

Vergleichende Untersuchung der bodenbewohnenden Nematodenfauna von mit der Wurzelreblaus (*Viteus vitifoliae* Fitch) befallenen Weinreben (*Vitis* spp.)

M. HOSCHITZ¹⁾ und H. REISENZEIN²⁾

¹⁾ Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenschutz, Wien, Österreich

²⁾ Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien, Österreich

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde die Diversität und die Gemeinschaftszusammensetzung von Nematoden und mögliche Korrelationen zwischen ihrem Vorkommen und dem Auftreten der Reblaus (*Viteus vitifoliae*) an Weinreben (*Vitis* spp.) untersucht. Die Weinreben waren auf verschiedene Unterlagen gepfropft bzw. als Direktträger gepflanzt. Erdproben und Wurzelproben wurden an 7 Standorten in verschiedenen österreichischen Weinbaugebieten (Weinviertel, Neusiedlersee, Südburgenland, Südoststeiermark) gezogen. Der Reblausbefall an den Feinwurzeln und die Nematodenfauna wurden bestimmt.

Insgesamt konnten 58 Nematodengattungen aus 37 Familien, die im Wurzelbereich der Weinreben leben, identifiziert werden. Die mittleren Dichten der Nematoden lagen in den untersuchten Weingärten bei 342–444 Individuen pro 100 g Erde. Die Diversität, die Evenness, der Maturity Index (MI) und der Plant Parasite Index (PPI) waren an den Standorten annähernd gleich. Sie zeigten auch keine signifikanten Unterschiede zwischen reblausbefallenen und nicht befallenen Weinreben. Von den gefundenen Ernährungstypen (Bakterienfresser, Räuber, Allesfresser, Pflanzenparasiten, Pilzhyphensauger) erwiesen sich die pflanzenparasitären Nematoden als die dominante Gruppe. Pflanzenparasitische Nematoden wurden generell in allen Weingärten gefunden, wobei die Arten *Helicotylenchus digonicus*, *Helicotylenchus vulgaris*, *Paratylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Mesocriconema xenoplax*, *Tylenchorhynchus dubius* und *Xiphinema vuittenezi* am häufigsten gefunden wurden. Von allen Pflanzenparasiten zeigte nur die Gattung *Helicotylenchus* eine Korrelation mit dem Reblausbefall. Sie kam signifikant häufiger an reblausbefallenen Weinreben vor. Darüber hinaus trat diese Gattung an manchen Orten in Dichten von bis zu 680 Tieren pro 100 g Erde auf.

Comparative study of the soil-living nematofauna associated with vine (*Vitis* spp.) infested with phylloxera (*Viteus vitifoliae* Fitch)

The diversity and the community structure of nematodes, and the correlation between the occurrence of nematodes and the infestation of grapevines (*Vitis* spp.) with grape

phylloxera (*Viteus vitifoliae*) were studied. Grapevines ungrafted and grafted to different rootstocks were planted and samples of roots and soil were collected at 7 sites in the Austrian vine growing regions Weinviertel, Neusiedlersee, Südburgenland, and Südoststeiermark. The formation of nodosities on rootlets and the nematode fauna were examined.

A total of 58 nematode genera (37 families) were found to be associated with grapevines. Mean nematode abundance in the 7 vineyards ranged from 342 to 444 individuals per 100 g soil. Diversity indices, mean evenness, Maturity Index (MI), and Plant Parasite Index (PPI) were nearly identical among sites and no significant differences were found between phylloxera-infested and non-infested rootstocks. Looking at the trophic structure given by feeding types (bacteriovores, carnivores, omnivores, plant parasites, fungivores) the plant parasitic nematodes were the dominant feeding group; they were detected in all vineyards. *Helicotylenchus digonicus*, *Helicotylenchus vulgaris*, *Paratylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Mesocriconema xenoplax*, *Tylenchorhynchus dubius* and *Xiphinema vuittenezi* were the most frequent plant parasitic nematodes. *Helicotylenchus* was the only nematode genera correlated with phylloxera infestation. The genera *Helicotylenchus* showed significantly higher abundances at rootstocks infested with phylloxera and at some sites its abundance was up to 680 individuals per 100 g soil.

Key words: nematodes, diversity, phylloxera

Einleitung

Die Reblaus (*Viteus vitifoliae* Fitch, Syn. *Viteus vitifolii* (Shimer), *Dactylosphaera vitifoliae* Fitch) wurde 1872 erstmals in Österreich in Klosterneuburg nachgewiesen. Von hier aus verbreitete sie sich in alle anderen österreichischen Weinbaugebiete und verursachte in den darauf folgenden Jahrzehnten katastrophale Schäden. Durch Verwendung von reblautoleranten Unterlagsreben, wie Kober 5BB, SO4 und C5, versank die Reblaus im österreichischen Rebschutz in die Bedeutungslosigkeit.

Ein verstärktes Auftreten der Blattrreblaus an verwilderten Unterlagsreben und an anfälligen Europäerreben wurde ab 1998 in österreichischen Anlagen wiederholt beobachtet

(REDL 1999). Im Jahr 2000 wurde eine Massenvermehrung der Wurzelreblaus und die Bildung von Nodositäten an toleranten Unterlagensorten festgestellt (POLESNY und REISENZEIN 2000).

Das Ausmaß einer möglichen Bedrohung für den österreichischen Weinbau wurde durch umfangreiche Untersuchungen erhoben. Ein Teilaspekt dieser Untersuchungen waren mögliche Wechselwirkungen zwischen der Reblaus und anderen Organismen der Pedobiozönose. Einen Schwerpunkt bei dieser Untersuchung stellten die Nematoden (Fadenwürmer) dar.

Pflanzenparasitäre Nematoden sind weltweit in Weinärten verbreitet und führen nicht selten zur Schädigung der Pflanzen bis hin zu massiven Ernteverlusten. Phytoparasitäre Nematoden an Reben können zu direkten Schädigungen durch ihre Saugtätigkeit an den Wurzeln und zu indirekten Schädigungen durch Schwächung der Pflanzen und einer Erhöhung des Befallsrisikos mit Schwächeparasiten wie z.B. phytopathogenen Pilzen (*Fusarium*-Arten, *Roesleria hypogaea*) oder Bakterien führen. Sie treten aber auch als Sekundärparasiten auf (DECKER 1981). Eine weitere Form der indirekten Schädigung ist durch die Übertragung von NEPO-Viren gegeben (DECKER 1981, BROWN *et al.* 1993). Von Bedeutung sind vor allem die *Longidorus*- und *Xiphinema*-Arten. Im Weinbau kommt der Art *Xiphinema index* als Überträger von GFLV (Grapevine fanleaf virus) eine besondere Bedeutung zu (HEWITT *et al.* 1958, TAYLOR und ROBERTSON 1975, KLINGER und ZWICKY 1981, ESMENJAUD *et al.* 1992). Im Feld macht sich der Nematodenbefall durch herdartige Wuchsschwäche der Stöcke und Ertragsrückgang bemerkbar (KAUFHOLD 1963).

