اندازه‌گیری میزان باقیمانده و دوره کارنس نماتدکش فنامیفوس (نماکور® 10G) روی خیار در شرایط گلخانه

محسن مروتی[۱*]، المیرا ابوترابی[۲]، محمدرضا تاج بخش[۱]، آرمان ولیان[۱] و حسین پارسا[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۷؛ تاریخ پذیرش ۱۳۹۳/۱۲/۲۰)

چکیده

در بررسی تأثیر سم نماتدکش فنامیفوس (نماکور® G10) و نقش زمان سم‌پاشی در کنترل جمعیت نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne javanica*) نتایج نشان داد که از نظر تأثیر میزان سموم مصرفی در کنترل جمعیت نماتد، در مقایسه با شاهد، بیشترین میزان مؤثر در کاهش جمعیت، دُز ۲۲/۵ گرم در متر مربع می‌باشد. مناسب‌ترین زمان سم‌پاشی جهت کاهش جمعیت نماتد، سم‌پاشی یک هفته پیش از کاشت بذر است. نتایج این بررسی نشان داد زمانی که سم‌پاشی همزمان و یا یک هفته پیش از کاشت بذر صورت می‌گیرد، میزان محصول از بیشترین مقدار برخوردار است. به منظور تعیین میزان باقیمانده سم سیستمیک نماکور با مؤثرترین دُز مصرفی، محصول تیمارهای مورد آزمایش در سه زمان سم‌پاشی و طی شش چین برداشت شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و انجام مراحل آماده‌سازی، عصاره‌گیری و خالص‌سازی، اندازه‌گیری باقیمانده نماکور در نمونه‌ها توسط دستگاه کروماتوگراف گازی (GC-NPD) صورت گرفت. با توجه به میزان مجاز باقیمانده سم نماکور طبق کدکس آلیمنتاریوس، که معادل ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد، بهترین زمان سم‌پاشی با توجه به رعایت حد مجاز مصرف سم، یک هفته پیش از کاشت بذر تعیین شد. نتایج نشان می‌دهد که برداشت محصول تا حدود چهارمین چین، که حد مجاز باقیمانده سم در محصول رعایت شده است، بلامانع می‌باشد. در حالی که از چین چهارم به بعد، میزان باقیمانده سم در محصول، به دلیل جذب بیشتر گیاه، از حد استاندارد فراتر رفته و برداشت محصول توصیه نمی‌گردد.

کلمات کلیدی: باقیمانده سم نماتدکش، زمان سم‌پاشی، دُز سم‌پاشی، کنترل جمعیت

مقدمه

از نظر تولید کشاورزی در بین محصولات سبزی و صیفی در کشور ایران، خیار (*Cucumis sativus*) با سطح زیر کشت ۱۰۸۲۸۲ هکتار، تولید ۱۷۱۵۰۲۴ و عملکرد ۳۲۱۷۲۸۵ کیلوگرم در سال (۱) به عنوان یکی از پُراهمیت ترین محصولات، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در میان عوامل کاهش‌دهنده این محصول، نماتدها، به‌ویژه نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne javanica*) نقش مؤثری داشته و میزبان

۱. بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، اوین، تهران

۲. بخش تحقیقات نماتدشناسی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، اوین، تهران

