

פיתוח השימוש בנמטודות להדברת קמחיות בגידולים אורגניים בבתי צמיחה

Enhancement of the use of enthomopathogenic nematodes against mealybug pests of organic crops in greenhouses

מוגש לקרן המדען לתחום של חקלאות אורגנית

ע"י

| | |
|--|---|
| המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז ולקני, משרד החקלאות בית דגן. | צבי מנדל, גלינה גינדין, איתמר גלזר, אלכס פרוטסוב, ליאורה סלמה, מרים אליהו, טטיאנה קוזנצובה zmendel@volcani.agri.gov.il |
| Galina Gindin, Zvi Mendel, Itamar Glazer, Alex rs, Tatiana Kuznietzov, Liora Salma and Miriam Eliyahu, | Department of Entomology, Agricultural Research Organization, Volcani Center, Bet Dagan, 50250 |
| Liana Ganot, Moshe Elbaz | ליאנה גנות, משה אלבז |
| South Research & Development | מו"פ דרום |

הצהרת החוקר הראש:
הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.
הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים: בשל העובדה שהניסויים לא בשלו לידי גיבוש המלצות מעשיות)

חתימת החוקר הראשי



מרס 2013

שבת תשע"ג

תקציר

הצגת הבעיה: מיני קמחיות, בעיקר קמחית ההדר וקמחית הסולניים הם מזיקים קשים בבתי צמיחה, בעיקר בגידולים אורגניים, בהם טרם נמצא אמצעי הולם להדברתן. לאור הקושי בהדברת קמחיות בבתי צמיחה באמצעות תכשירים ידידותיים לסביבה, השימוש האפשרי בנמטודות קוטלות חרקים מהמשפחות Heterorhabditidae ו-Steinernematidae להדברה של קמחית ההדר *Planococcus citri* וקמחית הסולניים *Phenacoccus solani* נבחן בניסוי מעבדה וחממה.

מטרות המחקר היו לבחון את השימוש בנמטודות אנטומופתוגניות, כאמצעי ידידותי לסביבה על מנת להדביר את הקמחיות, תוך בחינה של הפורמולציות המתאימות למטרה זו. המטרות הספציפיות לשנת המחקר הראשונה היו להעריך באמצעות ניסויי מעבדה את עוצמות התמותה הנגרמות ע"י המחקר השנייה היו לבחון מהם התנאים האופטימאליים הנדרשים להדבקה יעילה של מיני הקמחיות הנבדקים ע"י *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ו- *Heterorhabditis bacteriophora*, תוך דגש על חשיפת תרחיף הנמטודות על פני העלה. בשנה השלישית הושם דגש על בחינת היעילות בפועל של הנמטודות מתכשיר מסחרי ונמטודות שגודלו במעבדה בחממות צמחי תבלין, בעיקר כנגד קמחית ההדר.

שיטות הקמחיות גודלו בתנאים מבוקרים על נבטי תפוז"א. בנוסף, גודלה קמחית ההדר על צמחי מנטה ואילו קמחית הסולניים על שתילי פלפל בחממות. הנמטודות גודלו במעבדה על זחלי עש הדונג. הוכנו תמיסות מימיות או תרחיף של SPF = Surfactant-polymer-formulation. המבחנים הביולוגים התבצעו ע"י פיזור תמיסות מהולות בצלחות פטרי בהן נמצאו הקמחיות ללא צמח הפונדקאי, או על חלקי צמח שהקמחיות מאכלסות שתילים הגדלים בתוך דליים בחממה. הפעולות שהתבצעו היו: 1. אפיון משך זמן החשיפה של הנמטודות לקמחיות, 2. הערכה של השילוב של SPF עם *S. carpocapsae* על קטילת קמחית הסולניים על צמחי פלפל וטרגון, 3. הערכת יעילות הטיפול בנמטודות בחממה. בשנה האחרונה של המחקר נבדקה היעילות של שני מיני נמטודות, אך בעיקר של *Steinernema carpocapsae* בחממות המחקרות את הגידול המסחרי על צמחי מנטה וטרגון, במשטר הדברה מסחרי.

תוצאות עיקריות: התמותה הרבה ביותר לאוכלוסיות של קמחית ההדר וקמחית הסולניים נגרמה ע"י *S. carpocapsae*. אף לא אחת ממיני מהנמטודות שנבחנו מצליחות להתרבות בגוף מי מארבעת מיני הקמחיות שנבדקו. נרשמה תגובה ברורה של שיעורי התמותה בהתאמה לריכוז הנמטודות בתמיסות שנבדקו. נראה שקמחית ההדר רגישה הרבה יותר לנמטודות בהשוואה לקמחית הסולניים. הישרדות הנמטודות בתמיסה מימית ו- SPF הייתה למעשה זהה. לא נמצאו הבדלים מהותיים בשיעורי התמותה של קמחית הסולניים באמצעות שלושה מיני הנמטודות שנבדקו לאחר 2-6 ימים ליישום. מספר הנמטודות שנספרו בקמחיות שנקטלו קשור למין הנמטודה ולזמן החשיפה. לא נמצאה השפעה על הגברת התמותה כתוצאה מהוספה של SPF בהשוואה למים בלבד שחוללו הנמטודות באוכלוסיות הקמחיות על העלים שבצמחי החממה. יעילות ההדברה של הקמחיות נבדקה בעצמים בחממה ניסויית במרכז וולקני באמצעות הנמטודות והייתה קשורה למין צמח הפונדקאי. כך לדוגמא, יישום של תוארית מים של *S. carpocapsae* כנגד קמחית הסולניים על טרגון הביאה לפחיתה של $86.0 \pm 3.6\%$, כאשר בטיפול דומה על צמחי פלפל התמותה הייתה $27.6 \pm 7.2\%$ בלבד.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות. המסקנה העיקרית בשלב זה היא שיעילות הנמטודות בריסוס על גבי הצמחים היא קטנה מזו שהתקבלה בניסויי מעבדה בצלחות פטרי, והדבר מחייב לשפר את הפורמולציה. נמצא שלמרות ההישרדות הטובה של הנמטודות בקרקע החממה, השפעתן בתכשיר על תמותת הקמחיות אינה משמעותית. צפיפות אוכלוסיית קמחית ההדר שנבדקה ארבעה חודשים לאחר היישומים של תכשירים Palmanem ו-Botanigard על צמחי טרגון בחממות, לא הראתה יעילות מספקת להדברה "מסחרית" של קמחית ההדר. נראה שהגורם המרכזי האחראי לחוסר יעילותם של תכשירי הנמטודה, קשור לכך שפעילות הנמטודה על פני הצמח אינה טובה (בניגוד למתרחש בקרקע או בתנאי מעבדה). בחממה המסחרית חלק מאוכלוסיית מהקמחיות מצוי על החלקים העליונים של צמחי התבלין, שם הקמחיות ככל הנראה אינן חשופים דיין לנמטודות.

