



נמטודות טפיליות בכרמים בישראל

משמשים להן הגנה ומסתור. מלבד הנזק הישיר, הנובע מאיבוד מוטמעים ומשינויים מורפולוגיים ברקמות שורשי הפונדקאים, מסייעת נוכחות הנמטודות גם להגברת תחלואת הצמחים בגורמי מחלה שונים.

נמטודות כמחוללי מחלות בצמחים

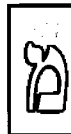
ניתן להבחין בשלושה טיפוסים נזק ברקמה המותקפת בנמטודות: א. נקרוזה (necrosis) - המתת תאים; ב. גדילה מופרזת ובלתי מבוקרת של תאים - יצירת גידולים (tumors); ג. התמוטטות רקמה - הפרדת תאים אלו מאלו. כאמור, נוסף לנזק הישיר הנגרם לצמח על-ידי הנמטודות, מתחולל לעתים קרובות גם נזק עקיף הקשור בגורמי מחלה אחרים, כמו פטריות, נגיפים וחידקים. נזק זה מתבטא במספר דרכים: א. יצירת פתחים לחדירת מיקרואורגניזמים משניים עקב פציעת הרקמה; ב. החמרת ביטויי מחלות אחרות, כמו פטריות וחידקים; ג. החדרה פעילה של גורמי מחלה אחרים, בעיקר נגיפים המועברים על-ידי נמטודות, כמו נגיף עלה המניפה בגפן. ד. שבירת העמידות בפני מחלות שונות בזנים העמידים למחלות אלו.

יש לזכור כי רוב הנמטודות הטפילות לצמחים, הן טפילים מוחלטים, ומהות גורם ראשוני כפתוגנים. עם זאת, יש לציין כי רוב מיני הנמטודות המאכלסות את הקרקע אינן טפילות לצמחים. הן ניזונות מרקבובית וממיקרואורגניזמים המצויים בקרקע, ואף עשוי להיות להן תפקיד חיובי. כמו כן מצויות בקרקע נמטודות הטורפות נמטודות.

לרוב מיני הנמטודות צורה נחשנית בכל

הקדמה

אמר זה מתבסס על בדיקות של אוכלוסיות נמטודות בכרמים, שבוצעו בעיקר בעשור האחרון, ומטרתו לעורר מודעות לנושא בקרב אנשי הענף.



הכרם נחשב לאחד הענפים החשובים בכלכלת המשקים החקלאיים. בענף זה מושקע הון רב בבניית תשתיות ובמחקר בתחומים רבים. בעבר לא היתה התייחסות מספקת למשמעות של הנזקים הכלכליים הכבדים הנגרמים לענף בגין טפיליות של נמטודות. הנמטודות, שהופצו בעבר בעיקר באמצעות המשתלות (נוסף לאוכלוסיות הטבעיות בשטחי הבור), התבססו עם השנים בעיקר עקב המחסור בקרקעות חלופיות, שהביא לשנטוע של חלקות נגועות אשר חרף את הבעיה.

לעתים חלה ירידה בפוריות הכרם (אף מבלי שהנטוע יהיה מודע לגורם הנמטולוגי) ונפגעת הכדאיות הכלכלית של הגידול, עקב הנגיעות במיני נמטודות טפיליות, עד כדי הצורך בעקירת כרמים סמוך לנטיעתם. בהשוואה לעצי פרי אחרים, מערכת בית השורשים של הגפן מאכלסת את המגוון הגדול ביותר של מיני נמטודות טפיליות. בניגוד לרוב הפגעים (כמו חרקים, פטריות, חיידקים ונגיפים הפוגעים בנוף הצמחים), שניתן בקלות יחסית לאבחן את נזקיהם, רוב הנמטודות המזיקות לצמחים שוכנות בקרקע, והן טפיליות על מערכת השורשים. הנזקים, שהן גורמות בנוף הצמחים, מתבטאים בפיגור כללי של התפתחות הצמחים, לרוב בלי להותיר סימני נזק ייחודיים, לכן אפשר לכנות את הנמטודות "האויב הסמוי מן העין". גם לאחר שאובחנה הנגיעות בנמטודות, יש קושי גדול בהדברתן, כיוון שהקרקע והשורשים

מישאל מור,

המחלקה לנמטולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, בית-דגן

מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, 5/9/99.

נמטודות ישובות היוצרות עפצים (root-knot nematode) מהסוג מלואידוגינה (Meloidogyne)

מינים מהסוג הזה גורמים את הנזקים הכבדים ביותר בכרמים בארץ. אלה הן נמטודות טפיליות פנימיות ישובות הנפוצות באזורים טרופיים וסובטרופיים. בארץ הן נפוצות בכל האזורים. הנזק מתבטא בעיקר בכרמים הניטעים בקרקעות מאווררות, ובמיוחד בשנטוע של כרמים בחלקות מאולחות בנמטודות. נמטודות אלו טפיליות על יותר מאלפיים מיני צמחים ממשפחות בוטניות שונות, לרבות צמחים עשבוניים, שיחים ועצים. ארבעה מינים חשובים של הנמטודות יוצרות העפצים מוכרים בכרמי הארץ, וכל מין מעמיד בתנאי שדה כשישה דורות בשנה. גודל העפץ שהם יוצרים מושפע בעיקר ממין הנמטודות, מסוג הפונדקאי ומתנאי הסביבה. בניגוד לפונדקאים אחרים, בגפנים העפצים אינם בולטים לעין, לכן קשה לזהותם בתנאי שדה. המין *M. hapla* יוצר עפצים קטנים. לעומת זאת, המינים *M. arenaria*, *M. incognita* ו-*M. javanica* יוצרים עפצים גדולים יותר (תמונה 1). סימני הנזק: עפצים בשורשי הצמחים, הגורמים לפיגור כללי בהתפתחות הצמחים, המלווה בדרך כלל בסימני מחסור בעלים. במקרים קיצוניים המחלה עלולה אף להמית עצים. נמצאו מספר כנות עמידות או סבילות לנמטודות יוצרות העפצים. חסרונן של כנות אלו שהן אינן עמידות לכל מיני הנמטודות יוצרות העפצים, ולעתים אפילו לא לכל הגזעים של אותו מין. נוסף לכך, עמידותן של הכנות לנמטודות יוצרות העפצים עלולה להישרב בטמפרטורות קרקע מעל 28 מ"צ.