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: M_Morowati@yahoo.com

مناسبی محسوب می‌شود. با توجه به پراکندگی و کثرت میزبان‌های این گونه نماتد، از جمله اقلام مختلف سبزی و صیفی که در کشور از ارزش اقتصادی قابل توجهی برخوردار می‌باشند و خسارات ناشی از نماتد که باعث کاهش کمی و کیفی محصولات می‌شود، لزوم بررسی همه جانبه این انگل به‌منظور جهت اجتناب از هر گونه زیان غیر قابل جبران در آینده را ایجاب می‌کند. از طرف دیگر، نیاز روزافزون به محصولات کشاورزی، بشر را وادار کرده تا جهت افزایش تولید و حفظ محصول، ضمن افزایش سطح زیر کشت و به‌کارگیری تدابیر فنی لازم، به مبارزه با عوامل بیماریزای گیاهی بپردازد. در این خصوص، استفاده از سموم شیمیایی از عوامل مؤثر در افزایش میزان تولید محصول و در نتیجه افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی بوده است. بر این اساس، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تأثیر سم نماتدکش فنامیفوس (Phenamiphos)، با نام تجاری نماکور (Nemacure)، جزو سموم غیرتدخینی (Non-fumigant) و از گروه ترکیبات آلی فسفره، با دامنه تأثیر وسیع، برای کنترل نماتدهای انگل گیاهی، در سطوح و زمان‌های مختلف مصرف، جهت کنترل جمعیت نماتد مولد گره ریشه در گلخانه خیار به‌مورد اجرا در آمده است.

لازم به ذکر است که تعدادی از نماتدکش‌های غیرتدخینی مانند آلدیکارب (Aldicarb)، کربوفوران (Carbofuran)، فنامیفوس و اکسامایل (Oxamyl) در کنترل جمعیت گونه‌های *Aphelenchus avenae*، *M. javanica* و *M. incognita* به عنوان بازدارنده سنتز استیل کولین استراز گزارش شده‌اند (۲۴). این سموم باعث ایجاد اختلالاتی در نماتد می‌شوند، از جمله غیرفعال کردن سیستم عصبی، ممانعت از نفوذ نماتد به داخل ریشه و در غلظت زیاد، فلج نمودن نماتد، اختلال در یافتن میزبان و ممانعت از تفریخ تخم‌ها (۸ و ۲۵).

مقدار باقیمانده سموم در محصولاتی که مستقیماً به مصرف تغذیه انسان می‌رسند از نظر بهداشت و سلامت افراد جامعه اهمیت فراوانی دارد. خیار یکی از محصولات پُرمصرف در کشور است که معمولاً برای مبارزه با آفات آن مورد سمپاشی قرار می‌گیرد. از آنجایی که خیار بیشتر به صورت تازه به مصرف تغذیه می‌رسد و به عبارتی محصولی زودچین و زودمصرف است، تعیین باقیمانده سموم مصرفی در آن حائز اهمیت است. باید توجه داشت که استفاده از سموم شیمیایی، از جمله نماتدکش‌ها، از نظر پایداری در خاک و آثار زیست‌محیطی اهمیت دارند. بنابراین، در حین مصرف سموم جهت کنترل نماتدها باید اثر باقیمانده سموم مورد توجه قرار گیرد. سوابق نشان می‌دهد که در کشور انگلستان در سال ۱۹۵۵ برای اولین بار خیار به عنوان یک میزبان مناسب برای نماتد مولد گره ریشه معرفی شد که باعث ایجاد خسارات شدیدی به این میزبان و کاهش میزان و مرغوبیت محصول آن می‌گردید (۵). در برخی نقاط دنیا، این محصول یکی از میزبان‌های حساس به نماتد فوق، بخصوص گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica* معرفی شده است (۹، ۲۳ و ۲۶). به‌طور مشابهی، در مصر، آلودگی مزارع خیار به گونه‌های فوق گزارش گردیده است (۱۹ و ۲۶).

در تحقیقی که توسط لامبرتی و همکاران (۱۸) در سال ۱۹۹۸ انجام گرفت، باقیمانده برومین (Bromine) در بافت‌های خوراکی سبزی‌هایی که در خاک‌های ضدعفونی شده با متیل بروماید (Methyl bromide) کشت می‌شدند گزارش گردیده است. در گیاهان مورد آزمایش، بیشترین غلظت برومین در برگ‌های کاهو یافت شده است. حداکثر میزان مجاز سم نماکور (فنامیفوس) روی خیار در کشورهای مالزی و اسپانیا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر اعلام شده است (۶).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سم نماکور (۱۰G) در کنترل نماتد گره ریشه و تعیین زمان مناسب جهت سم‌پاشی و بررسی باقیمانده این سم، در اولین آزمایش که در مرداد ماه ۱۳۸۴ صورت گرفت، گلخانه‌ای آلوده، به مساحت ۳۰۰ متر مربع واقع در شهرستان ساوه در نظر گرفته شد. بستر گلخانه پس از شخم‌زنی و مرتب نمودن ردیف‌های کاشت، به تعداد تیمارهای آزمایشی،