מבוא

כנימות קמחיות (Hemiptera; Pseudococcidae) ניזונות מחלקי צמח שונים. קמחיות הן קשות הדברה בשל כיסוי השעווה ההידרופובי האופייני שלהן, המגן ביעילות על רוב דרגות ההתפתחות בפני קוטלי חרקים. עמידות זו נובעת גם בשל נטייתן להימצא במקומות חבויים על פני הצמח, לעיתים על מערכת השורשים, אכלוס האופייני לבתי צמיחה. חסרונם של אויבים טבעיים יעילים המסוגלים להתקיים בחממות תבלינים ופלפל והמגבלות הקשות של השימוש בתכשירי הדברה סינטטיים, הפכו בשני העשורים האחרונים את הקמחיות לבעיה חמורה למגדלים. שני מיני קמחיות נחשבים למזיקים קשים בבתי צמיחה: 1. קמחית הסולניים *Phenacoccus solani* Ferris שהיא מין חד הורי שמוצאו בצפון אמריקה, ונמצא בישראל בכלי? משנות ה-1990s. 2. קמחית ההדר *Planococcus citri* Risso. נזקה העיקרי נגרם לצמחי תבלין כמו מנטה וטרגון המיועדים בעיקר ליצוא. גם הטורפים והטפילים של קמחית ההדר לא מתקיימים היטב בחממות. חוסר הסבילות לשאריות חומרי הדברה הופכים גם אותה לבעיה קשה עובר המגדלים. אכלוס המוני של החממה בקמחיות מחייב את המגדל לסיים את מחזור הגידול קודם זמנו. מטבע הדברים הנזק הקשה ביותר נגרם בחממות אורגניות.

ממשק ההדברה בחממות אורגניות מתבסס על שיטות הדברה באמצעות תכשירים מורשים ובעזרת אויבים טבעיים. נמטודות קוטלות חרקים נחשבות לאמצעי יעיל ובטוח להדברה של שורה של מזיקים (Klein, 1990; Poinar, 1990; Kaya & Gaugler, 1993; Liu et al., 2000). כמה מיני נמטודות כמו *Steinernema carpocapsae* ו-*S. feltiae* (Rhabditida: *Steinernematidae*) וגם *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: *Heterorhabditidae*) נחקרו בכל הקשור לפעילותן כנגד חרקים שוכני קרקע (Klein, 1990; Georgis & Hague, 1991; Kaya & Gaugler, 1993; Ehlers, 1996). השימוש בנמטודות כנגד חרקים המאכלסים את העלווה הוא מוגבל. לנמטודות הנ"ל מהלך התפתחות ופעילות דומים (Poinar, 1990). דגרת הזחל האינפקטיבית 'infective juveniles' שורדת בקרקע וחודרת לגופם של החרקים הפונדקאים. החדירה מתבצעת דרך פתחים טבעיים בגוף החרק (כמו במיני *Steinernematidae*) או ישירות דרך הקוטיקולה (כמו במיני *Heterorhabditidae*) (Bedding and Molyneux, 1982).

הקמחיות מהוות מטרות בעיתיות בשימוש של נמטודות קוטלות חרקים. טיפוס גפי הפה של הקמחיות מגביל למעשה את החדירה של הנמטודות באמצעותו לתוך גופן. תמותה משמעותית (65-90%) של הקמחית *Dysmicoccus vaccinii* נגרמה ע"י כמה מיני *Heterorhabditis* במעבדה על מצע חול או בעמודות חול לתוכם חדרו הנמטודות (Stuard et al., 1997). מיני נמטודות אחרים, כמו *S. carpocapsae* נבחרו על בסיס עמידותן לטמפרטורות גבוהות להדברת אוכלוסיית הקמחית *Dysmicoccus texensis* על שורשי עצי קפה (Andalo et al., 2004). האפשרויות הגלומות בממשק הדברה של קמחיות באמצעות נמטודות הודגמו כנגד קמחיות על עצי קפה (Rodriguez et al., 1998). במקרים אלה הנגיעות הופחתה ב- 84-88% בעצים שרוססו בתרחיף של הנמטודה *H. bacteriophora*.

הקרקע היא בית הגידול הטבעי של נמטודות קוטלות חרקים ופעילותן על העלווה מוגבלת בעיקר בשל קרינת UV, חום ויובש (Glazer, 2002). לפיכך לשימוש בנמטודות קוטלות חרקים נדרשים תוספים. נמצא שתוארית של פולימר משטח SPF כנגד זחלי עש גב היהלום *Plutella xylostella* משפר מאד את פיזור הנמטודות על עלי הכרוב ומגדיל את הישרדות הנמטודות באופן ניכר על העלווה (Schroer and Ehlers 2005). בנוסף לכך, השימוש ב- SPF מאפשר לנמטודות לחדור במהירות רבה יותר לזחלי העש ולהתחמק בכך מתנאים חיצוניים בלתי נוחים (Schroer and Ehlers, 2005).