Ziel dieser Studie war die Erhebung der im Wurzelbereich von Weinreben lebenden Nematodenfauna, die mit der Reblaus (*Dactylospheera vitifoliae*) befallen waren, da in der Literatur Hinweise auf ein vermehrtes Auftreten von Nematoden bei Befall der Rebwurzeln mit anderen Schadorganismen vorliegen (NIEDER 1987). Ein Vergleich der Nematodengemeinschaften von reblausbefallenen und nicht befallenen Weinreben wurde durchgeführt.

Weingärten mit unterschiedlichen Bodentypen wurden auf ihren Reblausbefall überprüft und deren Nematodenbesatz untersucht. Die Nematodengemeinschaften wurden bezüglich ihrer Abundanz, Familienzusammensetzung, Ernährungs- und Lebensstrategietypen verglichen.

Material und Methoden

Ein Feldmonitoring zur Erhebung des Wurzelreblausbefalls wurde durchgeführt. Maßgebliche Auswahlkriterien für die Standorte waren geographische und bodenkundliche Aspekte. Die Standorte wurden bodenkundlich genau beschrieben und repräsentieren typische Vertreter von Weinbauböden. In den Versuchsjahren 2001 und 2002 wurden insgesamt 7 Weingärten mit unterschiedlichen Rebsorten und Unterlagensorten untersucht (Tab. 1).

Untersuchung des Wurzelreblausbefalls: Zur Erhebung des Reblausbefalls wurden an den ausgewählten Standorten pro Versuchsfläche je 10 Weinre-

ben zufällig ausgewählt. Aus ca. 30 cm Tiefe wurden Feinwurzeln der Reben entnommen und mit einem 5-klassigen Boniturschema makroskopisch bewertet. Die Befallsklasse 0 repräsentiert die befallsfreie Klasse, 1 einen beginnenden Reblausbefall, bei dem sich nur vereinzelt kleine Nodositäten zeigen. Die Befallsklassen 1-4 differenzieren sich in leichten, mittleren und starken Reblausbefall, abhängig von der Qualität und Quantität der Nodositäten.

Zur Beobachtung der Populationsdynamik wurden auf den Standorten während der Vegetationsperiode (Mai bis September) monatlich Proben entnommen.

Nematodenprobenahme: Die Probenahme in den 7 für die Nematodenuntersuchung geeigneten Weingärten fanden in monatlichen Intervallen von Mai bis August in den Jahren 2001 und 2002 statt. Pro Weingarten wurden an jeweils 10 Weinreben Proben genommen. Hierzu wurde der Rebstock mit einem Spaten bis in eine Tiefe von maximal 40-50 cm von mehreren Seiten angegraben. Mehrere kleinere Erdproben, vor allem aus dem Feinwurzelbereich des Stockes wurden gezogen bis eine Gesamtmenge von etwa 500 g Erde pro Stock erreicht war. Im Jahr 2001 wurden zusätzlich zu den Bodenproben Wurzelproben genommen. Die Erde und die Wurzelstücke wurden in Plastiksäcken gesammelt und in Kühltaschen in das Labor zur weiteren Bearbeitung gebracht. Nach erfolgter Reblausbonitur wurden von den 10 pro Standort untersuchten Weinreben die Bodenproben von jeweils zwei am stärksten und nicht bzw. am schwächsten befallenen Proben für die Identifizierung der Nematoden herangezogen. Im Jahr 2002 wurde die Probenmenge von jeweils 2 auf 3 Proben pro Standort erhöht. Die Extraktion der Nematoden erfolgte mittels eines Oostenbrink-Elutriators (OOSTENBRINK 1960) und anschließend mittels der leicht modifizierten Baermann-Methode (BAERMANN 1917). Für die Extraktion der Bodennematoden wurde von den 500 g gut durchmischter Erde ein Aliquot von 100 g verwendet. Die Bodenproben wurden ca. 10 min. im Oostenbrink Elutriator gespült. Die Nematoden wurden anschließend mittels eines Siebsatzes, bestehend aus zwei Sieben (Porengröße 80 µm) und eines weiteren Siebsatzes, bestehend aus einem 125 µm Sieb, einem 100 µm Sieb und einem 38 µm Sieb aufgefangen. Der auf den 100 µm und 125 µm Sieben befindliche Rückstand wurde auf große Nematoden (*Longidoridae*) untersucht, die restlichen kleineren Nematoden, die im 38 µm Sieb aufgefangen wurden, wurden anschließend auf ein Sieb mit Kleenextuch gebracht und in eine mit Wasser gefüllte Schale gestellt. Nach 24 h wurde das Sieb aus der Schale genommen und die sich im Wasser befindlichen Nematoden bestimmt.

Für die Erhebung der in und an der Wurzel lebenden Nematoden wurden von den gesammelten Wurzelstücken je 2.5 g unter fließendem Wasser gründlich von Erdresten gesäubert, in kleine Stückchen geschnitten und für 48 h in eine mit Wasser gefüllte Petrischale gelegt. Die Bestimmung der Nematoden erfolgte unter dem Phasenkontrastmikroskop anhand morphologischer Merkmale. Folgende Bestimmungsschlüssel wurden zur Identifikation herangezogen: BONGERS (1988), JAIRAJPURI (1992), MAI *et al.* (1996) und LISKOVA (1997).

Die ökologische Klassifizierung erfolgte durch Ermittlung des Shannon-Wiener Index (KREBS 1989) und der

Tabelle 1

Wichtige Charakteristika der untersuchten Weingärten
 Important characteristics of the investigated vineyards

Bundesland/ Weinbaugebiet	Standort/ Bezeichnung	Edelreis- und Unterlagsorten	Bodentyp	Wasser- und Humusver- hältnisse
Niederösterreich/ Weinviertel	Retz/ S01	St. Laurent/ Kober 5BB und 5C	Entkalkter TschernoSEM	Trocken bis mäßig feucht, tief humos
Niederösterreich/ Weinviertel	Großmugl/ S02	Zweigelt/ Kober 5BB	Kalkhaltiger Kulturrehoboden	Trocken bis mäßig feucht, schwach humos
Burgenland/ Neusiedlersee	Gols/ S03	Zweigelt/ Kober 5BB	Versalzte, karbonathaltige Feuchtschwarzerde	Gut versorgt, tief humos
Burgenland/ Neusiedlersee	Frauenkirchen/ S04	Zweigelt/ Kober 5BB	TschernoSEM	Sehr trocken, schwach humos bis mittelhumos
Steiermark/ Südoststeiermark	Straden/ S05	Muskateller, Sauvignon/ Blanc/S04	Kalkfreie Lockersediment- Braunerde	Mäßig trocken, mittelhumos
Burgenland/ Südburgenland	Deutsch- schützen/ S06	Zweigelt/ Kober 5BB	Pseudogley	Trocken bis mäßig feucht, mittelhumos
Burgenland/ Südburgenland	Eltendorf/ S07	Ottello (wurzelecht)	Kalkfreie Lockersediment- Braunerde	Sehr trocken, mittelhumos