נמטודות ישובות-למחצה (סמי-אנדופרזיטיות) מהסוג רוטילנכולוס (Rotylenchulus)

מינים מסוג זה נחשבים רב-פונדקאים, הנפוץ שבהם הוא המין *R. reniformis*. המכונה גם הנמטודה הכלייתית (על-פי צורת גופה של הנקבה).

שלבי חייהן, ואי אפשר להבחין בהן בעין בלתי מזוינת. ההתרבות נעשית על-ידי הטלת ביצים; מהביצה בוקע זחל (נימפה) בדרגה שניה, לאחר ארבעה נשלים מתקבל שלב הבוגר. הנמטודות, שבכל שלביהן צורתן נחשונית, הן טפיליות חיצוניות (אקטופרזיטיות) או טפיליות פנימיות (אנדופרזיטיות), ומהוות את עיקר מיני הנמטודות המאכלסות את הקרקע. לעומת זאת, בכמה מינים, הזחלים מהדרגה השניה חודרים לשורשים, עוברים בהם נשל ומאבדים את כושר תנועתם ואת צורתם הנחשונית. אלו נמטודות ישובות (אנדופרזיטיות) או ישובות-למחצה (סמי-אנדופרזיטיות). מפאת אורח חייהן ותגובת השורשים לאופן הזנתן של נמטודות אלו, חשיבותן כטפילים רבה. בתגובה לאופן ההזנה של הנמטודות הישובות, או הישובות-למחצה, נוצר סביב ראשן אתר הזנה, הכולל בדרך כלל כמה תאים בגליל המרכזי של השורשים (בסוגים מסוימים של נמטודות ישובות-למחצה, אתר ההזנה נמצא בקליפת השורשים). תאים אלו עוברים תהליכים של היפרטרופיה והיפרפלסיה, ומשמשים לצרכי הזנת הטפיל כל חייו. כתוצאה מפעילות זו, חלים שיבושים ברקמות ההובלה שבגליל המרכזי של השורשים (בעצה ובשיפה), וברקמות הפרנכימה של הגליל המרכזי וקליפת השורשים, ותפקודן התקין נפגע. מאחר שהנמטודות האנדופרזיטיות חיות בתוך רקמת השורשים, הן מופצות בקלות יחסית על-ידי חומר ריבוי מאולח וקשה להדבירן כי הן מוגנות על-ידי רקמת השורשים.

פעילותן של רוב הנמטודות מרוכזת בעיקר בשכבת הקרקע העליונה, שעוביה כ-50 ס"מ, ככל שמעמיקים, הולכת ואכלוסיתן ומצטמצמת. הנמטודות פעילות בסביבה לחה, בעיקר בקרקעות מאווררות בטמפרטורה של 10-30 מ"צ.

מיני הנמטודות הנפוצות בכרם בארץ ואורח חייהן

נציג כאן חלק מסוגי הנמטודות הטפיליות החשובות, הנפוצות בכרמים בישראל.

הקיץ (8), מחזור החיים שלהן נמשך מספר חודשים (7), ולכן בטבע הן מקימות רק דור אחד בשנה. הן טפילות בעיקר על שיחים ועצים. המין *X. index* הוא המין הנפוץ ביותר בכל חלקי הארץ ובכל סוגי הקרקעות. לעתים קרובות נמצאו באוכלוסיות גדולות של מאות נמטודות לגרם קרקע. במקרים אלו הנזקים בנוף הצמחים נראים לעין. זו הנמטודה הטפילית החשובה ביותר בכרם אחרי הנמטודה יוצרת העפצים. בניסויים מבוקרים של שתילת ייחורי גפן במכלים מודבקים בכסיפינמה אינדקס, היתה ירידה של 34% במשקל הצמחים לאחר שישה חודשי גידול (2). נוסף לנזק הישיר של שורשים דלילים, מקוצצים ומושחמים (תמונה 3), הנמטודה מעבירה את נגיף עלה המניפה (*fanleaf*) של הגפן.

בשטח נגוע שנעקר עלולות הנמטודות לשרוד בקרקע על שאריות השורשים משך 5-6 שנים ויותר. לכן, יש להשמיד את השורשים בעזרת קוטלי עשבים או באמצעים אחרים.

לעתים מופיעים גם מיני כסיפינמה אחרים: *X. elongatum*, *X. berevicolle*, *X. israeliae*, *X. insigne*, *X. ingens*, *X. pini* ו- *X. mediterraneum*, *X. italica*

הסוג לונגידורוס (*Longidorus*)

מיני הנמטודה מהסוג הזה נחשבים לארוכים שבין הנמטודות הטפיליות על צמחים (3-10 מ"מ). נמטודות אלו ניזונות בעיקר מקצות שורשים של צמחים עשבוניים, עוזרות את התארכותם וכתוצאה מכך השורשים הנגועים נראים מקוצצים (תמונה 3). מקובל לחשוב כי נמטודות אלו פעילות בעיקר בעונת החורף, אולם המינים, ל. ברויקודאטוס (*L. brevicaudatus*), ל. אפריקנוס (*L. africanus*), ל. אלוגטוס (*L. elongatus*) ו-ל. סידיקי (*L. siddiqii*) נפוצים ומתרבים בכרמים במשך כל עונות השנה (8).