به ابعاد ۱×۱ متر کرت‌بندی شد. به‌دلیل محدودیت‌های موجود، از جمله در اختیار بودن فضای محدودی از گلخانه جهت اجرای طرح، اندازه کرت‌های آزمایشی ۱×۱ متر در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایش شامل سم نماکور با چهاذ دُز (۳/۷۵، ۷/۵، ۱۵ و ۲۲/۵ گرم در متر مربع) از فرم تجاری، به همراه شاهد بدون سم، هر کدام با سه تکرار، در سه زمان آزمایش، مطابق مرحله اول آزمایش، در گلخانه اعمال شدند. بعد از این که ۴۵ روز از کاشت بذرها و رشد بوته‌ها گذشت، محصول خیار طی شش چین برداشت شد. جهت بررسی باقیمانده سم در محصول، از هر بوته تیمار شده با سم نماکور (سیستمیک)، به میزان یک کیلوگرم خیار در کیسه‌های تیره‌رنگ جمع‌آوری و به همراه یخ به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها به تفکیک، با برچسب معین، در فریزر با برودت ۲۵- درجه سلسیوس تا زمان آماده‌سازی نگهداری شدند. نمونه‌ها توسط آسیاب به صورت پودر درآمده و سپس ۱۰ گرم از نمونه‌های آسیاب شده را به ظرف آزمایشگاه منتقل کرده و به آن مخلوطی از حلال‌های استون و دی‌کلرومتان (Dichloromethane) (هر یک به مقدار ۵۰ میلی‌لیتر) اضافه نموده و سپس توسط هموژنایزر (Homogenizer) به مدت ۲ دقیقه یکنواخت گردیدند. این مخلوط، از قیف بوخنر (Buchner funnel) و کاغذ صافی، به همراه سولفات سدیم، عبور داده شد. محلول حاصل توسط دستگاه تقطیر در خلأ در دمای حدود ۴۵ درجه سلسیوس خشک و در نهایت به آن ۱ میلی‌لیتر متانول اضافه گردید. جهت اندازه‌گیری میزان نماکور، از محلول حاصل ۱ میکرولیتر به دستگاه کروماتوگراف گازی تزریق شد (۲۷).

برای واسنجی دستگاه، استاندارد نماکور با غلظت‌های مشخص در متانول آماده شده و پس از مشخص شدن زمان بازداری (Retention time) و تکرارپذیری استانداردها، اقدام به تزریق نمونه‌ها در همان شرایط گردید. سپس، سطح زیر اوج (Peak) نمونه‌ها با استانداردها مقایسه و غلظت آنها تعیین گردید. ویژگی‌های دستگاه به شرح زیر است:

دستگاه GC-NPD، نوع ستون DB-5، طول ستون ۳۰ متر، قطر ستون ۰/۳۲ میلی‌متر، زمان بازداری حدود ۱۲/۹ دقیقه، دمای ستون ۲۵۰-۱۴۰ درجه سلسیوس، دمای دتکتور ۳۰۰ درجه سلسیوس، دمای محل تزریق ۱۸۰ درجه سلسیوس و جمع تزریق ۱ میکرولیتر.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمایش اول نشان می‌دهد مؤثرترین دُز بر کاهش جمعیت نماتد بیشترین دُز آزمایشی (یعنی ۲۲/۵ گرم در متر مربع) و بهترین زمان تأثیر سم جهت کاهش جمعیت نماتد، سم‌پاشی یک هفته پیش از کاشت بذر بود. البته نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که سم‌پاشی همزمان با کاشت بذر می‌تواند در افزایش میزان محصول نقش مؤثری داشته باشد.