Evenness (MAGURRAN 1988). Der Shannon-Wiener Index (H') gibt Auskunft über die Diversität der Nematoden. Je höher H' ist, umso diverser ist die Nematodengemeinschaft. Die Evenness (J') gibt die Verteilung der Häufigkeiten wieder. J' kann zwischen 0 und 1 liegen. Ein niedriger Evenness-Wert bedeutet, dass nur wenige dominante Arten vorhanden sind. Der Wert 1 hingegen bedeutet, dass alle Arten gleich häufig sind.

Weiter wurde die Nematodengemeinschaften anhand der Verteilung von Ernährungstypen (nach YEATES *et al.* 1993), als auch durch den Maturity Index (MI) und Plant Parasite Index (PPI) (BONGERS 1990) charakterisiert. Hierfür wurden die Nematoden entsprechend ihrer Lebensstrategien in „Colonizer“ (r-Strategen) und „Persister“ (K-Strategen) in eine cp-Skala von 1-5 eingeteilt (BONGERS 1990). Der MI ist ein Maß dafür, wie stark ein Lebensraum gestört ist. Er kann zwischen 1 und 5 liegen, wobei ein hoher Wert einen „ungestörten“ Lebensraum charakterisiert, ein niedriger Wert einen „gestörten“. Die Berechnung des Plant Parasite Index (PPI) beruht auf dem gleichen Prinzip, berücksichtigt allerdings ausschließlich die pflanzenparasitären Nematoden.

Das Programm SPSS (Version 12.0) wurde für die statistische Analyse verwendet. Da sich die Nematodenfauna deutlich nach Standorten unterschied, wurden diese Unterschiede herausgerechnet. Die Abundanzwerte für jede Probe auf Familienniveau wurden in die Abweichungen vom Standortmittelwert transformiert. Eine z-Transformation nach

Standorten war nicht möglich, da manche Familien an manchen Standorten nicht vorkamen. Eine Hauptkomponentenanalyse (PCA; Eigenwerte >1 ; Varimax-Rotation), welche 15 Faktoren ergab, die zusammen 75 % der Gesamtvarianz erklären, wurde durchgeführt. Auf der Basis dieser Faktoren als Erklärungsvariable wurde die Diskriminanzanalyse (nach „starker Reblausbefall“ / „kein bzw. schwacher Reblausbefall“) durchgeführt.

Ergebnisse

Wurzelproben: An den Wurzeln wurden 21 Nematodengattungen aus 16 Familien festgestellt, wovon nur zwei Gattungen (*Meloidogyne*, *Pratylenchus*) eine endoparasitische Lebensweise aufweisen. Alle anderen gefundenen Nematoden sind Ektoparasiten beziehungsweise keine Parasiten der Rebwurzeln. Am häufigsten wurde die fungivore Art *Aphelenchus avenae* und *Aphelenchoides* sp. gefunden. Ebenfalls sehr häufig waren Vertreter der bakterivoren Familie *Cephalobidae* zu finden. Die gefundenen Nematodenfamilien und deren Zuordnung zum jeweiligen Ernährungstyp, sowie die prozentuale Häufigkeit der Ernährungstypen sind in Abb. 1 dargestellt. Die omnivoren und räuberischen Familien machten $<0.6\%$ der Nematodenfauna aus und wurden in Abb. 1 nicht dargestellt. Unterschiede der Nematodenfauna bezüglich des Reblausbefalls

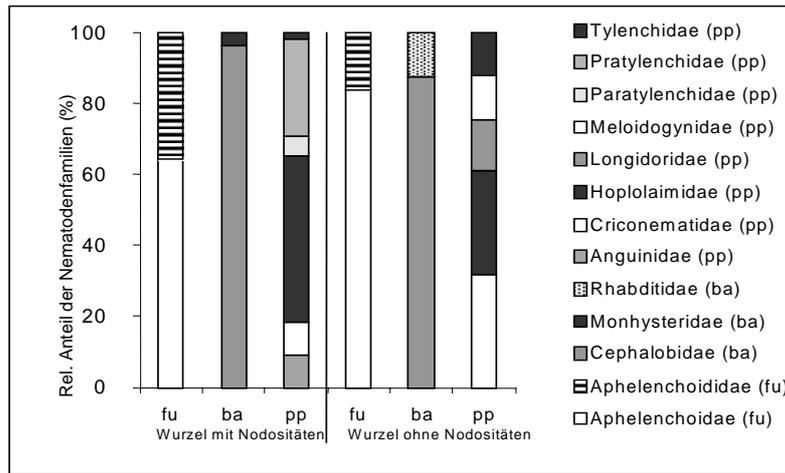


Abb. 1: Relative trophische Zusammensetzung der an den Rebwurzeln gefundenen Nematodenfamilien. ba = bacterivore, fu = fungivore, pp = pflanzenparasitische Nematoden.

Relative trophic structure of nematode families found at the vine roots. For abbreviation see Fig. 2.

(Vorhandensein von Nodositäten) wurden statistisch nicht ausgewertet (siehe Diskussion). Auffällig war jedoch, dass *Aphelenchus avenae* doppelt so häufig an Wurzelstücken mit Nodositäten als an solchen ohne Nodositäten festgestellt wurde.

Erdproben: Insgesamt wurden Nematoden aus 58 Gattungen (37 Familien) aus den Erdproben extrahiert. Die bakterivoren Nematoden waren mit 13 Familien die diverseste Gruppe, gefolgt von den pflanzenparasitären Nematoden mit 9 Familien, den omnivoren und räuberischen mit je 5 Familien, den fungivoren mit 4 Familien und einer Insekten parasitierenden Familie. Die mittleren Individuenzahlen variierten zwischen den einzelnen Standorten zwi-

schen 18 und 199 Nematoden pro 100 g Erde und wiesen auch innerhalb eines Standortes große Schwankungen auf. In 5 von 7 Weingärten wurden höhere Individuendichten der Nematoden an Stöcken mit Reblausbefall gegenüber solchen ohne Reblausbefall festgestellt (Tab. 2). Insgesamt war an Stöcken mit hoher Reblausbelastung eine höhere mittlere Dichte an Nematoden, als auch ein höherer PPI (Plant Parasitic Index) als an schwach oder nicht belasteten Stöcken festzustellen. Der Shannon Index, die Evenness, und der Maturity Index verhielten sich gegenteilig (Tab. 2).