הסוג טריכודורוס (*Trichodorus*)

אלו נמטודות קטנות באופן יחסי (0.5-1 מ"מ) הניזונות מקצות שורשים ונפוצות בכרמים (תמונה 4). באוכלוסיות גדולות

נמטודות טפיליות חיצוניות, ממשפחת לונגידורידה (*Longidoridae*)

סוגים ממשפחה זו מוכרים בעיקר כטפילים בקצות שורשים. אלה הן נמטודות אקטופרזיטיות (טפיליות חיצוניות) מובהקות, הניזונות בעיקר מקודקודי שורשים ועקב כך השורשים דלילים וצמיחתם נפסקת. מינים ממשפחה זו ידועים גם כמעבירים של נגיפים (2).

בהשוואה לעצי פרי אחרים,

מערכת בית השורשים של

הגפן מאכלסת את המגוון

הגדול ביותר של מיני

נמטודות טפיליות. בניגוד

לרוב הפגעים, שניתן בקלות

יחסית לאבחן את נזקיהם,

רוב הנמטודות המזיקות

לצמחים שוכנות בקרקע, והן

טפיליות על מערכת

השורשים. הנזקים שהן

גורמות בנוף הצמחים

מתבטאים בפיגור כללי של

התפתחות הצמחים, לרוב

מבלי להותיר סימני נזק

ייחודיים. לכן אפשר לכוון

את הנמטודות האויב הסמוי

מן העין

הסוג כסיפינמה (*Xiphinema*)

רוב המינים הנפוצים המאכלסים בתי שורשים של גפנים הם מהסוג *Xiphinema* (תמונה 2). אלה הן נמטודות ארוכות באופן יחסי (2-8 מ"מ), המתרבות בעיקר בעונת

תפוצתו של מין זה, והמין *R. macrosomus* (בכרמים נמוכה. כדי לשמור על המצב יש להישמר מנטיעה בקרקעות מאולחות בסוג זה, כמו שדות כותנה נגועים. לסוג זה אין סימנים מאפיינים של נזק לפונדקאי, מלבד פיגור כללי בהתפתחות העצים.

נמטודת ההדרים מהמין

טילנכולוס סמיפנטראנס

(*Tylenchulus semipenetrans*)

נמטודת ההדרים היא נמטודה חצי-ישובה, בעלת תחום פונדקאים צר, טפילית בעיקר על שורשי הדרים ונפוצה בפרדסים (5), לכן, יש להימנע מנטיעת כרם על פרדס נגוע בנמטודות הדרים. בארץ נמצאו פונדקאים נוספים לנמטודה זו, כמו זיתים ואפרסמון. הנקבה של הנמטודה יוצרת אתר הזנה מסביב לראשה בקליפת השורשים. כמו בהדרים, גם בגפנים, הנמטודה עלולה לגרום לנזק ישיר מועט, אך בעקבות הנמטודות חודרים מיקרואורגניזמים משניים המחמירים את הנזק.

נמטודות ממשפחת הופלוליימידה

(*Hoplolaimidae*), או בשמן

העממי - נמטודות סלילניות

(ספירליות)

משפחה זו כוללת בעיקר כמה סוגים נפוצים של נמטודות אקטופרזיטיות סמי-אנדו ואנדופרזיטיות נודדות. הנפוצים ביותר בכרמים הם מינים מהסוג הליקוטילנכוס (*Helicotylenchus*) הגורמים נזקים כאשר האוכלוסיה מונה עשרות נמטודות לגרם קרקע. בניגוד לגידולים אחרים, מינים של סוג זה התוקפים גפנים מנהלים אורח חיים של טפיליות חיצונית.

בית השורשים של הגפנים מאוכלס גם במינים מהסוגים האלו: הופלולאימוס (*Hoplolaimus*) רוטילנכוס (*Rotylenchus*) וכן סכוטלונמה (*Scutellonema*). נמטודות אלו פוגעות בקליפת שורשי הצמחים, גורמות לכתמים נקרוטיים ולשורשים מושחמים, אך אין סימנים ברורים המאפיינים את נוכחותן, מלבד פיגור כללי בהתפתחות הצמחים.

מתוך מחקרים של מוסדות בניו-זילנד:

בזיתים. נבדקה פעילות ההאבקה על-ידי דבורים. נמצא שהדבורים אינן אוספות אבקת זיתים. הגברת היבול הושגה על-ידי איסוף אבקה ופיזור בעזרת מיכון. נבדקה השפעת זנים מאביקים על יכולת הזית מזן 'כרנע' (זן ישראלי) ונמצא שמרחק הזן מהמאביק משפיע מאוד על היבול.

חרכון באגס. נמצא שדבורים אשר "זוהמו" באבקה מעורבת בבקטריות מועילות נגד החרכון יעילות מאד בפיזור האבקה ואיתה את האויב הטבעי לפרחי אגסים אירופאים ויפנים.

מכות שמש כתפוח. נעשו נסיונות להבנת הגורמים למכת שמש כתפוחים, כמו השפעת טמפרטורות, קרינת UV ועוד. העבודה נעשת בזנים *Fuji*, *Braeburn*. נבדקו דרכים להקטנת הנזק.