בשנת 2010, בחנו במעבדה את היעילות של שלושה מיני נמטודות *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ו- *H. bacteriophora* כנגד קמחית הסולניים וקמחית ההדר, ואת השפעת התוסף SPF על יעילותן והישרדותם של שני המינים שנמצאו יעילים ביישום על העלווה. ניסויים בהיקף קטן יותר נערכו גם עם שני מיני קמחיות נוספים, קמחית המורן *Pseudococcus viburni* וקמחית מפוספסת *Ferrisia malvestra*.

בשנת 2011 בחנו תחילה את התנהגות שלושה מיני הנמטודות *S. carpocapsae*, *S. riobrave* ו- *Heterorhabditis bacteriophora*. מטרת הניסוי הייתה לבחון מהם התנאים האופטימאליים הנדרשים לנגיעות יעילה של מיני הקמחיות הנבדקים ע"י כל מין של נמטודה, תוך דגש על חשיפת תרחיף הנמטודות על פני העלה. מדד זה מבוטא בזמן הנדרש לנמטודה לחדור לגופה של הקמחית. בשנה זו גם המשכנו את הניסויים בחממה על מנת להעריך את היעילות של תכשיר הגנה משטח המוסף לתרחיף הנמטודות (SPF =surfactant-polymer formulation) בהשוואה ליישום עם מים בלבד, בריסוס הנמטודות על העלווה. בנוסף, התחלנו גם לבחון שתי תואריות מסחריות של נמטודות להדברת הקמחיות בבתי צמיחה.

בשנת 2012 המשכנו את בדיקות המעבדה והשדה להערכת השפעת תכשירים המסחריים המבוססים על שני מיני נמטודות, תוך חיקוי של היישום המסחרי בתנאים של ממשק הדברה כללי האופייני לחממות מסחריות. במעבדה ערכנו השוואות בין המוצר המסחרי לנמטודות טריות מייצור מעבדה של צוות המחקר.

שיטות וחומרים

גידול הקמחיות ארבעת מני הקמחיות גודלו על נבטי תפוז"א בתאי גידול חשוכים ב- 25°C. בכמה מהניסויים גודלה קמחית הסולניים על צמחי טרגון בעציצים וקמחית ההדר באופן דומה על צמחי מנטה. הצמחים נמצאו בחממה בטווח טמפרטורה של 20-32°C. שלושת מיני הנמטודות (Steinernema carpocapsae, S. riobrave and Heterorhabditis bacteriophora) גודלו ביחידה לנמטולוגייה במרכז וולקני. בכל המבחנים הוכנו נמטודות בדרגת הזחל האינפקטיבי כתרחיף במים עם 0.1% Tween-80 על מנת להשיג את הריכוז הרצוי.

תואריות תרחיף של נמטודות טריות (1000-9000 IJ per ml) יוצרו ביחידה להמטולוגייה ונמהלו להכנת מספר ריכוזים. להכנת התוסף SPF נלקחו 0.9 גרם של Xanthan Gum ושל Tween-80 והומסו ב- 300 סמ"ק מים חמים. לאחר מכן עורבבה התמיסה שהתקבלה ב- 150 סמ"ק תרחיף נמטודות המכיל 9000 פרטים של זחל נמטודה אינפקטיבי לסמ"ק. התמיסה הסופית הכילה את הריכוזים הבאים: 3000 נמטודות לסמ"ק, 0.2% Xanthan gum ו- 0.2% Tween-80. אוכלוסיות מסחריות של התכשיר Palmanem המבוסס על הנמטודה *S. carpocapsae* והתכשיר Entonem המבוסס על הנמטודה *S. feltiae* נשלחו אלינו מהולנד ע"י Koppert Biological Systems.

מבחנים ביולוגיים היעילות של מיני הנמטודות הנבדקים נבחנה בצלחות פטרי ע"י הוספה של חצי סמ"ק תרחיף כנ"ל במרכז ניר סינון שעליו הונחו 10 קמחיות (נקבות). טווח ריכוז הנמטודות שנבדק נע בין 250 ל 2500 זחלים אינפקטיבים לסמ"ק, חמש צלחות פטרי שימשו לכל צרוף של מין נמטודה וריכוז. הצלחות נמצאו באינקובציה ב- 25°C לארבעה ימים. התמותה נבדקה מידי יום והפרטים שנקטלו הוצאו מהצלחת. טיפול בחצי סמ"ק מים שימש כביקורת. ערכי LC₅₀ חושבו באמצעות Probit program. המבחנים הביולוגיים בעציצים של 10 ליטר עם צמחים פונדקאים שימשו להערכת היעילות של התואריות על העלווה. הצמחים שהיו מאוכלסים בדרגת הזחל השני והשלישי כללו שתילי מנטה המאוכלסים בקמחית ההדר ושתילי פלפל מאוכלסים בקמחית הסולניים. הצמחים רוססו ב- 50 סמ"ק לצמת. הצמחים המטופלים נשמרו בתא גידול בטמפרטורה של 23-26°C, לחות של 50-80% ומחזור אור של 16L:8D. חושב מספר הפרטים החיים והמתים לפני ישום הנמטודות ושבעה ימים לאחר מכן.

בחינת השפעת גיל (גודל) הקמחית. לקביעת השפעת גיל הקמחית על ההינגעות בנמטודות בחנו שתי קבוצות, זחלים בעיקר בני הדרגה השנייה והשלישית, ונקבות בוגרות לפחות שבוע לאחר הנשל. החשיפה לנמטודות התבצעה בצלחת פטרי כאשר 30 פרטים של קמחית מכל קבוצת גיל נבחנו באמצעות בינוקולר. פרטים אלו נחשפו ל- 250 זחלים אינפקטיביים. בטיפול הביקורת הפרטים נחשפו לתמיסה מימית של 0.1% Tween-80. כל מבחן בוצע ב 5 חזרות. הצלחות נעטפו בפארפילם לשמירה על לחות גבוה. הצלחות הודגרו ב 28°C. אחרי 24, 48, ו- 72 שעות, הקמחיות שנקטלו נאספו, נספרו נשטפו במי ברז והודגרו משך 48 שעות, להערכת התמותה והנגיעות בנמטודות.