Ein Vergleich der Nematodengemeinschaft, basierend auf deren Lebensstrategie und Ernährungstyp (Abb. 2), ergab keine signifikanten Unterschiede (Wilcoxon Test für

Tabelle 2

Anzahl der Individuen, Diversität-Indices und Maturity Indices der Nematodenfauna an mit der Reblaus befallenen/nicht befallenen Weinreben

Number of individuals, diversity indices, and maturity indices of the nematode fauna associated with phylloxera-infested (0) and not infested (1) vines

Standort	Reblaus-befall	Ind. per 100 g Erde (Mittelwert ± StAbw)	Shannon Index H' (log2)	Evenness J' (log2)	MI	PPI	PPI/MI
S01	0	198.74 ± 369.19	3.56	0.74	2.61	2.79	1.07
(n=18)	1	146.51 ± 221.23	3.82	0.79	2.76	3.21	1.16
S02	0	123.46 ± 317.04	2.95	0.68	3.06	2.69	0.88
(n=12)	1	63.57 ± 108.13	3.48	0.83	2.56	3.71	1.45
S03	0	49.09 ± 82.85	3.51	0.81	2.33	2.52	1.08
(n=12)	1	68.63 ± 184.29	2.95	0.67	3.03	3.07	1.01
S04	0	47.09 ± 80.32	3.52	0.80	2.39	3.62	1.51
(n=24)	1	99.31 ± 179.72	3.46	0.78	2.30	3.47	1.51
S05	0	134.49 ± 236.20	3.62	0.78	3.22	2.50	0.78
(n=18)	1	189.94 ± 352.07	3.58	0.76	3.07	2.48	0.81
S06	0	17.77 ± 33.21	3.48	0.79	3.36	2.50	0.74
(n=6)	1	47.40 ± 137.95	2.69	0.62	2.80	2.12	0.76
S07	0	47.31 ± 89.86	3.30	0.76	2.07	2.62	1.27
(n=12)	1	61.03 ± 117.02	3.32	0.76	2.09	2.85	1.36
gesamt	0	617.94 ± 848.96	4.02	0.80	2.78	2.76	0.99
(n=102)	1	676.40 ± 1063.94	3.87	0.75	2.69	2.93	1.09

verbundene Stichproben, $p > 0.1$). Auffällig war die Dominanz der pflanzenparasitären Nematoden. Sie repräsentierten über 50 % der gesamten Nematodengemeinschaft und liegen deutlich vor den bakterivoren Nematoden (Abb. 2).

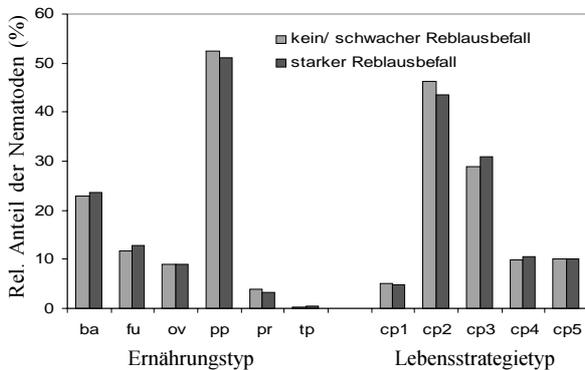


Abb. 2: Relativer Anteil der Nematoden bei verschiedenen Ernährungs- und Lebensstrategietypen. ba = bacteriovor, fu = fungivor, pp = pflanzenparasitisch, ov = omnivore, pr = räuberisch, tp = tierparasitär. cp = "colonizer-persister". Skala nach BONGERS (1990).

Feeding types and life-strategy types of nematodes (%). ba = bacterivores, fu = fungivores, pp = plant parasites, ov = omnivores, pr = predators, tp = animal parasites. cp = "colonizer-persister". Scale after BONGERS (1990).

Nicht zuletzt deswegen wurde in dieser Studie auf die pflanzenparasitären Nematoden besonderes Augenmerk gelegt. Die mittleren Individuenzahlen der pflanzenparasitären Nematodenfamilien an den einzelnen Standorten sind in Abb. 3 dargestellt. Von den dort gezeigten Familien wurden folgende Arten, die als Schädlinge an *Vitis vinifera* bekannt sind, identifiziert: *Mesocriconeema xenoplax*, *Xiphinema vuittenezi*, *Helicotylenchus digonicus*, *Helicotylenchus vulgaris*, *Paratylenchus projectus*, *Pratylenchus* spp. und *Tylenchorhynchus dubius*. *Helicotylenchus digonicus* war insgesamt der häufigste Nematode und wurde in allen Weingärten festgestellt. Für die Gattung *Helicotylenchus* wurde außerdem ein signifikant häufigeres Auftreten an Weinreben mit Reblausbefall festgestellt (Wilcoxon Test, $p = 0.007$), alle anderen Gattungen zeigten nichtsignifikante Unterschiede.

Die statistische Auswertung (Diskriminanzanalyse basierend auf PCA) der Daten ergab allerdings, dass sich die Proben anhand der Gesamtnematodenfauna signifikant nach „reblausbefallen“/ „nicht reblausbefallen“ gruppieren lassen (Wilks Lambda Test, $p = 0.002$). So konnten über 80 % der Proben anhand der Diskriminanzfunktion der richtigen Kategorie zugeordnet werden. Die Zuordnung gelang bei Proben, die keinen Reblausbefall aufwiesen etwas besser (86 %) als bei Proben mit Reblausbefall (75 %). Die einzelnen Standorte zeigten unterschiedliche Klassifizierungsergebnisse. So konnte beim Standort S06 eine 100%ige Auftrennung der Proben in „reblausbefallen“/ „nichtreblausbefallen“ erreicht werden, während beim Standort S03 keine sinnvolle Auftrennung möglich war. Bei allen anderen Standorten zeigte sich eine durchwegs sehr gute Zuordnung (Abb. 4). Die Unterscheidung der Proben war hauptsächlich durch folgende Familien bedingt: *Aphelenchoididae*,