בענבים. נבדקו שיטות למניעת נזקי צפרים על הפרי. הישור נשק מופעל עם גז ורשתות. נבדקה השפעת השיטות על איכות הסביבה, רעש והוצאות מול תועלת.

The Orchardist, Aug. 1999

בירחון *Orchardist*, יוני 1999, המופיע בניו-זילנד התפרסם שעומד לצאת לאור ספר על גידול התמרילו (עץ העגבניה). הספר הוכן במשך 4 שנים במימון ארגון מגדלי התמרילו. חברי הארגון המשלמים את ההיטלים יקבלו את הספר תמורת כ-120 ש"ח. מגדלים אחרים שברצונם לרכוש את הספר ישלמו מחיר מלא, כ-340 ש"ח.

טילנכורינכוס (*Tylenchorhynchus*), הנחשבים לטפילים חלשים.

מניעה והדברה של נמטודות

הנזק שגורמות נמטודות עומד ביחס ישר לגודל האוכלוסיה ולהרכב סוגי הנמטודות שבה. הנזק תלוי גם בגורמי סביבה כמו טמפרטורה, לחות, סוג הקרקע ורמת הדישון. כמו כן תלוי הנזק בסוג הגידול ובמידת העמידות או הסבילות של הפונדקאי לטפיל.

הפעולות הקשורות בלוחמה בנמטודות נועדו להשיג מספר מטרות: מניעה, הקטנת האוכלוסיה והענקת דרגת סבילות לצמחים. האמצעים להשגת המטרות רבים ומגוונים והם כוללים: א. בקרה על הפצת הטפיל. ב. לוחמה ביולוגית בנמטודות באמצעות אויבים טבעיים. ג. מציאת צמחים עמידים לנמטודות. ד. ממשק גידול לקטילת הנמטודות. ה. שימוש בכימיקלים.

ברוב המקרים יש לשלב כמה אמצעים כדי לקבל תוצאות יעילות.

א. בקרה על הפצת הטפיל

חלק מהאמצעים שהוזכרו לעיל לא יעילים, לכן, מניעת ההפצה על ידי המשתלות והימנעות מנטיעה על שטח מאולח היא הדרך היעילה ביותר לצמצום נזקי נמטודות. הנזק רב בגידולים רב-שנתיים, כמו הכרם, המאפשרים בנייה וריבוי של אוכלוסיות הטפיל במשך השנים, גם מאוכלוסיות התחלתיות נמוכות. כאמור, גם שנטוע על חלקה נגועה, בלי מרווח זמן, ינציח את הבעיה. במיני כסיפינמה, למשל, הנמטודות עלולות לשרוד בקרקע מספר שנים לאחר עקירת הכרם. לכן, בטרם נעקר הכרם לשם שנטוע, חשוב לבצע בדיקה נמטולוגית על ידי איש מקצוע. רצוי לבדוק את השתילים במשתלה אצל גורם מקצועי מוסמך לפני קנייתם. יש לשאוף לאפס נגיעות במשתלה, ושתילים נגועים יש להשמיד.

ב. לוחמה ביולוגית בנמטודות באמצעות אויבים טבעיים

בקרקעות טבעיות קיימים אויבים טבעיים לנמטודות, כמו פטריות, חיידקים, נמטודות טורפות נמטודות, פרוטוזואה ועוד.

פטריות: מצויים בטבע מספר רב של מיני פטריות התוקפות שלבים חופשיים של

של עשרות נמטודות לגרם קרקע הן גורמות נזקים. בגידולים אחרים הן מוכרות גם כמעבירות וירוסים.

נמטודות טפיליות חיצוניות,

ממשפחת קריקונמאטידה (Criconematidae)

אלו נמטודות טפיליות חיצוניות מובהקות, קצרות ורחבות, בעלות קוטיקולה משוננת אופיינית ודוקרן גדול ביחס לגוף (תמונה 5). קשה יחסית לבודד נמטודות אלו מהקרקע. סוגים ממשפחה זו, כמו קריקונמוידס (*Criconemoides*) קריקונמה (*Criconema*), המיקריקונמוידס (*Hemicriconemoides*), נפוצים בכרמים, בעיקר נפוץ הסוג קריקונמוידס המצוי בכל אזורי הארץ. הנזק שהוא גורם מתבטא בפיגור כללי בהתפתחות הצמחים.

נמטודות טפיליות חיצוניות,

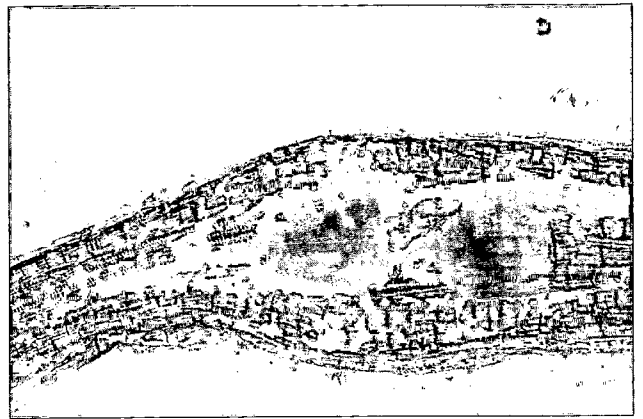
ממשפחת פאראטילנכידה (Paratylenchidae)

מינים מהסוג פאראטילנכוס (*Paratylenchus*) ממשפחה זו מנהלים אורח-חיים של טפילים חיצוניים, והם נפוצים בכל אזורי הארץ. אוכלוסיות גדולות של מאות נמטודות לגרם קרקע עלולות לנוון כרמים, מבלי להותיר סימני נזק מאפיינים. בבקעת הירדן, בערבה, בחבל לכיש ובמקומות נוספים נמצאו אוכלוסיות גדולות של סוג זה (תמונה 6).

