania, a spośród prowadzonych w warunkach klimatycznych zbliżonych do warunków polskich można wymienić te z terenu: Niemiec (Hübschen i wsp. 2004), Czech (Kumari 2004; Kumari i wsp. 2005) i Słowacji (Lišková 1997). W badaniach własnych jedynie w jednej próbie wystąpił jej przedstawiciel – *Xiphinema vuittenezi*. Kumari i wsp. (2005) stwierdzili występowanie tego samego gatunku w 27 z 29 przebadanych winnic w Czechach.

W badanych winnicach nie stwierdzono *Xiphinema diversicaudatum* ani żadnego przedstawiciela z rodzin: Longidoridae i Trichodoridae, które przenoszą wirusy roślinne.

Przedstawione badania mają charakter pilotażowy, a przebadano osiem winnic. Dlatego konieczna jest kontynuacja badań nematologicznych nad winnicami Polski

w celu wyjaśnienia różnic w danych literaturowych w stosunku do tych, przedstawionych powyżej.

Wnioski / Conclusions

1. W badanych winnicach stwierdzono występowanie 22 gatunków nicieni pasożytów roślin należących do rodzin: Cricematidae, Hoplolaimidae, Paratylenchidae, Telotylenchidae i Xiphinematidae.
2. Z powyższych wyników do gatunków stałych można zaliczyć tylko *R. robustus*.
3. *M. xenoplax* w winnicach w Polsce występuje rzadziej, niż w uprawach winorośli w innych krajach.
4. Tylko w jednej próbie stwierdzono występowanie przedstawiciela rodziny Xiphinematidae – *X. vuittenezi*.
5. Nie stwierdzono występowania przedstawicieli rodzin: Longidoridae i Trichodoridae.
6. Pozostałe gatunki: *H. varicaudatus*, *H. canadiensis*, *Trophurus imperialis*, *Merlinius nothus*, *Xenocriconemella macrodora* znalezione w badanych próbach nie zostały wykazane z innych winnic.
7. Otrzymane wyniki wskazują na konieczność prowadzenia dalszych badań mających na celu ustalenie składu gatunkowego nicieni w winnicach Polski.

Literatura / References

- Ambrogioni L., D'Ericco F.P., Palmisano A.M., Talamé M. 1980. Nematodi Cricematidae dei vigneti italiani. Atti Giornate Nematologiche, Ascoli, Piceno, Italy: 46–57.
- Andrássy I. 2007. Free-living Nematodes of Hungary (Nematoda Errantia) Volume II. Hungarian Natural History Museum and Systematic Zoology Research Group of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 496 pp.
- Antoniu M. 1981. A Nematological survey of Vineyards in Cyprus. Nematol. Medit. 9: 133–137.
- Bélair G., Dauphinais N., Fournier Y., Mauléon H. 2001. Survey of plant-parasitic and entomopathogenic nematodes in vineyards of Quebec. Phytoprotection 82: 49–55.
- Bello A., Arias M., López-Pérez J.A., Gracia-Álvarez A., Fresno J., Escuer N., Arcos S.C., Lacasa A., Sanz R., Gómez P., Díez-Rojo M.A., Piedara Buena A., Goitia G., De la Horra J.L., Martínez C. 2004. Biofumigation, fallow and nematode management in Vineyard replant. Nematropica 34 (1): 53–64.
- Brzeski M.W. 1998. Nematodes of Tylenchina in Poland and temperate Europe. Wyd. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, 399 pp.
- Cantalapiedra-Navarrete C., Liebanas G., Archidona-Yuste A., Palomares-Rius J., Castillo P. 2012. Molecular and morphological characterisation of *Rotylenchus vitis* n. sp. (Nematoda: Hoplolaimidae) infecting grapevine in southern Spain. Nematology 14 (2): 235–247.
- Crozzoli R. 2009. Nematodes of tropical fruit crops in Venezuela. p. 63–83. In: "Integrated Management of Fruit Crops and Forest Nematodes" (A. Ciancio, K.G. Mukerji, eds). Springer, 358 pp.
- Deimi A.M., Mitkowski N. 2010. Nematodes associated with vineyards throughout Markazi Province (Arak), Iran. Australas. Plant Pathol. 39 (6): 571–577.
- Ehwaeti M.E. 2009. Occurrence and distribution of parasite nematodes associated with different host plants in Libya: a review. Arab. Plant Prot. 27 (2): 199–209.
- Ferris H., McKenry M.V. 1975. Relationship of grapevine yield and growth to nematode densities. J. Nematol. 7 (3): 295–304.
- GUS 2010. Powszechny Spis Rolny 2010. Uprawy ogrodnicze. Opracowanie publikacji GUS, Grupa Robocza ds. PSR 2010. Warszawa, 130 ss.
- Güntzel O., Klingler J., Delucc V. 1987. Tylenchids (Nematoda) extracted from soil of Swiss vineyards north of the Alps. Revue Nématol. 10 (3): 361–368.
- Hübschen J., Kling L., Ipach U., Zinkernagel V., Bosselut N., Esmenjaud D., Neilson R. 2004. Validation of the specificity and sensitivity of species-specific primers that provide a reliable molecular diagnostic for *Xiphinema diversicaudatum*, *X. index* and *X. vuittenezi*. Eur. J. Plant Pathol. 110 (8): 779–788.
- Kumari S. 2004. The occurrence of *Xiphinema vuittenezi*, *X. pachtaicum* and *Longidorus leptoccephalus* (Nematoda: Dorylaimida) in the Central Czech Republic. Helminthologia 41 (2): 103–108.
- Kumari S., Polák J., Choutka R. 2005. Plant-parasitic nematodes of the genus *Xiphinema* (Nematoda: Longidoridae) in the vineyards of the Czech Republic. Nematology 7 (1): 81–93.