אפיון זמני חשיפה. יעילות מיני הנמטודות הנחקרים נלמדה בצלחות פטרי עם נייר סינון לח בתוספת של חצי סמ"ק תרחיף נמטודות. התרחיף הונח במרכז הצלחת שבתוכה היו עשר נקבות של קמחית הסולניים. בצורה זו הקמחיות נחשפו לכ- 1000 פרטים של הזחל האינפקטיבי של הנמטודה הנבדקת למשכי זמן של 2, 4, 6, או 24 שעות (4-5 חזרות לכל טיפול). במהלך הבדיקה נשמרו הקמחיות ב- 25°C . לאחר הוספת הנמטודות, נאטמו הצלחות באמצעות פאראפילם על מנת לשמור על הלחות הרצויה. מים עם Tween-80 הוספו לטיפול הביקורת. בסוף כל פרק חשיפה, הועברו הקמחיות לצלחת פטרי אחרת ללא נמטודות. תמותת הקמחיות נבדקה לאחר 24, 48, ו- 72 שעות מרגע הוספת הנמטודות. קמחיות מתות נשמרו בתא לח למשך שלושה ימים נוספים. לאחר מכן, הן נותחו במים סטריליים ומספר הנמטודות שנמצאו בכל פרט נקבע תוך שימוש במיקרוסקופ.

ביצוע מבחנים ביולוגיים במעבדה. היעילות של מיני הנמטודות הנבדקים נבחנה בצלחות פטרי ע"י הוספה של חצי סמ"ק תרחיף כנ"ל במרכז נייר סינון שעליו הונחו 10 קמחיות (נקבות). טווח ריכוז הנמטודות שנבדק נע בין 250 ל 2500 זחלים אינפקטיביים לסמ"ק. חמש צלחות פטרי שימשו לכל צרוף של מין נמטודה וריכוז. הצלחות הודגרו ב- 25°C לארבעה ימים. התמותה נבדקה מידי יום והפרטים שנקטלו הוצאו מהצלחת. טיפול בחצי סמ"ק מים שימש כביקורת. ערכי LC_{50} חושבו באמצעות Probit program. המבחנים הביולוגיים בעיצים של 10 ליטר עם צמחים פונדקאים שימשו להערכת היעילות של התואריות על העלוה. הצמחים שהיו מאוכלסים בדרגת הזחל השני והשלישי כללו שתילי מנטה מאוכלסים בקמחית ההדר ושתילי פלפל מאוכלסים בקמחית הסולניים. הצמחים רוססו ב- 50 סמ"ק לצמח. הצמחים המטופלים נשמרו בתא גידול בטמפרטורה של $23-26^{\circ}\text{C}$, בלחות של 50-80% ובמחזור אור של 16L:8D. חושב מספר הפרטים החיים והמתים לפני יסום הנמטודות ושבעה ימים לאחר מכן.

הערכה של השילוב של SPF עם *S. carpocapsae* על קטילת קמחית הסולניים על צמחי פלפל וטרגון צמחי הניסוי גודלו בדליי פלסטיק בנפח של עשרה ליטר. הניסוי מיועד להשוואת היעילות של תרחיף במים לעומת תרחיף ב- SPF. תרחיף של נמטודות טריות (1000-9000 IJ per ml) יוצרו ביחידה להמטולוגיה ונמהלו להכנת מספר ריכוזים. להכנת התוסף SPF נלקחו 0.9 גרם של Xanthan Gum ושל Tween-80 והומסו ב- 300 סמ"ק מים חמים. התמיסה שהתקבלה עורבבה ב- 150 סמ"ק תרחיף נמטודות שהכיל 9000 פרטים של זחל נמטודה אינפקטיבי לסמ"ק. התמיסה הסופית הכילה את הריכוזים הבאים: 3000 נמטודות לסמ"ק, 0.2% Xanthan gum ו- 0.2% Tween-80. הצמחים שרוססו היו מאוכלסים עם נקבות בוגרות וזחלים של קמחית הסולניים. הטיפול כלל 50 סמ"ק לעציץ. הצמחים נשמרו בטמפרטורה של $23-26^{\circ}\text{C}$, לחות של 50-60% ומחזור אור של 16L:8D. מספרי הכנימות החיות לפני הטיפול, ואלו שנותרו לאחר שבוע מהריסוס נרשמו.

הערכת יעילות הטיפול בנמטודות בחממה. בתקופה שבין אוקטובר 2011 ו- דצמבר 2012 בחנו שתי תואריות מסחריות של נמטודות: Larvanem (Koppert) ו- Palmanem (Koppert). הניסויים נערכו בחממות תבלינים של מו"פ דרום. הניסוי הראשון יועד לבחינת האפשרות של שילוב התכשיר

בוטניגארד (תכשירי פטרייתי המבוסס על פתוגן *Beauveria bassiana*) יחד עם תרחיף הנמטודות. כאשר הכוונה הייתה שמין הנמטודה (תכשיר Larvanem) הנבדק יהווה פתרון לקמחיות המאכלסות את צוואר השורש של הצמחים הפונדקאיים, ואילו התכשיר הפטרייתי ייתן פתרון לקמחיות המאכלסות את העלווה. הניסוי נערך ב-11 חממות (18 מ"ר כל אחת), בתוכן היו שתולים צמחי מנטה שאוכלסו באופן מבוקר ע"י זחלנים של קמחית ההדר, כשלושה חודשים לפני הניסוי. כל חממה חולקה לשלוש קטעים עם הטיפולים הבאים בהתאמה: ריסוס בתכשיר הפטרייתי לבדו, שילוב של התכשיר הפטרייתי ב-Larvanem, וקטע שלישי ללא טיפול. תרחיף הנמטודות יושם כך ש- 1×10^6 נמטודות למ"ר, הנפח ריסוס היה של ליטר אחד בתוספת 0.1% Tween-80. התכשיר הפטרייתי הושם בריכוז של 0.2% בנפח זהה לקודם. היעילות של הטיפולים נבדקה לאחר שבועיים ואחרי חודש מהטיפול. זאת, באמצעות דגימה של 10-15 גבעולי מנטה לכל טיפול בכל חממה (מאזור צוואר השורש ועד לקצות הצימוח) וקביעת צפיפות הקמחיות המאכלסות אותם ל0 ס"מ אורך צימוח. הישרדות הנמטודות שבועיים לאחר הטיפול נבחנה באמצעות דגימות קרקע שהובאו ליחידה להמטולוגיה במרכז וולקני. שם באמצעות "מלכודות נמטודות" המבוססות על זחלי עש הדונג הגדול *Galleria mellonella* וחישוב עוצמת התמותה של הזחלים הערכנו את הישרדות הנמטודות.