נמטודות טפיליות פנימיות נודדות,

ממשפחת פראטילנכידה (Pratylenchidae)

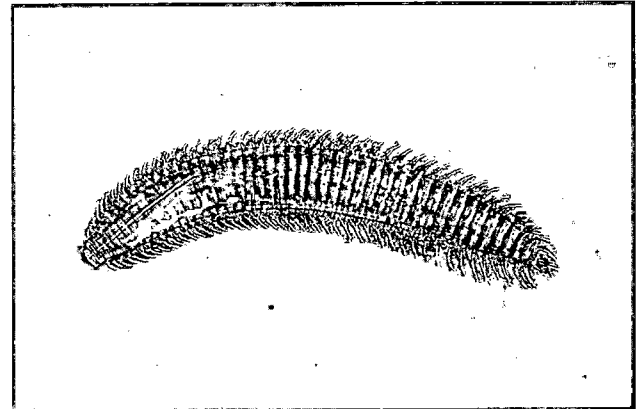
מינים מהסוג פראטילנכוס (*Pratylenchus*) מנהלים אורח-חיים של טפילים פנימיים (אנדופרזיטים) נודדים (תמונה 7). באוכלוסיות גדולות, של מאות נמטודות לגרם קרקע או לגרם שורש, הן עלולות לגרום לנוון הצמחים. מיני פראטילנכוס נפוצים בגידולים רבים. בתפוחים למשל, נפוץ המין *P. vulnus* (4), לכן, יש להימנע מנטיעת כרם על מטע תפוחים. פרט לנמטודות שהוזכרו עלולים להופיע בכרם גם מיני נמטודות נוספים, כגון מיני



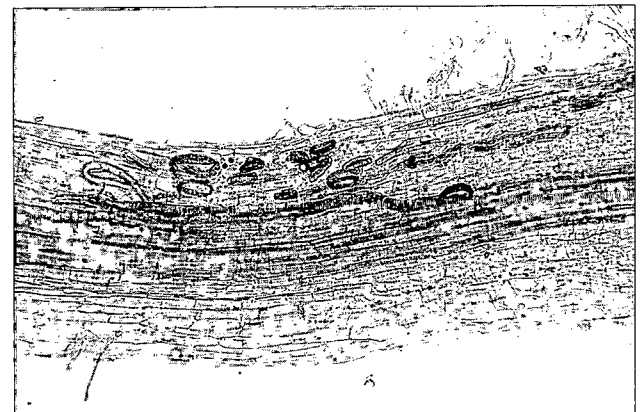
1 נקבה של נמטודה ישובה, יוצרת העפצים מהמין *M. javanica* בתוך רקמת שורשים. מימין, בתוך הרקמה נראית הנקבה דמוית אגס, משמאל אתר ההזנה שלה. ניתן להבחין בנוק בגליל המרכזי של השורש.



3 ייחורי גפן: בצד ימין מודבק ב-*X. index*, השורשים דלילים ומושחמים. במרכז לא מודבק. בצד שמאל ייחור מודבק ב-*L. africanus*, שורשים דלילים ומקוצצים.



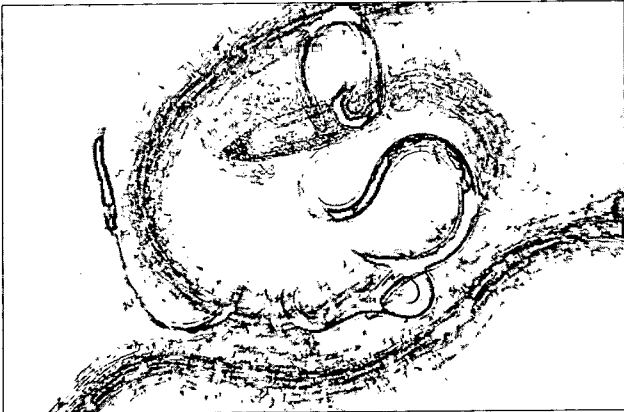
5 נמטודה טפילית חיצונית מהסוג *Criconema*, הקוטיקולה משוננת והדוקרן ארוך ביחס לאורך גופה.



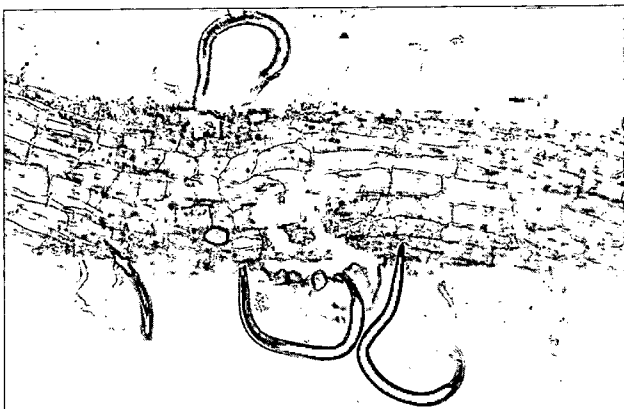
7 נמטודות טפיליות פנימיות מהסוג *Pratylenchus* מאכלסות את הפרנימימה של קליפת השורש.