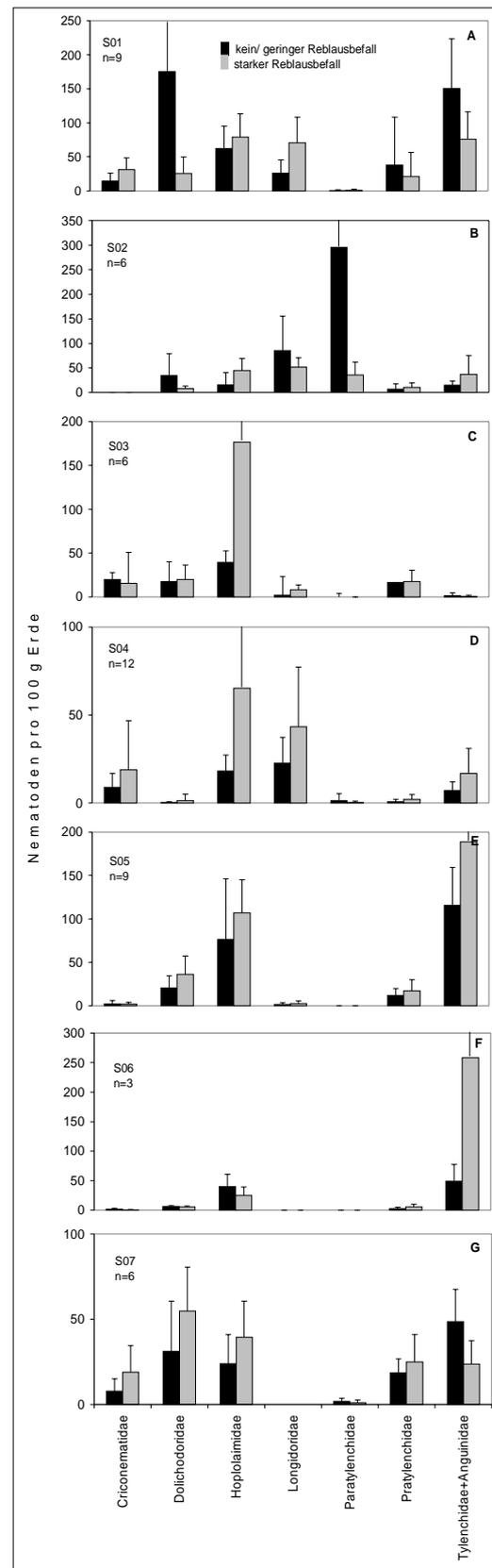


Abb. 3: (A-G): Pflanzenparasitäre Nematodenfamilien der 7 untersuchten Standorte (S01-S07, siehe Tab. 1). Mittlere Individuenzahlen (\pm Standardabweichung) der Nematoden an *Vitis* spp. mit und ohne Reblausbefall.

(A-G): Plant parasitic nematode families of the 7 sites (S01-S07, see Tab.1). Mean individual numbers (\pm SE) of nematodes on *Vitis* spp. with and without phylloxera infestation.

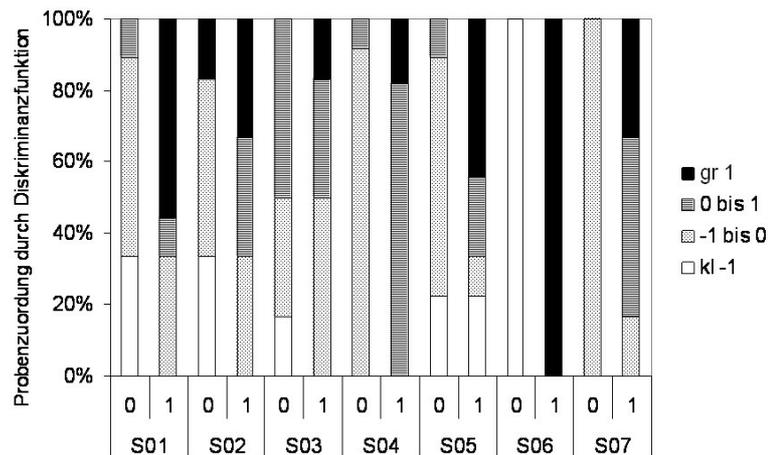


Abb.4: Klassifizierung der Diskriminanzanalyse. x-Achse: tatsächliche Gruppenzugehörigkeit der Probe, 0 = nicht reblausbefallene Proben, 1 = reblausbefallene Probe. S01-S07 – Standorte (vgl. Tab. 1). y-Achse: Die Balken stellen die errechnete prozentuale Zuordnung der Proben dar; wobei die dunklen Balken „Reblausbefall“ und die hellen Balken „ohne Reblausbefall“ bedeutet. Ein Wert >1 der Diskriminanzanalyse bedeutet die höchste Wahrscheinlichkeit eines Reblausbefalls, ein Wert <-1 die geringste.

Classification by discrimination analysis. x-axis: actual group membership of the sample, 0= samples not infested; 1=samples infested. S01-S07 – sites (see Tab. 1). y-axis: percentage distribution of discrimination scores: black bars with values >1: phylloxera-infestation is most probably according to discrimination analysis; white discrimination scores <-1: most probably not infested with phylloxera.

Aulolaimidae, Criconematidae, Cephalobidae, Dolichodoridae, Longidoridae, Mononchidae und *Hoplolaimidae*.

Diskussion

Die Auswertung der an den Wurzeln der Rebe gefundenen Nematoden gibt lediglich ein Bild davon, welche der Nematoden in enger Beziehung mit dem Wurzelsystem leben. Bei den gefundenen pflanzenparasitären Nematoden kann man davon ausgehen, dass sie direkt von der Pflanzenwurzel leben, für die zahlreichen fungivoren und bakterivoren Nematoden dürfte an der Wurzel ebenfalls eine gute Nahrungssituation gegeben sein. Die von der Pflanzenwurzel ausgeschiedenen Exudate beeinflussen die Qualität und Quantität mikrobieller Populationen (CURL und TRUELOVE 1986), welche eine starke Anziehung auf die bakterienfressenden Nematoden ausübten. YEATES *et al.* (1998) zeigten, dass durch die Saugtätigkeit pflanzenparasitärer Nematoden vermehrt Nährstoffe von der Pflanze abgegeben werden und sich dadurch schnell hohe Dichten an Bakterien in der Rhizosphäre bilden. Ähnliches ist für die Fraßtätigkeit der Reblaus zu erwarten. *Meloidogyne* sp. wurde als einziger sedentärer, endoparasitisch lebender Nematode an nur einem einzigen Rebstock festgestellt. Diese Art scheint nicht sehr verbreitet und nicht häufig in österreichischen Weingärten zu sein, wenn auch die gewählte Extraktionsmethode für diese Nematodenart nicht optimal war. In anderen Weinanbaugebieten der Welt stellt *Meloidogyne* spp. ein großes ökonomisches Problem im Weinbau dar (BIRD und RAMSDELL 1985, PINKERTON *et al.* 1999). Aufgrund der gründlichen Reinigung der Wurzelstücke und dem damit verbundenen „Wegspülen“ der meisten nichtendoparasitischen Nematoden ist eine Quantifizierung der gefundenen Nematoden nicht sinnvoll. Die Abb. 1 ist daher unter diesem Aspekt zu sehen, dennoch ist die hohe Präsenz an fungivoren und bakterivoren

Nematoden nennenswert. Laut BARKER und DARLING (1965) reproduziert *A. avenae*, ein fungivorer Nematode, bevorzugt an kallusartigen Wurzelwucherungen, was das häufigere Auftreten von *A. avenae* an Wurzeln mit Nodositäten erklären könnte.