ניסויים נוספים נערכו בחממות של צמחי טרגון שבאותו האתר ובגודל זהה. שלוש החממות שימשו לניסוי חולקו לשתיים, כאשר בערוגה אחת (מחצית השטח השתול) רוססה התוארית המסחרית Palmanem (המבוססת על *S. carpocapsae*). הערוגה השנייה בכל חממה שימשה כביקורת. נפח הריסוס היה ליטר אחד למ"ר שכלל מיליון נמטודות בדרגת הזחל האינפקטיבי בתוספת 0.1% Tween-80. חושב המספר הממוצע של הקמחיות שאכלסו את גבעולי הטררון, 10-15 לכל טיפול בכל חממה.. בשנת המחקר האחרונה נבדק המוצר Palmanem כנגד קמחית הסולניים בפלפל בריסוס עלוותי. הניסוי התבצע במושב רנן. השפעת תכשיר הנמטודות הושוותה להשפעת התכשיר BN (המבוסס על הפטריה האנטומופיתוגנית *Beauveria bassiana*). לצורך זה נבחרו 12 תת-יחידות בתוך החממה. בכל יחידה נבחרו חמישה צמחי פלפל גדולים ומפותחים. צפיפות הקמחיות נקבעה על פי מדד כדלקמן: 0- ללא קמחיות, 1- 1-5 קמחיות, 2- 6-10 קמחיות, 3- <10 קמחיות. התכשיר רוסס פעמיים בהפרש של שבועיים בריכוז של 5000 זחלים אינפקטיביים לסמ"ק. התכשיר BB הושם בתדירות זהה בריכוז של 0.2% 100 סמ"ק לצמח. הקמחיות נספרו על עשרה עלים בכל צמח במקומות שונים בצמח. הדגימה התבצעה 2, ו-4 שבועות לאחר הריסוס.

ניסוי נוסף נערך בחוות הבשור. בניסוי, התוארית המסחרית Palmanem רוססה כנגד קמחית ההדר על צמחי מנטה וטררון. הריסוס ניתן במינון של מיליון זחלים אינפקטיביים למ"ר בניסוי שנערך בחמישה בתי צמיחה קטנים (18 m^2). במקביל חממות זהות נוספות שימשו כביקורות. אלו כללו חממות ללא טיפול (מכוון במסגרת המחקר) ובתכשיר BotaniGard. צפיפות אוכלוסיית הקמחית נקבעה כממוצע מספר הקמחיות לעשרה ס"מ גבעול. בכל חממה נדגמו 10-15 צמחים.

טבלה 1. התכשירים שייושמו בחממות בנוסף לאלו שנכללו בניסוי והמהווים את שגרת הדברה כנגד מחלות ומזיקים אחרים בגידול.

| מנטה | טרגון | תאריך | מנטה | טרגון | תאריך |
|------------|---------------|---------|----------------|------------------|---------|
| CHESS | קנון+פרוקליים | 1/7/12 | דיינון+עמיסטאר | | 1/4/12 |
| | CHESS | 5/7/12 | טרייסר | | 12/4/12 |
| | קנון+ורטמק | 15/7/12 | CHESS | CHESS | 29/4/12 |
| קנון+ורטמק | | 17/7/12 | | טרייסר+עמיסטאר | 2/5/12 |
| סקור | | 19/8/12 | | פרוקליים+עמיסטאר | 3/6/12 |
| בז+עמיסטאר | | 16/9/12 | | ספרטא+משטח 90 | 17/6/12 |

תוצאות

היעילות של מיני הנמטודות שנבחנו. בחנו את התמותה וכושר הרבייה של שלושת מיני הנמטודות ביישום כנגד שני מיני הקמחיות. לקבלת השוואה מחמירה נבדקו תרחיפי נמטודה בריכוז נמוך (100 II per ml) צפיפות הנמטודות לצלחת היה 50 זחלים אינפקטיביים ל- עשר קמחיות. התמותה של קמחית ההדר שנגרמה ע"י *S. carpocapsae* הייתה כמעט כפולה מזו שנגרמה ע"י שני מיני הנמטודות האחרים, *S. feltiae* או *H. bacteriophora*. בריכוז הנמטודות הנמוך (50 לצלחת פטרי) התמותה של קמחית ההדר ע"י *S. carpocapsae* היגיעה ל- 42% 72 שעות לאחר היישום. נמטודות חיות נמצאו ב-60-80% מגופות הקמחיות לאחר יישום של *S. carpocapsae* או *S. feltiae*, אבל לא נצפה ריבוי של הנמטודות. לא נרשמה התפתחות או הימצאות של הנמטודה *H. bacteriophora* בגופן של הקמחיות. התמותה של קמחית הסולניים שנגרמה ע"י כל אחד משלושת מיני הנמטודות שנבדקו הייתה נמוכה (10-25%). עם זאת, היעילות של *S. carpocapsae* הייתה כפולה מזו של *S. feltiae* או *H. bacteriophora*. נמטודות חיות נמצאו ב-40% מהכנימות המתות שטופלו ב- *S. carpocapsae* וב-60% מהפרטים המתים שטופלו קודם למותם ב- *S. feltiae*. לא נמצאו נמטודות חיות בטיפולים של *H. bacteriophora*.