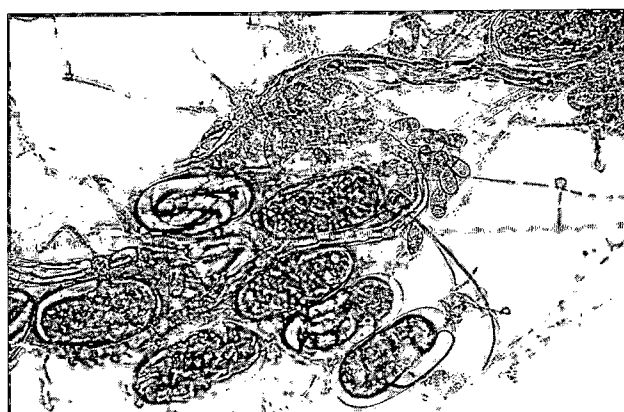
2 נמטודות טפיליות חיצוניות מהמין *X. index* ניזונות מקודקודי צמיחה של שורש. הדוקרן הארוך מגיע עד אזור הגליל המרכזי ומשבש את התמימות.



4 נמטודות טפיליות חיצוניות מהסוג *Trichodorus* ניזונות מקצות שורשים.



6 נמטודות טפיליות חיצוניות מהסוג *Paratylenchus* ניזונות משרשים.



8 פטריית טפיליות בתוך ביצים וזחלים של נמטודות יוצרות העפצים.

טבלת כנוח גפנים העמידות למינים של נמטודות יוצרות עפצים

Meloidogyne

סוג הכנה	מין הנמטודה
Kober 5BB (Berlandieri X Riparia)	<i>M. Arenaria</i> , <i>M. Hapla</i> , <i>M. incognita</i>
Fercal	<i>M. Arenaria</i> , <i>M. Hapla</i>
Dog Ridge, Salt Creek	<i>M. Arenaria</i> , <i>M. incognita</i>
Harmony 504, Teleki 8B, 1103 Pauben, 1447 Pauben, 101-14, 1103-Paulsen, 1447 Paulsen, 101-14, 3306, 1613C	<i>M. Arenaria</i>
KM-151	<i>M. Hapla</i>
Ramsey, Richter P5, Freedom, Harmony, 101-14 Mgt, Anka Kauchan, Black Sultan, Luglienga, Kandhari, Black Champa, cv. Criollo Negra, 1613 Couderc,	<i>M. Incognita</i>
Masangwi	<i>M. Javanica</i>

גם האפשרות לשבירת העמידות כתוצאה מטמפרטורות קרקע גבוהות בתקופת הקיץ (14). גורמים אלו מגבירים את אי הבהירות וחוסר הוודאות לגבי ההצלחה בבחירת כנה עמידה לנמטודות. בעתיד רצוי ללבן וללמוד מחדש את הנושא, בתנאי הארץ, בצורה מסודרת ויסודית.

ד. הקטנת אוכלוסיות על-ידי ממשק גידול

הקטנת אוכלוסיית נמטודות מבוססת על יצירת תנאי סביבה שבהם אין הנמטודות יכולות לחיות או לגרום נזק. האמצעים דלהלן מקטינים את האוכלוסיות באופן הדרגתי:

1. השארת הקרקע ללא צמחיה, על-ידי עיבודים תכופים (כי העשביה עלולה להוות פונדקאי), לשנה-שנתיים לפני נטיעה (בקרקות מאולחות בכסיפינמה רצוי ארבע שנים ואף יותר), מרעיבה את הנמטודות.

2. ריבוי חומר צמחי חופשי מנמטודות - שימוש במצעים מנותקים, ובמידת הצורך השמדת שתילים חשודים.

3. לחות - כידוע, נמטודות זקוקות לחות לשם התרבותן. בהיותן מאכלסות את השכבות העליונות של הקרקע הן חשופות להתייבשות (נזקי הנמטודות נמוכים בגידול של ענבי יין וענבי מאכל בתנאי בעל). לכן, מבחינה נמטולוגית עדיפה השקיה בפיזור רחב, במנות גדולות

בשטח מחוטא מגביר את התרבותם). זבל אורגני, קומפוסט או תוספות אורגניות שמקורן בפסולות תעשייתיות כגון קמח כותנה, קמח נוצות או קליפות זרעים, שיוספו לקרקע יכולות לעודד מיקרואורגניזמים אנטגוניסטים לנמטודות, ולכן רצוי מאד להשתמש באמצעים אלו. גם הצנעת זבל ירוק לפני הנטיעה עשויה לצמצם את אוכלוסיית הנמטודות.

ג. מציאת צמחים עמידים לנמטודות

בגידולים חקלאיים נעשה שימוש בטיפוח זנים עמידים לנמטודות יוצרות העפצים. השיטה נפוצה בגפנים ולכן רצוי לבחור כנות עמידות, או חסינות. יש לזכור שלא נמצאה כנה עמידה לכל המינים והגזעים של הנמטודות יוצרות העפצים, כפי שמפורט בספרות (14). ראה טבלה.

בישראל עדיין לא נצבר ידע מספיק לגבי העמידות של הכנות המקובלות אצלנו לכל מיני הנמטודות יוצרות העפצים הנפוצים. בשנות השבעים בוצע ניסוי מוגבל בהיקפו לבדיקת עמידות של כנות הנפוצות בארץ, כמו פולסן 110, הרמוני, 1613, סולטקריק, SO-4, ורוגייירי 140 ל-*M. javanica*, והן נמצאו עמידות (3).

יש לציין כי לעתים קרובות האוכלוסיות של מיני הנמטודות יוצרות העפצים מעורבות בשטחי הנטיעות, וזאת נוסף לאפשרות של הימצאות גזעים מקומיים אשר רגישותם לנמטודות שונה. קיימת

נמטודות, כמו מיני *Arthrobotrys* (13). ביצי נמטודות ונמטודות, נתקפות על-ידי מיני פטריות אנדופרזיטיות, כמו מיני *Paecilomyces*, *Nematophthora*, *Verticillium* (תמונה 8) ו-*Catenaria* ומינים נוספים (11); ומינים לא מוגדרים (10). בארץ ובעולם בוצעו נסיונות רבים כדי להרבות ולמסחר פטריות להדברת נמטודות, עד כה ללא הצלחה כלכלית יתרה.