- Lamberti F., Taylor C.E., Seinhorst J.W. 1975. Nematode Vectors of Plant Viruses. Series A: Life Sciences, Vol. 2. Plenum Publishing Corporation London, New York, 460 pp.
- Lišková M. 1997. Nematodes of the family Longidoridae in the vineyards of Slovakia – the identification keys of the genus *Longidorus*, *Paralongidorus* and *Xiphinema*. Ochrana Rostlin 33 (3): 203–212.
- Lišková M., Sasanelli N., D'Addabbo T. 2007. Some notes on the plant parasitic nematodes on fruit trees in Slovakia. Plant Prot. Sci. 43 (1): 26–32.
- Loof P.A., Luc M. 1990. A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) with exclusion of the *X. americanum*-group. Sys. Parasitol. 16 (1): 35–66.
- Manachini B., Landi S. 2003. Plant parasitic nematodes in Vineyards under different agricultural management. Integrated protection and production in viticulture (appendix). IOBC/WPRS Bull. 26 (8–1): 15–20.
- Nicol J.M., Stirling G.R., Rose B.J., May P., van Heeswijck R. 1999. Impact of nematodes on grapevine growth and productivity: current knowledge and future directions, with special reference to Australian viticulture. Austral. J. Grape Wine Res. 5 (3): 109–127.
- Pinkerton J.N., Forge T.A., Ivores K.L., Ingham R.E. 1999. Plant-parasitic nematodes associated with grapevines, *Vitis vinifera*, in Oregon Vineyards. Suppl. J. Nematol. 31 (4S): 624–634.
- Pinochet J., Cisneros T. 1986. Seasonal fluctuations of nematode populations in three Spanish vineyards. Revue Nématol. 9: 391–398.
- Scotto-La Massese C., Marenaud C., Dunez J. 1973. Analyse d'un phénomène de dégénérescence du pècher dans la Vallée de l'Eyreux. Comptes Rendus Agricole de l'Académie, France 59: 327–339.
- Seinhorst J.W. 1962. On the killing, fixation and transferring to glycerin of nematodes. Nematologica 8 (1): 29–32.
- Teliz D., Landa B.B., Rapoport H.F., Camacho F.P., Jimenez-Diaz R.M., Castillo P. 2007. Plant-parasitic nematodes infecting grapevine in Southern Spain and susceptible reaction to root-knot nematodes of rootstocks reported as moderately resistant. Plant Dis. 91 (9): 1147–1154.
- Trojan P. 1981. Ekologia biocenoz. s. 285–389. W: „Ekologia Ogólna” (W. Jarosławska). Wyd. IV. PWN, Warszawa, 420 ss.
- van Bezooijen J. 2006. Methods and techniques for nematology. Wageningen University Plant Sciences, Wageningen, 112 pp.
- Walker G. 1995. Nematodes associated with grapevine foundation plantings at Loxon. Austral. Grapegrower Winemaker 381: 34–40.
- Weischer B. 1961. Nematoden im Weinbau. Weinberg und Keller 8: 33–49.