ההשפעה של הנמטודות על תמותת הקמחיות וכושר הריבוי של הקמחיות שלושה ממיני הקמחיות שנבדקו, קמחית ההדר, קמחית הסולניים וקמחית המורן, נמצאו רגישים מאוד לנמטודה *S. carpocapsae*. הרגישות של הקמחית המפוספסת הייתה נמוכה והגיעה ל-33.3% שלושה ימים לאחר האילוח. מין הנמטודה *S. feltiae* היה יעיל כנגד קמחית ההדר בלבד. האילוח בנמטודות בנקבות הבוגרות של הקמחית מנע מרובן מלהטיל. רק 30-37.5% מהפרטים המטופלים של קמחית ההדר החלו להטיל בהשוואה ל-92.5% מהפרטים בביקורת. מספר הפרטים של קמחית המורן שהחלו להטיל לאחר הטיפול בנמטודות פחת במחצית בהשוואה לביקורת.

אפיון זמני חשיפה. נבחן הקשר שבין עוצמת התמותה ומשך החשיפה לנמטודות. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שלושת מיני הנמטודות שנבחנו בכל הקשור לקטילת הקמחית במהלך 2-6 שעות של חשיפה. אולם, חשיפה של 24 שעות הראתה שהתמותה שנגרמה ע"י *S. carpocapsae* הייתה גבוהה

באופן מובהק (Anova; $F=5.7$; $df=2,12$; $P=0.02$) מזו שהתקבלה באמצעות מיני הנמטודות האחרים. מספר הנמטודות שנמצאו בפרטים שנקטלו נע בין 0 – 14.5 בממוצע והשתנה בהתאמה לזמני החשיפה.

הערכת השילוב של SPF עם *S. carpocapsae* על קטילת קמחית הסולניים בצמחי פלפל וטרגון.
הבחינה של תרחיף נמטודות במים ושל תרחיף שמכיל את ה-SPF על תמותת נקבות של קמחית הסולניים שהתפתחו על שתילי פלפל בעציצים (10ליטר), הראתה שמספר הקמחיות, שבוע לאחר הטיפול, פחת באופן חד בהשוואה לצפיפות אוכלוסיית הכנימות קודם לטיפול ($p < 0.006$, $T=3.5$, $df=6$). הטיפול 0.006 לתוארית עם מים בלבד, ($p < 0.0006$, $T=5.7$, $df=6$), לתוארית בתוספת SPF. השינויים בצפיפות הקמחיות בעציצי הביקורת לא היו משמעותיים. שיעור הפחיתה באוכלוסיית הקמחיות לצמח היה זהה בשני הטיפולים, 27.6 ± 7.2 ו- $35.4 \pm 15.4\%$, עבור התוארית עם המים ותוספת SPF, בהתאמה. הבחינה של תרחיף נמטודות במים ושל תרחיף שמכיל את ה-SPF על תמותת נקבות של קמחית הסולניים שהתפתחו על שתילי טרגון בעציצים (10ליטר), הראתה שמספר הקמחיות, שבוע לאחר הטיפול, פחת באופן חד בהשוואה לצפיפות אוכלוסיית הכנימות קודם לטיפול ($p < 0.001$, $T=11.5$, $df=8$). הטיפול 0.001 לתוארית עם מים בלבד, ($p < 0.001$, $T=6.6$, $df=8$), לתוארית בתוספת SPF. השינויים בצפיפות הקמחיות בעציצי הביקורת לא היו משמעותיים. שיעור הפחיתה באוכלוסיית הקמחיות לצמח היה נבדל באופן מובהק בשני הטיפולים ($t=3.3$, $df=8$, $p=0.005$) והיה $86.0 \pm 3.6\%$ ו- $69.6 \pm 10.4\%$, עבור התוארית עם המים ותוספת SPF, בהתאמה.

הערכת יעילות תכשיר מסחרי של נמטודות בשילוב של בוטניגארד הצפיפות הממוצעת של קמחית ההדר על צמחי המנטה הייתה שונה בין החממות ונעה בין 0.5 ל- 20.6 פרטים לגבעול (באורך של 15-20 ס"מ). השפעת התכשיר Larvanem נבדקה לאחר שבועיים, וארבעה שבועות לאחר הטיפול בכל אחת מהחממות. התוצאות מצביעות על הפחתה משמעותית של צפיפות הקמחית (7-100%) בקטעי מנטה שטופלו בבוטניגארד בלבד או בוטניגארד בשילוב של הנמטודה. עם זאת, גם השפעת הנמטודות כטיפול קרקע על הקמחיות לא נבדלה מזו של הטיפול בתכשיר הפטרייתי לבדו. נמטודות חיות שמקורן בטיפול ב- Larvanem התקבלו מ-5 מתוך 7 הדוגמאות שנבדקו. תמותת זחלי עש הדונג ששימשו כמלכודת לנמטודות נעה בין 16.7% ל- 50.5. לא נרשמה תמותה בטיפולי הביקורת. בבדיקה שנייה של המצאות הנמטודות בקרקע התקבלה תמותה גבוהה של זחלי עש הדונג בקרקע שעומקה 15 ס"מ. כמות הנמטודות שנספרה בזחלים נעה בין 1.8 ל- 2.8 נמטודות לזחל.

השפעת התכשיר Palmanem (Koppert) על קמחית הדר וקמחית הסולניים על טרגון תוצאות מעידות שלא נרשמה כל השפעה של התכשיר על התפתחות שני מיני הקמחיות. אוכלוסיית הכנימות התעצמה בכל החממות ללא כל הבדל בין הצפיפות הקמחיות בטיפול הנמטודות לטיפול הביקורת. חשוב לציין שמצב הצמחים הכללי היה גרוע בשל האוכלוסייה הצפופה של שני מיני הקמחיות.

השפעה של גודל הקמחית על האינפקטיביות של הנמטודה בממדים של הקמחיות מצוינים בטבלה 2. אין חפיפת גודל בין שתי הקבוצות שנבחנו. התמותה המירבית לאחר 72 שעות של הזחלים היתה 42% ו- 34% במקרה של *S. carpocapsae* ו- *S. feltiae* בהתאמה, ותמותת הנקבות היתה 88% ו- 70% עבור *S. carpocapsae* ו- *S. feltiae* בהתאמה. ההבדלים בין המינים לא היו משמעותיים.