חיידקים: בטבע מצויים חיידקים התוקפים נמטודות, כמו *P. nishizawae*, *P. thornei*, *Pasteuria penetrans* ו-*P. thornei*, וסוגים נוספים. החיידק בעל פוטנציאל הפעילות הנמטוצידית הרבה ביותר הידוע עד כה הוא *Pasteuria penetrans*. חיידק זה הוא טפיל מוחלט על מיני נמטודות טפיליות לצמחים (12), בעל כושר הישרדות בתנאי יובש וטמפרטורה קיצוניים, ועמידות בפני חומרי הדברה שונים - כל אלו הפכו חיידקים אלו לבעלי פוטנציאל גדול בהדברת נמטודות. אולם, היותם טפילים מוחלטים לא איפשר עד כה את ריבויים במצע-מזון לשם קבלת כמויות מסחריות. בכרמים נמצאו חיידקים אלו בגופן של נקבות הנמטודות יוצרות העפצים. בעתיד יתכן שימוש מסחרי בחיידק זה, על-ידי ריבויים על שורשי צמחים נגועים בנמטודות.

בקרקע מצויים גם כמה מיני פטריות וחיידקים המפרישים טוקסינים הפוגעים בנמטודות, או דוחים את משיכתן לשורש. ישנם גם חיידקים מפרקי תרכובות חנקניות, אגב יצירת אמוניה הפוגעת בנמטודות.

נמטודות: נמטודות הטורפות נמטודות מצויות בקרקעות. הנפוצות שבהן משתייכות לסדרה *Mononchida* והן בעלות יכולת טריפה גדולה מאד (9).

גם קבוצה גדולה של אורגניזמים נוספים המצויה בקרקעות טבעיות, כמו אקריות, טחבים, פרוטוזואות ועוד, יכולה לצמצם אוכלוסיות של נמטודות טפיליות על צמחים (11, 14).

מכל האמור לעיל, יש לשמר ולעודד מיקרואורגניזמים המצויים באופן טבעי בקרקע (חיטויי קרקע בחומרי אידיוי כמו מתיל-ברומיד למשל, יוצרים ריקנות ביולוגית, לכן, אילוח בנמטודות טפיליות

ובמרווחי-זמן ארוכים, על-פני מנות מים קטנות לעתים קרובות. יתכן והמעבר להשקיה בטפטוף מגביר את נזקי הנמטודות. כיוון שהנמטודות מאכלסות בעיקר את השכבה העליונה של הקרקע, יתכן כי טפטוף טמון עשוי לצמצם את נזקי הנמטודות.

4. הרטבת הקרקע (על-מנת לעורר את הנמטודות) וייבושה לסירוגין לפני השתילה, היא תהליך הקוטל חלק מהנמטודות.

5. דישון-דישון מיטבי גורם לצימוח מהיר של השורשים. מקובל גם כי דישון אשלגני גורם לחיזוק רקמות הצמחים, דבר המאפשר התמודדות טובה יותר של הגפנים נגד הטפיל.

6. הצנעת זבל ירוק לפני הנטיעה - זבל אורגני ותוספות אורגניות, כמו קמח נוצות ותוספות אורגניות אחרות, מעודדים אנטגוניסטים לנמטודות.

7. בשנים האחרונות נערכו נסיונות במטעים, כמו במטעי מנגו, להוסיף טוף לתוך תעלות הנחפרות לאורך שורות העצים. אמצעי זה מגביר אמנם את אורור הקרקע ומעודד צימוח מהיר של שורשים אך, בכרם הנגוע בנמטודות יוצרות העפצים צריך לנהוג במשנה זהירות כי הדבר עלול להגביר את קצב ריבוי הנמטודות.

ה. הדברה כימית

קיימת מגבלה בשימוש בכימיקלים, אולם במשתלות ניתן לבצע חיטוי קרקע בחומרי אידיוי כללי, כמו מתיל-ברומיד לפני השתילה. החיטוי יעיל לעונה אחת. חשוב להימנע מהכנסת חומר ריבוי נגוע לשטח המחוטא, דבר שעלול לגרום לכך שאוכלוסיית הנמטודות תיבנה בקצב מוגבר מהרגיל, בשל הפרת המאזן הביולוגי בקרקע. בשטח נגוע בנמטודות חופשיות, כמו במיני כסיפינמה, ניתן לטפל גם בטלון ובאדין. בגידול קיים, מצויים בשוק מספר חומרים נמטוצידיים מקבוצת הקרבמטים, כמו טמיק - Temik (aldicarb), בעל רעילות גבוהה מאד של $LD_{50} = 0.9$ מ"ג לק"ג בחולדות, לכן השימוש בו בכרם מניב נאסר. וויידט - Vydate (oxamyl), $LD_{50} = 5.4$ מ"ג לק"ג, גם חומר זה רעיל מאד לבעלי דם חם. קיימים גם נמטוצידיים מקבוצת הזרחנים האורגנים, (1) כמו נמקור - Nema-cur (fenamiphos), $LD_{50} = 15 - 20$ מ"ג לק"ג

ורגבי-Rugby (Cadusafos), $LD_{50} = 37-71$ מ"ג לק"ג בחולדות, דרך הפה. חומרים אלו ניתנים לפני השתילה ואחריה. כל הנמטוצידיים, פרט לרגבי, הם סיסטמיים לכן צריך לעשות בהם שימוש לאחר הבציר, או מספר חודשים לפני הבציר, כדי למנוע שאריות בפרי. חשוב להדגיש כי בניגוד לדיווח בספרות הנמטולוגית, הנמטוצידיים נמקור ורגבי (במינונים המקובלים) אינם יעילים כקוטלי נמטודות מהסוגים כסיפינמה ולונגידורוס. לכן, כדאי לשקול אפשרות של יישום טמיק ואולי גם וויידט בכרם הנגוע בכסיפינמה מיד לאחר הבציר.