با بررسی استانداردهای موجود در کدکس آلیمنتاریوس (Codex Alimentarius) حداکثر میزان مجاز باقیمانده (Maximum residue level, MRL) سم نماکور روی سبزی و صیفی مقدار ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته شده است (۶). با توجه به اینکه در لیست حداکثر میزان مجاز باقیمانده سموم استاندارد خاصی برای محصول خیار در نظر گرفته نشده است می‌توان به این شاخص استناد نمود و با توجه به نتایج حاصل از بررسی تأثیر سم نماکور در کنترل جمعیت نماتد مولد گره ریشه و میزان باقیمانده سم نماکور در محصول برداشتی (جداول ۱ تا ۴) می‌توان بیشترین دُز مصرفی (۲۲/۵ گرم در متر مربع) و سومین زمان آزمایش جهت مصرف سم، یعنی سم‌پاشی یک هفته پیش از کاشت بذر را که قابل قبول‌ترین میزان باقیمانده سم نماکور را روی محصولات برداشتی نشان داد، پیشنهاد نمود.

نماتد مولد گره ریشه به عنوان یکی از عوامل بالقوه خسارت به محصولات سبزی و صیفی بوده و خیار یکی از میزبان‌های حساس به این نماتد، بخصوص گونه *M. javanica* محسوب می‌گردد (۵). خسارت این نماتد در ایالت کارولینای آمریکا سالانه ۱۲٪ گزارش شده است (۲۰).

جدول ۱. میزان باقیمانده سم نماکور (میلی‌گرم در لیتر) در محصول خیار (*Cucumis sativus*) با دُز ۲۲/۵ گرم در متر مربع طی شش چین در آزمایش سم‌پاشی دو هفته پس از کاشت بذر

چین / تکرار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	--	۰/۷	۱/۰۶	۰/۲	۱/۱	۰/۵
۲	--	۰/۶	۱/۰۷	۰/۷	۰/۹	۰/۵
۳	--	۱/۳	۱/۴۳	۱/۲۳	۰/۸	۰/۹

جدول ۲. میزان باقیمانده سم نماکور (میلی‌گرم در لیتر) در محصول خیار (*Cucumis sativus*) با دُز ۲۲/۵ گرم در متر مربع طی شش چین در آزمایش سم‌پاشی همزمان با کاشت بذر

چین / تکرار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	--	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۷۲	۱/۲۳
۲	--	۰/۳	۰/۳	۰/۹۸	۰/۵۳	۱/۲۸
۳	--	۱/۰۰	۰/۲۲	۱/۴۷	۰/۹۴	۰/۷

جدول ۳. میزان باقیمانده سم نماکور (میلی‌گرم در لیتر) در محصول خیار (*Cucumis sativus*) با دُز ۲۲/۵ گرم در متر مربع طی شش چین در آزمایش سم‌پاشی یک هفته پیش از کاشت بذر

چین / تکرار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	--	۰/۶۰	۰/۵	۰/۷	۰/۸۶	۰/۹
۲	--	۰/۶۳	۰/۲	۰/۶	۰/۲۶	۱/۶
۳	--	۰/۲۲	۰/۷۵	۰/۵۲	۰/۶	۱/۵

جدول ۴. میانگین میزان باقیمانده سم نماکور (میلی‌گرم در لیتر) با دُز مصرفی ۲۲/۵ گرم در متر مربع در سه زمان آزمایش طی چین‌های مختلف

چین / زمان	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	--	۰/۸۶ ± ۰/۲۱	۱/۱۸ ± ۰/۱۲	۰/۷۱ ± ۰/۲۹	۰/۹ ± ۰/۰۸	۰/۶۳ ± ۰/۱۳
۲	--	۰/۶ ± ۰/۲۰	۰/۳ ± ۰/۰۵	۰/۹۸ ± ۰/۲۷	۰/۷۳ ± ۰/۱۱	۱/۰۷ ± ۰/۱۸
۳	--	۰/۴۸ ± ۰/۱۲	۰/۴۸ ± ۰/۱۵	۰/۶ ± ۰/۰۵	۰/۵۷ ± ۰/۱۷	۱/۳۳ ± ۰/۲۱