הערכה של ערכי התמותה LT_{50} שנגרמו ע"י נמטודות מפורמולציות מסחריות הנתונים המוצגים בתמונה 1 מצביעים על כך שאין הבדלים משמעותיים בעוצמת התמותה באוכלוסיית קמחית ההדר שנגרמה ע"י *S. carpocapsae* לעומת *S. feltiae* לאחר 24 שעות. נראה שהתמותה שהושגה ע"י נמטודות "טריות" מהגידול במעבדה הייתה משמעותית גבוהה יותר מזו שהושגה באמצעות התכשירים המסחריים.

טבלה 2. השפעת גודל קמחית ההדר על תמותה הנגרמת ע"י שני מינים של נמטודות.

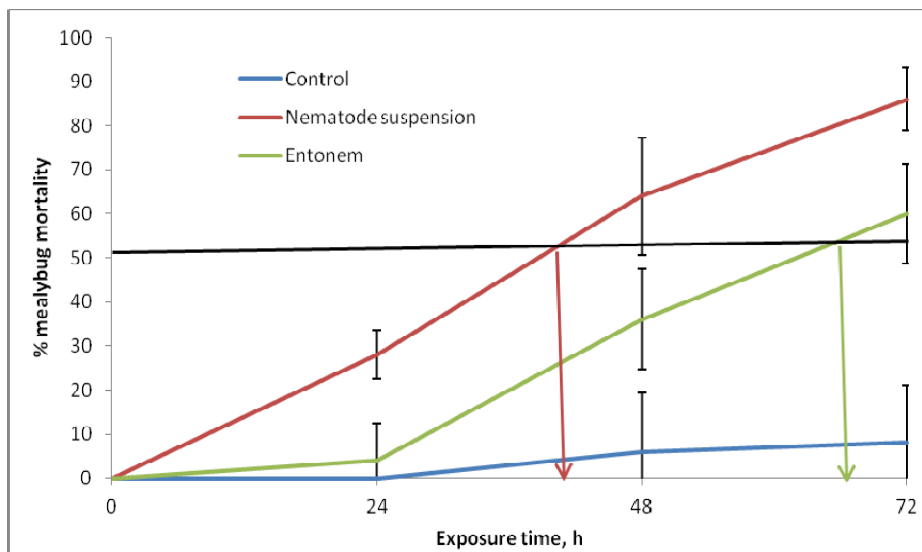
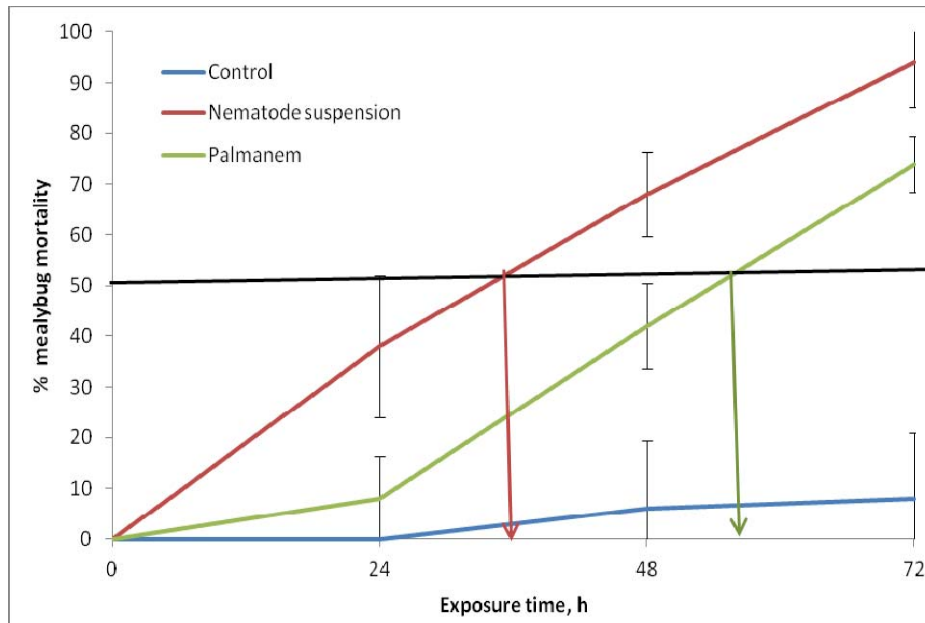
| דרגה | גודל mm | טיפול | %תמותה | | |
|--------|----------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 24 h | 48 h | 72 h |
| Larvae | 1.84 ± 0.27 (1.4 - 2.2) | Control | 0 | 2.0 ± 4.5 | 16.0 ± 8.9 |
| | | <i>S. carpocapsae</i> | 10.0 ± 7.1 | 28.0 ± 8.4 | 42.0 ± 8.4 |
| | | <i>S. feltiae</i> | 8.0 ± 4.5 | 24.0 ± 5.5 | 34.0 ± 5.5 |
| Adults | 3.06 ± 0.33 (2.5- 3.5) | Control | 0 | 0 | 8.0 ± 4.5 |
| | | <i>S. carpocapsae</i> | 40.0 ± 12.2 | 64.0 ± 11.4 | 88.0 ± 13.0 |
| | | <i>S. feltiae</i> | 28.0 ± 8.4 | 52.0 ± 8.4 | 70.0 ± 10.0 |

בכמות של 1000 זחלים אינפקטיביים לצלחת פטרי הזמן להשגת 50% תמותה LT_{50} היה 36 שעות בחומר הטרי של *S. carpocapsa*, לעומת 60 שעות עם התכשיר Palmanem. ה- LT_{50} בחומר הטרי של *S. feltiae* היה 40 שעות לעומת 68 שעות באמצעות התכשיר Entonem.