לסיכום

לאחר שהנמטודות התבססו בשטח, הדברתן קשה ולעתים בלתי אפשרית. במקרה הטוב, במצבים מסוימים, ניתן לצמצם את הנזקים אך לא למנוע אותם. מכיוון שכך, הדרך היעילה ביותר היא להשקיע מאמץ וחשיבה בפיתוח אמצעים למניעת ההפצה והכנסת הנמטודות לכרם. יש להקפיד על רכישת שתילים ממשותלות שמשתמשות במצע מעוקר ומנותק, הנקי לחלוטין מנמטודות.

בשנטוע, רצוי לבדוק את החלקה באופן יסודי ומקצועי להימצאות נמטודות לפני עקירת הכרם. גם בנטיעה בחלקות חדשות רצוי לבצע בדיקות נמטולוגיות לפני הנטיעה.

בשטח נגוע מומלץ להשאיר בין העקירה לנטיעה פסק זמן של שנתיים ללא צמחיה, כשמדובר בהימצאות הנמטודות יוצרות העפצים ארבע עד שש שנים, כשיש נגיעות בכסיפינמה, או לחילופין לטפל בחומרי אידיוי ולקראת הנטיעה להצניע זבל ירוק. בכרם הנגוע בנמטודות יש לשלב שימוש בחומר אורגני, מתן דישון מתאים לחיזוק הכרם, יישום נמטוצידיים בתחילת האביב עם התגברות פעילות הנמטודות, ויישום נוסף לאחר הבציר. חשוב לזכור כי מבחינה אקולוגית השימוש בנמטוצידיים אינו רצוי ולא מספיק. לכן, יש להתור לצמצום בעתיד, רצוי לבדוק בתנאים מבוקרים את עמידות הכנות המקובלות בארץ למיני הנמטודות יוצרות העפצים הנפוצים בישראל. רצוי גם ללמוד את נושא ההשקיה בטפטוף טמון, מבחינת השפעתה על

הנמטודות. שילוב כל האמצעים שאוזכרו עשויים לצמצם את נזקי הנמטודות.

ספרות

- 1) אוריון, ד., אוקו, א. וסגל, נ. 1991. הדברת הנמטודה יוצרת העפצים בגפן בערבה. "השדה" ע"א, ה': 730-731.
- 2) כהן, ע. 1970. נמטודות המסוגלות להעביר וירוסים בישראל. א. הסוג כסיפינמה (*Xiphinema*). "השדה" נ"א, ב': 197-201.
- 3) כהן, ע. 1974. נמטודות מהסוג כסיפינמה בכנות גפן עמידות לנמטודות העפצים. "השדה" נ"א, ב' 235-237.
- 4) מור, מ. 1998. נמטודות מהמין *Pratylenchus vulnus* הגורם לניון מטעי תפוחים בישראל ודרכים לצמצום נזקיהן. עלון הנוטע נ"א (12): 486-490.
- 5) מור, מ., וספגל, י. 1998. נמטודות ההדרים *Tylenchulus semipenetrans* והנמטודה *Xiphinema brevicolle* בנטיעות החדשות של פרדסי צפון הנגב. עלון הנוטע נ"א (6): 264-269.
- 6) קוזודין, י. ווייס, מ. 1997. נגיעות משתלות הדרים בנמטודות - סקר 1996-1997. עלון הנוטע נ"א (9): 432-434.
- 7) Cohn, E. and Mordechai (Mor), M. 1969. Investigations of the life cycles and host preference of some species of *Xiphinema* and *Longidorus* under controlled conditions. *Nematologica* 15: 295-302.
- 8) Cohn, E. and Mordechai (Mor), M. 1970. The influence of some environmental and cultural conditions on rearing populations of *Xiphinema* and *Longidorus*. *Nematologia* 16: 85-93.
- 9) Cohn, E. and Mordechai (Mor), M. 1974. Experiments in suppressing citrus nematode populations by use of a marigold and a predacious nematode. *Nematologia Mediterranea* 2: 43-53.
- 10) Oka, Y., Chet, I., Mor, M., and Spiegel, Y. 1997. A fungal parasite of *Meloidogyne javanica* eggs: Evaluation of its use to control the root-knot nematode. *Biocontrol Science and Technology* 7: 489-497.
- 11) Stirling, G. R. 1991. *Biological Control of Plant Parasitic Nematodes*. CAB International, Oxford, UK.
- 12) Sayre, R.M. and Starr, M. P. 1988. Bacterial Diseases and Antagonisms of Nematodes, in: *Diseases of Nematodes*, Vol. I (Poiner, O.G. and Jansson, H.B., Eds) CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 69-101.
- 13) Stirling, G. R., Smith, L. J., Licastro, K. A. and Eden, L.M. 1998. Control of root-knot nematode with formulations of the nematode-trapping fungus *arthobortrys dactyloides*. *Biological Control* 11: 224-230.
- 14) Whitehead, A.G. 1997. *Plant Nematode Control*. CAB International, Wallingford, UK.