آزمایش‌های استفاده از سموم نماتدکش جهت کنترل نماتد گره ریشه در زراعت صیفی و جالیز در تعدادی از کشورهای دنیا انجام شده است. نتایج به‌دست آمده در آزمایش حاضر با آزمایش‌های انجام شده در برخی کشورهای دنیا مطابقت دارد. در آزمایشی که توسط مانسینی و همکاران (۲۱) در سال ۱۹۷۴ انجام شده است، سموم فنامیفوس و اکسامایل (Oxamyl) تأثیر معنی‌داری در کنترل جمعیت نماتد مولد گره ریشه بر خیار داشته‌اند. در آزمایش دیگری که در سیبری انجام شده (۲۸)، سم فنامیفوس در کاهش جمعیت نماتد نقش مؤثری داشته است.

فنامیفوس یک نماتدکش سیستمیک است که نتایج خوبی برای کنترل نماتد مولد گره ریشه از خود نشان داده است. در حال حاضر، مصرف آن برای محصولاتی مانند موز، آناناس، گوجه‌فرنگی، کلم، گل‌کلم، بادمجان، بادام زمینی، تنباکو، مرکبات و گیاهان زینتی در دنیا استفاده می‌گردد. بررسی‌های انجام شده روی متابولیت‌های این نماتدکش در گیاهان و خاک نشانگر اکسیداسیون سریع ماده اصلی بر سولفوکساید (Sulfoxide) و سولفون (Sulfone) می‌باشد، که عموماً باقیمانده عمده نماکور در محصولات و خاک، سولفوکساید آن و سولفون می‌باشد که هر دو ماده تقریباً پایدار می‌باشند. هردوی این مواد با هیدرولیزه شدن اثر سمی خود را از دست می‌دهند. فنامیفوس به صورت اصلی به مقدار خیلی کم در خاک و محصولات موجود می‌باشد (۹، ۱۰ و ۱۲). با توجه به عملیات مناسب کشاورزی (Good agricultural practice, GAP) حداکثر میزان مجاز باقیمانده فنامیفوس به همراه متابولیت‌های سولفوکساید و سولفون آن روی گل کلم، پنبه دانه،کلم، هویج، گریپ فروت، لیمو، هندوانه، مرکبات، آناناس، سویا و چغندرقند در حدود ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. حال آنکه باقیمانده بیش از این مقدار در محصولات دیگر مانند انگور (۰/۱ میلی‌گرم در لیتر)، کاهو (۰/۵ میلی‌گرم در لیتر)، سیب‌زمینی (۱ میلی‌گرم در لیتر)، توت‌فرنگی (۰/۷ میلی‌گرم در لیتر) و گوجه‌فرنگی (۰/۳ میلی‌گرم در لیتر) نیز ملاحظه و اندازه‌گیری شده است. بیشترین میزان باقیمانده فنامیفوس در محصول تنباکو (۱۲ میلی‌گرم در لیتر روی برگ سبز، ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر پس از برداشت و ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر پس از تخمیر) اندازه‌گیری شده است. با این وجود، فرآوری پنبه‌دانه و سویا برای تخلیص روغن باعث کاهش ۹۹٪ باقیمانده فنامیفوس می‌گردد، فرآوری مرکبات برای غذای دام باعث کاهش ۴۰٪ آن می‌گردد و پخت و پز هیچگونه تأثیر قابل توجهی بر کاهش میزان باقیمانده فنامیفوس در سیب‌زمینی ندارد (۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶).