Die in der Erde gefundenen pflanzenparasitären Nematodengattungen und deren Abundanzwerte stimmen gut mit den Angaben anderer Studien in Weingärten überein. Von den 12 pflanzenparasitären Nematodengattungen, die EL-SHAFFEY (1993) in 24 österreichischen Weingärten gefunden hat, konnten in dieser Studie 8 Gattungen, mit zum Großteil den gleichen Arten wiedergefunden werden. PINKERTON *et al.* (1999) berichten von 7 verschiedenen Gattungen in Weingärten Oregons, BELAIR *et al.* (2001) von 6 Gattungen in Quebec und SCOTTO LA MASSESE *et al.* (1988) fanden im Var (Süd-Ost Frankreich) 24 Nematodengattungen, von denen 13 eine pflanzenparasitische Lebensweise hatten. MANACHINI (2001) listet in ihrer Arbeit 14 pflanzenparasitische Gattungen von insgesamt 58 gefundenen Nematodengattungen auf. Von den in dieser Studie gefundenen 8 Gattungen zählen die Arten *Mesocriconema xenoplax* und *Xiphinema vuittenezi* zu den Nematoden mit dem größten Potenzial zur Schädigung von Weinreben. Die Saugtätigkeit von *M. xenoplax* führt zu schnellen lokalen Absterberscheinungen an den Wurzeln und zu einem gestörten Wachstum des Wurzelsystems (KLINGER und GERBER 1972, SANTO und BOLANDER 1977). *M. xenoplax* ist eine in Österreich häufig auftretende Art (WEISCHER 1961, KLINGER 1975), die auch im Rahmen dieser Studie in 86 % der untersuchten Flächen gefunden wurde. PINKERTON *et al.* (1999) geben für *Vitis vinifera* 400 Individuen pro 100 g Erde als Grenzwert an, bei höheren Werten treten Schädigungen der Pflanzen ein. PSCHIEDT (1997) stellte bereits eine Ertragsminderung von *Vitis lambrusca* (Syn. *V. labrusca*) bei 120 Individuen pro 100 g Erde fest und in Topfversuchen wurde eine Reduktion des Spross- und Wurzelwachstums bis zu 57 %

bei 133 Individuen pro 100 cm³ festgestellt (SANTO und BOLANDER 1977). Diese Zahlen wurden in keinem der untersuchten Weingärten erreicht, vereinzelt wiesen Stöcke allerdings 80-90 Individuen pro 100 g Erde auf. *X. vuittenezi*, welche ebenfalls häufig in heimischen Weingärten gefunden wurde (EL-SHAFFEY 1993, TIEFENBRUNNER 1999, GANGL *et al.* 2000), konnte auch in dieser Studie in über 70 % der Flächen mit teilweise hohen Individuenzahlen festgestellt werden. Bis zu 199 Tiere pro 100 g Erde wurden gezählt, was etwa den Funden von EL-SHAFFEY (1993) entspricht (bis zu 159 Individuen pro 100 g Erde). HOBL (1969) fand in seinen Untersuchungen ca. 70 Individuen pro 250 cm³. Grenzwerte für *X. vuittenezi* an *Vitis vinifera* sind nicht bekannt, mit *X. index* gibt es Topfversuche, in denen festgestellt wurde, dass ab ca. 20 Tieren (virusfrei) pro 100 cm³ Erde das Spross- und Längenwachstum um bis zu 44 % geringer war (ANWAR und VAN GUNDI 1989, PINOCHET *et al.* 1976, HAFEZ *et al.* 1981). *X. vuittenezi* ist eine sehr verbreitete Art und wurde auch in Weingärten Deutschlands (WEISCHER 1966, RÜDEL 1971), Frankreichs (DALMASSO und CAUBEL 1966), der Schweiz (KLINGER *et al.* 1983), der Slowakei und Ungarns (LISKOVA 1978, MALI *et al.* 1975) häufig festgestellt. Im Gegensatz zu anderen *Xiphinema* Arten konnte bei *X. vuittenezi* noch nicht eindeutig geklärt werden, ob es sich um eine virusübertragende Art handelt (HOPP 1971, RÜDEL 1980, KLINGER und ZWICKY 1981). Der in dieser Studie am häufigsten gefundene Nematode ist *Helicotylenchus digonicus*. Er wurde in allen untersuchten Weingärten festgestellt, mit Individuenzahlen bis zu 684 Tieren pro 100 g Erde. Dieses Massenaufreten und die Tatsache, dass *Helicotylenchus* als einzige Gattung signifikant häufiger bei Reblausbefall auftrat, ist bei diesem Nematoden besonders auffallend. Der Gattung *Helicotylenchus*, aber auch den übrigen ektoparasitären Nematodenfamilien (Abb. 3), die in dieser Studie gefunden wurden, wird laut McELROY (1972) ein eher geringes Schädigungspotenzial an Reben zugesprochen. MANACHINI (2001) bezeichnet hingegen *Helicotylenchus* als Nematoden, der ernsthafte Schäden an Reben verursachen kann. Viele Erkenntnisse unserer Studie entsprechen den Befunden anderer Untersuchungen in Weingärten und auch Obstbauanlagen weltweit (VRAIN und YORSTON 1987, VRAIN und ROUSSELLE 1980, SCOTTO LA MASSESE *et al.* 1988, KOTCON 1990, EL-SHAFFEY 1993, PINKERTON *et al.* 1999, BELAIR *et al.* 2001). So sind *Xiphinema*, *Mesocriconema*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus* häufige Bewohner in Böden von Wein- und Obstgärten. Sie treten oft in großer Dichte auf, ohne Schäden in Ertragsanlagen zu verursachen. Probleme können aber bei Neupflanzungen auftreten oder wenn Rebschulen auf Flächen angelegt werden, in denen sich bereits große Populationen aufgebaut haben (PINKERTON *et al.* 1999). Die vorliegenden Befunde weichen von einer in italienischen Weingärten durchgeführten Untersuchung (MANACHINI 2001) hinsichtlich der Zusammensetzung der trophischen Gruppen ab. MANACHINI (2001) ermittelte für die bakteriovoren Nematoden einen 70%igen Anteil (in vorliegender Studie ca. 20 %) als dominanter Ernährungstyp, was sich auch in einem wesentlich niedrigeren Maturity Index von 1.6-1.9 (gegenüber 2.7 in vorliegender Studie) widerspiegelt. Die hohen Werte des MI und PPI der untersuchten österreichischen Weingärten,

bedingt durch die geringe Abundanz an cp1 und die, für landwirtschaftlich genutzte Böden, hohe Abundanz an cp3-cp5 Organismen, deuten auf einen für Nematoden sehr stabilen, ungestörten Lebensraum hin.