با توجه به اینکه حداکثر میزان مجاز باقیمانده سم نماکور روی سبزی و صیفی مقدار ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته شده است، نتایج حاصل از بررسی باقیمانده سم نماکور در بیشترین دُز مصرفی در محصول خیار در مرحله سم‌دهی یک هفته پیش از کاشت بذر نشان می‌دهد که برداشت محصول تا حدود چهارمین چین، که حد مجاز باقیمانده سم در محصول رعایت شده، بلامانع می‌باشد. در حالی که از چین چهارم به بعد میزان باقیمانده سم در محصول به دلیل جذب بیشتر گیاه، از حد استاندارد فراتر رفته و برداشت محصول توصیه نمی‌گردد. نتایج مطالعات انجام شده توسط خاساوینچ در سال‌های ۷۳-۱۹۷۲ روی فنامیفوس در محصولات مختلف نشان داد که این سم پس از محلول‌دهی در خاک در حدود ۹۰٪ آن در خاک باقیمانده و به تدریج جذب گیاه می‌گردد (۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶). شایان ذکر است که در مطالعات دیگری توسط همین محقق ثابت گردید که میزان اندازه‌گیری شده فنامیفوس در خاک و حتی گیاهان، مجموعی از فنامیفوس به شکل اصلی و بیشتر متابولیت‌های آن به صورت سولفوکساید و سولفون فنولی این سم می‌باشد (۱۵).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تأثیر سم نماکور (۱۰G) در کنترل نماتد گره ریشه خیار و تعیین زمان مناسب جهت سم‌پاشی و بررسی باقیمانده این سم در گلخانه‌ای آلوده بررسی گردید. به‌طور کلی، نتایج حاصل از آزمایش اول نشان داد که از نظر دُز مصرفی این سم، بیشترین دُز مؤثر بر کاهش جمعیت نماتد، ۲۲/۵ گرم در

متر مربع بود و بهترین زمان تأثیر سم جهت کاهش جمعیت نماتد، سم‌پاشی یک هفته پیش از کاشت بذر می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی باقیمانده سم نماکور در بیشترین دُز مصرفی در خیار در مرحله سم‌دهی یک هفته پیش از کاشت بذر، نشان داد که برداشت محصول تا حدود چهارمین چین، که حد مجاز باقیمانده سم در محصول رعایت شده، اشکالی ندارد. در حالی که از چین چهارم به بعد، میزان باقیمانده سم در محصول از حد استاندارد فراتر رفته و برداشت محصول توصیه نمی‌گردد. میزان قابل توجهی از سم نماتدکش مصرفی می‌تواند به مدت زیادی در خاک ماندگار باشد و به‌تدریج جذب گیاه شود. یکی از دلایل این حد زیاد در چین‌های چهارم به بعد می‌تواند تجمع متابولیت‌های سولفوکساید و سولفون فنولی فنامیفوس در محصولات باشد که همراه ماده اصلی که همان نماتدکش فنامیفوس می‌باشد قابل اندازه‌گیری است.

منابع مورد استفاده

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۸۳. اداره آمار و اطلاعات کل کشاورزی ایران.

۲. تنهامعافی، ز. و م. دامادزاده. ۱۳۷۴. بررسی تأثیر سموم نماتدکش روی نماتد مرکبات*Tylenchulus semipenetrans* در شمال ایران. دوازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه ۲۲۸.

۳. تنهامعافی، ز. و ع. میرحسینی مقدم. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر نماتدکش‌های فسفره در کنترل نماتد مولد زخم ریشه *Pratylenchus loosi* در باغات چای. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی ۳۷(۱-۲): ۲۹-۳۸.

۴. دامادزاده، م. و ع. احمدی. ۱۳۸۳. تأثیر سموم نماتدکش غیرتدخینی در کنترل نماتد چغندرقند. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، شماره۸۳/۱۱۸۶، ۲۳ صفحه.

5. Berkely, M.J. 1955. Gardeners Chronicle. London, 220 p.
6. Codex Alimentarius. 2007. Pesticide Residues in Food. 74th edition, 56 p.
7. Darekar, K.S. and P.P. Bele. 1990. Influence of *Meloidogyne incognita* on growth parameters of cucumber. Int. Nematol. Network Newsl. 7: 17-18.
8. Evans, A.A.F. 1973. Mode of action of nematicides. Ann. Appl. Biol. 75: 469-473.
9. Flint, D.R. 1973. The metabolism of Nemacure in pineapple. Chemagro Report No. 39119, pp. 11-15.
10. Flint, D.R., D.D. Church, H.R. Shaw and J. Armour. 1971. The mobility and persistence of Nemacur in soil and water. Chemagro Report No. 29974, pp. 4-8.
11. Greco, N., A. Brandonisio and F. Elia. 1992. Efficacy of SIP5561 and soil solarization from management of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on tomato. Nematol. Mediterr. 20: 13-16.
12. Khasawinch, A.M. 1972a. Metabolism of Nemacur in snap beans grown in closed chambers. Chemagro Corporation Report No. 34992, pp. 20-24.
13. Khasawinch, A.M. 1972b. The uptake and metabolism of Nemacure soil residues by soybean plants. Chemagro Report No. 35012, pp. 16-20.
14. Khasawinch, A.M. 1973a. Metabolism of Nemacur in carrots. Chemagro Report No. 36005, pp. 28-31.
15. Khasawinch, A.M. 1973b. Metabolism of Nemacur in tomato. Chemagro Corporation Report No. 38501, pp. 4-9.
16. Khasawinch, A.M. 1973c. Metabolism of Nemacur in cabbage. Chemagro Report No. 39120, pp. 34-39.
17. Kondratenko, V.V. 1985. *Meloidogyne javanica* in vegetable greenhouses in the Amur region. Byulleten Vsesoyuznogo Instituta Gelmintologii in K. I. Skryabina, No. 41, pp. 24-30.
18. Lamberti, F., N. Greco, M.D. Vito and M. DiVito. 1998. Possible alternatives to methyl bromide for the control of plant parasitic nematodes in Italy. Nematol. Mediterr. 26: 91-93.
19. Mahros, M.E.M. 1976. Studies on host parasitie relations of plant parasitic nematodes on cucurbitaceous plants. M.S. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt, 81 p.
20. Main, C.E. and S.K. Gurtz. 1989. Estimates of crop losses in North Carolina due to plant diseases and nematodes. Department of Plant Pathology Specific Publication No. 8, North Carolina State University, Raleigh, NC, 32 p.
21. Mancini, G., R. Villani, G. Rameri and L. Russo. 1974. A trial on controlling root knot nematodes of cucumber.

Ann. Fac. Sci. Agrar. Univ. degli Studi Napoli Portici. 8: 209-214.
22. Netscher, C. and R.A. Sikora. 1990. Nematode parasites of vegetables. PP. 237-283. *In:* Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge (Eds.), Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, CAB International, Wallingford, UK.
23. Nilson, G. 1964. Retgall nematodes ett allvar high problem I varmekravande huskulturer vila stockholm 70, 5 (c. f. Helminth, Abst. 34, 876).
24. Nordmeyer, D. and D.W. Dickson. 1990. Biological activity and acetylcholinesterase inhibition by nonfumigant nematicides and their degradation products on Meloidogyne incognita (l) Revue Nématol, 23: 311–316.
25. Opperman, C.H. 1992. Nematode acetylcholinesterases: molecular forms and their potential role in nematode behavior. PP. 60-72. *In:* Gommers, F.J. and P.W.T. Mass (Eds.), Nematology: From Molecule to Ecosystem, European Society of Nematologists, Invergowrie, Scotland.
26. Oteifa, B.A., D.M. EL-Gindi and F.F. Moussa. 1970. Root knot problem in recently reclaimed sandy areas of U.A.R.I. Nematode infestation and host range. Med. Fac. Landbouw Gent. 35: 1167.
27. Schuring, F. 1996. Analytical methods for pesticide residues in food. General Inspectorate for Health Protection, Netherlands, 45 p.
28. Shiabova, T.N. 1977. Study of gall nematodes in glasshouses in West Siberia. Sbornik. Nauchnykh-Trudov-Sibirskogo-Nauchno-Issledovatelskogo-Instituta-Khimizatsii-Selskogo-Kozyais-tva 3: 81-88.