Aus dieser Studie können die folgenden generellen Schlussfolgerungen gezogen werden: (1) Pflanzenparasitäre Nematodenarten, zu deren Wirtsspektrum *Vitis* ssp. zählt, sind in allen untersuchten Weingärten vorhanden. Die Erhebung der Zusammensetzung und Populationsdichten der Nematodenfauna stellt daher ein sinnvolles Mittel dar, um lokale Risiken, die von pflanzenparasitären Nematoden ausgehen könnten, festzustellen. (2) Obwohl anhand der Zusammensetzung der gesamten Nematodenfauna eine Zuordnung der Proben bezüglich Reblausbefall/ kein Reblausbefall getroffen werden konnte, ist ein direkter Zusammenhang zwischen dem vermehrten Auftreten der Reblaus und dem der Nematoden, oder einzelner Nematodengruppen, nicht ersichtlich. Einzig die Gattung *Helicotylenchus* zeigte ein signifikant häufigeres Auftreten bei reblausbefallenen Stöcken. Die Frage, ob und in welcher Form dies direkt mit der Befallssituation des Weinstocks mit der Reblaus zu tun hat, sowie das Schädigungspotenzial dieses Nematoden im allgemeinen, müsste Gegenstand weiterer gezielter Topfversuche sein.

Danksagung

Diese Studie wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Forschungsprojekt Nr. 1248) finanziert. Der Dank gilt den Kooperationspartnern Univ.Prof. Dr. GLAUNINGER und Univ. Prof. Dr. REDL (Universität für Bodenkultur, Wien), Univ.DoZ.DI Dr. BLÜMEL (AGES) und Dr. Zweimüller (Universität Wien) für die Unterstützung bei der Durchführung des Projektes. Die feldbodenkundliche Beschreibung der Versuchsstandorte wurde von DI AUST (Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Wien) durchgeführt und freundlicherweise für die Bearbeitung dieser Fragestellungen zur Verfügung gestellt.

Literatur

- ANWAR, S. A.; VAN GUNDY, S. D.; 1989: Influence of four nematodes on root and shoot growth parameters in grape. *J. Nematol.* **21**, 276-283.
- BAERMANN, G.; 1917: Eine einfache Methode zur Auffindung von *Anklystomum*-(Nematoden)-Larven in Erdproben. *Geneesk. T. Ned. Indie.* **57**, 131-137.
- BARKER, K. R.; DARLING, M.; 1965: CIH Descriptions of Plant-parasitic Nematodes, Set 1, No.50. *Nematologica* **11**, 162-166.
- BELAIR, G.; DAUPHINAIS, N.; FOURNIER, Y.; MAULEON, H.; 2001: Survey of plant-parasitic and entomopathogenic nematodes in vineyards of Quebec. *Phytoprotection* **82**, 49-55.
- BIRD, G. W.; RAMSDELL, D. C.; 1985: Population trends and vertical distribution of plant-parasitic nematodes associated with *Vitis labrusca* L. in Michigan. *J. Nematol.* **17**, 100-107.
- BONGERS T.; 1988: De Nematoden van Nederland. Koninklijke Nederlandse Naturhistorische Vereniging. Utrecht.
- BONGERS, T.; 1990: The Maturity Index, an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* **83**, 14-19.
- BROWN, D. J. F.; HALBRENDT, J. M.; ROBBINS, R. T.; VRAIN, T. C.; 1993: Transmission of neporivuses by *Xiphinema americanum* nematodes. *J. Nematol.* **25**, 349-354.
- CURL, E. A.; TRUELOVE, B.; 1986: *The Rhizosphere*. Springer Verlag, NY.

- DALMASSO, A.; CAUBEL, G.; 1966: Repartition des especes des genres *Xiphinema* et *Longidorus trourees* en France. C. R. Hebd. Seanc. Acad. Agric. France **52**, 440-446.
- DECKER, H.; 1981: Plant Nematodes and their control (Phytonematology). Brill Publishing Company, Leiden, NL.
- EL-SHAFFEY, I.; 1993: Zur Verbreitung phytopathogener Nematodengattungen in den Rebkulturen Österreichs. Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.
- ESMENJAUD, D.; WALTER, B.; VALENTIN, G.; GUO, Z. T.; CLUZEAU, D.; 1992: Vertical distribution and potential of *Xiphinema index* (Thorne et Allen, 1950) (*Nematoda: Longidoridae*) in fields affected by grapevine fanleaf virus in vineyards in the Champagne region of France. *Agronomie* **12**, 395-399.
- GANGL, H.; LEITNER, G.; TIEFENBRUNNER, W.; 2000: Die Verbreitung rebschädigender Viren, Bakterien und bodenbürtiger Vektoren in den österreichischen Weinbaugebieten Thermenregion und Mittelburgenland. *Mitt. Klosterneuburg* **50**, 119-130.
- HAFEZ, S. L.; RASKI, D. J.; LEAR, B.; 1981: Action of systemic nematicides in control of *Xiphinema index* on grape. *J. Nematol.* **13**, 24-29.
- HEWITT, W. B.; RASKI, D.; GOHEEN, A. C.; 1958: Nematode Vector of soil-born fanleaf virus of grapevines. *Phytopathology* **48**, 586-595.
- HOBEL, H.; 1969: Erster Bericht über das Vorkommen von Arten der Gattung *Xiphinema* und *Longidorus* (Nematoda) in niederösterreichischen Weinbergböden. *Mitt. Klosterneuburg* **19**, 180-183.
- HOPP, H. H.; 1971: Bekämpfungsmöglichkeiten von Nematoden als Virusvektoren und mutmaßliche Direktschädiger in Ertragsanlagen und Rebschulen. *Dt. Weinbau Jahrb.* **22**, 128-134.
- JAIRAJPURI, M. S. H.; AHMAD, W.; 1992: Dorylaimida - Free Living, Predaceous and Plant-Parasitic Nematodes. E. J. Brill, Leiden, New York, Kobenhaven, Köln.
- KAUFHOLD, W.; 1963: Parasitäre Nematoden in Rebschulen. *Wein-Wissenschaft* **18**, 261-67.
- KLINGER, J.; ZWICKY, P.; 1981: Wiederauftreten von Nematoden der Gattung *Xiphinema* und von nematodenübertragenden Viruskrankheiten an Reben nach Bodenbehandlung und Brache. *Mitt. Klosterneuburg* **31**, 89-97.
- KLINGER, J.; 1975: Beobachtung über die parasitische Aktivität des Nematoden *Macroposthonia xenoplax* an Rebwurzeln. *Z. Pflanzenkrankh.* **11**, 722-728.
- KLINGER, J.; GERBER, B.; 1972: Wachstumsdepression an Rebkulturen durch Wurzelparasitische Nematoden. *Schweiz. Z. Obst Weinbau* **108**, 217-223.
- KLINGER, J.; GUNTZEL, O.; KUNZ, P.; 1983: *Xiphinema* und *Longidorus*-Arten in schweizerischen Mittelland. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* **182**, 89-114.
- KOTCON, J. B.; 1990: Distribution, Frequency, and Population Density of Nematodes in West Virginia Peach Orchards. *J. Nematol.* **22**, 712-717.
- KREBS, C. J.; 1989: *Ecological Methodology*. Harper and Row, Publishers, New York.
- LISKOVA, M.; 1978: Parasitic nematodes in the rhizosphere in vineyards of eastern Slovakia. *Vinohrad (Bratislava)* **16**, 200-201.
- LISKOVA, M.; 1997: Nematodes of the Family Longidoridae in the vineyards of Slovakia - identification keys of the genus *Longidorus*, *Paralongidorus* and *Xiphinema*. *Orchr. Rostl.* **33**, 203-212.
- MAGURRAN, A. R.; 1988: *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
- MAI, W. F.; MULLIN, P. G.; LYON, H. H.; LOEFFLER, K.; 1996: *Plant-Parasitic Nematodes: A Pictorial Key to the Genera*. Geneva. Cornell University Press, N.Y.
- MALI, V.; VANEK, G.; BOJANSKY, V.; 1975: Transmission by nematodes of some grapevine viruses occurring in Czechoslovakia and Hungary. *Polnohospo darska veda* **3**, 1-133.
- MANACHINI, B.; 2001: Nematode diversity in vineyard soil under different agricultural management regimes. *Integrated Control in Viticulture, IOBC wprs Bulletin* **24** (7), 253-261.
- MCLEROY, F. D.; 1972: Nematodes of tree fruits and small fruits. In: J. M. WEBSTER (Ed.): *Economic Nematology*, 335-376. Academic Press, London, UK
- NIEDER, G.; 1987: *Roesleria pallida* - ein wenig beachteter Pilz an den Wurzeln der Rebe. *Pflanzenschutz* **5/6**, 24-26.
- OOSTENBRINK, M.; 1960: Estimating nematode populations by some selected methods. In: J. N. SASSER, W. R. JENKINS (Eds.): *Nematology*, 85-102. University of North Carolina Press, Chapel Hill, NC, USA.
- PINKERTON, J. N.; FORGE, T. A.; IVORS, K. L.; INGHAM, R. E.; 1999: Plant-parasitic nematodes associated with grapevines, *Vitis vinifera*, in Oregon vineyards. *J. Nematol.* **31**, 624-634.
- PINOCHE, J.; RASKI, D. J.; GOHEEN, A. C.; 1976: Effects of *Pratylenchus vulnus* and *Xiphinema index* singly and combined on vine growth of *Vitis vinifera*. *J. Nematol.* **8**, 330-335.
- POLESNY, F.; REISENZEIN, H.; 2000: Neues von der Reblaus. *Winzer* **56**, 6-9.
- PSCHIEDT, J. W.; 1997: *Pacific Northwest Plant Disease Control Handbook*. Agric. Comm., Oregon State University, Corvallis.
- REDEL, H.; 1999: Die Reblaus auch in Österreich wieder (beängstigend?) im Kommen. *Der Pflanzenarzt* **1-2**, 8-12.
- REDEL, H.; GANGL, H.; TIEFENBRUNNER, W.; 2000: Auswirkung verschiedener Bodenpflegesysteme auf rebenparasitäre und rebvirenübertragende Nematoden. *Vitis* **39**, 135-136.
- RÜDEL, M.; 1971: Vorkommen einiger Arten der Gattung *Xiphinema* (Nematoda) in Pfalz und Rheinhessen. *Weinberg Keller* **18**, 505-520.
- RÜDEL, M.; 1980: *Xiphinema vuittenezi* (Nematoda, Dorylaimidae)-Virusüberträger bei Reben? *Wein-Wissenschaft* **35**, 177-194.
- SANTO, G. S.; BOLANDER, W. J.; 1977: Effects of *Macroposthonia xenoplax* on the growth of Concord grape. *J. Nematol.* **9**, 215-217.
- SCOTTO LA MASSESE, C.; MINOT, J. C.; VOISIN, R.; CASTANG, L. R. M.; FABRE, A.; 1988: Influence de la nature du sol, du précédent cultural et de l'âge de la plantation sur la composition et la distribution de la nématofaune associée à la vigne en milieu méditerranéen. *Acta Ecol.* **9**, 137-152.
- TAYLOR, C. E.; ROBERTSON, W. M.; 1975: Acquisition, retention and transmission of viruses by nematodes. In: LAMBERTI, TAYLOR, STEINORST (Eds.): *Nematode Vectors of Plant Viruses*. Plenum Press, London.
- TIEFENBRUNNER, W.; 1999: Die Verbreitung rebschädigender Nematoden der Familie *Longidoridae* in den Weinbauregionen Burgenland und Niederösterreich. *Mitt. Klosterneuburg* **49**, 79-85.
- VRAIN, T. C.; ROUSSELLE, G. L.; 1980: Distribution of plant-parasitic nematodes in Quebec apple orchards. *Plant Dis.* **64**, 582-583.
- VRAIN, T. C.; YORSTON, J. M.; 1987: Plant-parasitic nematodes in orchards of the Okanagan Valley of British Columbia, Canada. *Plant Dis.* **71**, 85-87.
- WEISCHER, B.; 1961: Nematoden im Weinbau. *Weinberg Keller* **8**, 33-49.
- WEISCHER, B.; 1966: Ein Beitrag zur Geographischen Verbreitung und Ökologie von Arten der Gattung *Xiphinema* und *Longidorus*. *Mitt. Biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem* **128**, 24-38.
- YEATES, G. W.; BONGERS, T.; DE GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S.; 1993: Feeding habits in soil nematode families and general outline for soil ecologist. *J. Nematol.* **25**, 315-331.
- YEATES, G. W.; SAGGAR, S.; DENTON, C. S.; MERCER, C. F.; 1998: Impact of clover cyst nematode (*Heterodera trifolii*) infection on soil microbial activity in the rhizosphere of white clover (*Trifolium repens*) - a pulse-labelling experiment. *Nematologica* **44**, 81-90.

Received February 18, 2004