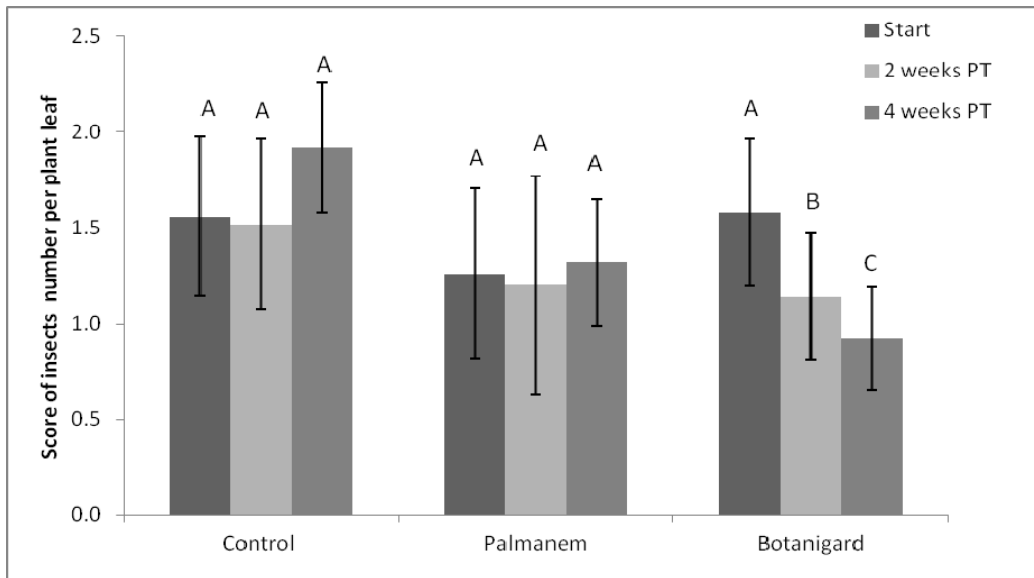
בחינת היעילות של השימוש בנמטודות מתכשיר מסחרי בחממה על צמחי פלפל הצפיפות הראשונית של קמחית הסולניים לא נבדלה בין הטיפולים והמדד הממוצע נע בין 0.8 ל- 2.0 לעלה (4-10 קמחיות). היעילות של שני התכשירים המסחריים נבחנה 2 ו 4 שבועות לאחר היישום. התוצאות לא הצביעו על הפחתה משמעותית של צפיפות הקמחיות באמצעות Palmanem. שני ריסוסים באמצעות Botanigard הפחיתו משמעותית את צפיפות הקמחית ב- 42% כחודש לאחר היישום הראשון (איור 2).

הדברה של קמחית ההדר בחממות מנטה באמצעות נמטודות צפיפות קמחית ההדר לאחר יישום התכשיר Palmanem השתנה במהלך הזמן בין 0.01 ל- 4.3 קמחיות ל-10 ס"מ צימוח. בחממות הביקורת השינוי היה בין 0.01 ל-6.8 קמחיות ל-10 ס"מ צימוח (איור 3).

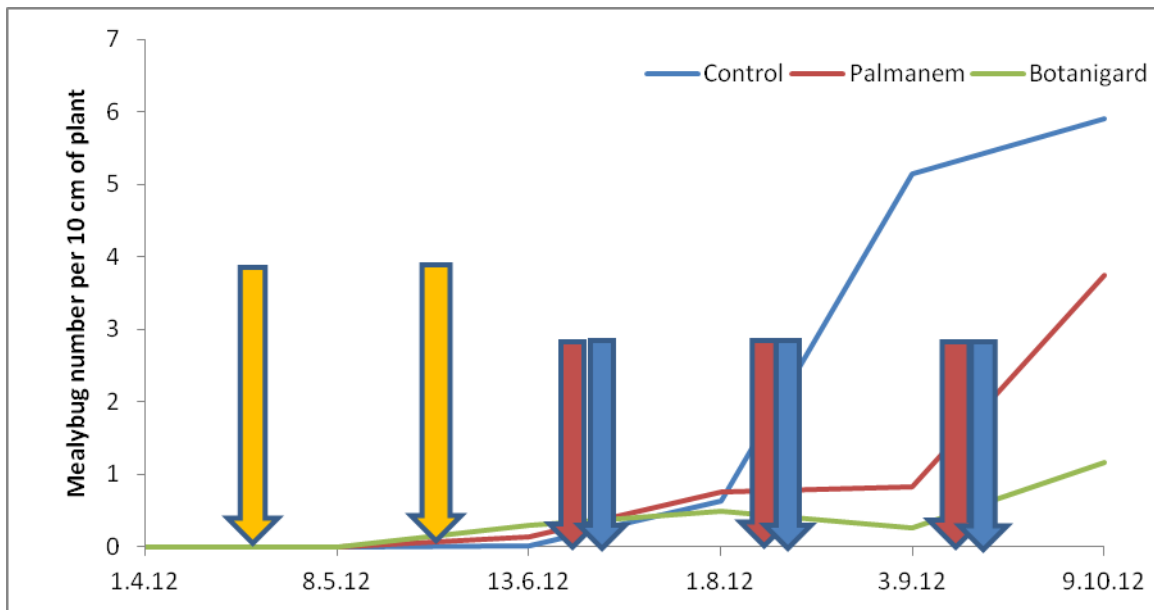
שלושה טיפולים בנמטודות הפחיתו את אוכלוסיית הקמחית ב-40% בהשוואה לביקורת לעומת הפחתה בכ-80% באמצעות התכשיר Botanigard ביישום זהה.



איור 1. אחוזי התמותה של נקבות קמחית ההדר לאחר חשיפה לנמטודות. האיור העליון מתיחס ל-*S. carpocapsa* והתחתון ל-*S. feltiae* (1000 IJ per Petri dish.)



איור 2. ההשפעה של התכשיר Palmanem (מבוסס על הנמטודה *S. carpocapsae*) והתכשיר Botanigard (המבוסס על הפטרייה *B. bassiana*) כנגד קמחית הסולניים *P. solani* על צמחי פלפל.

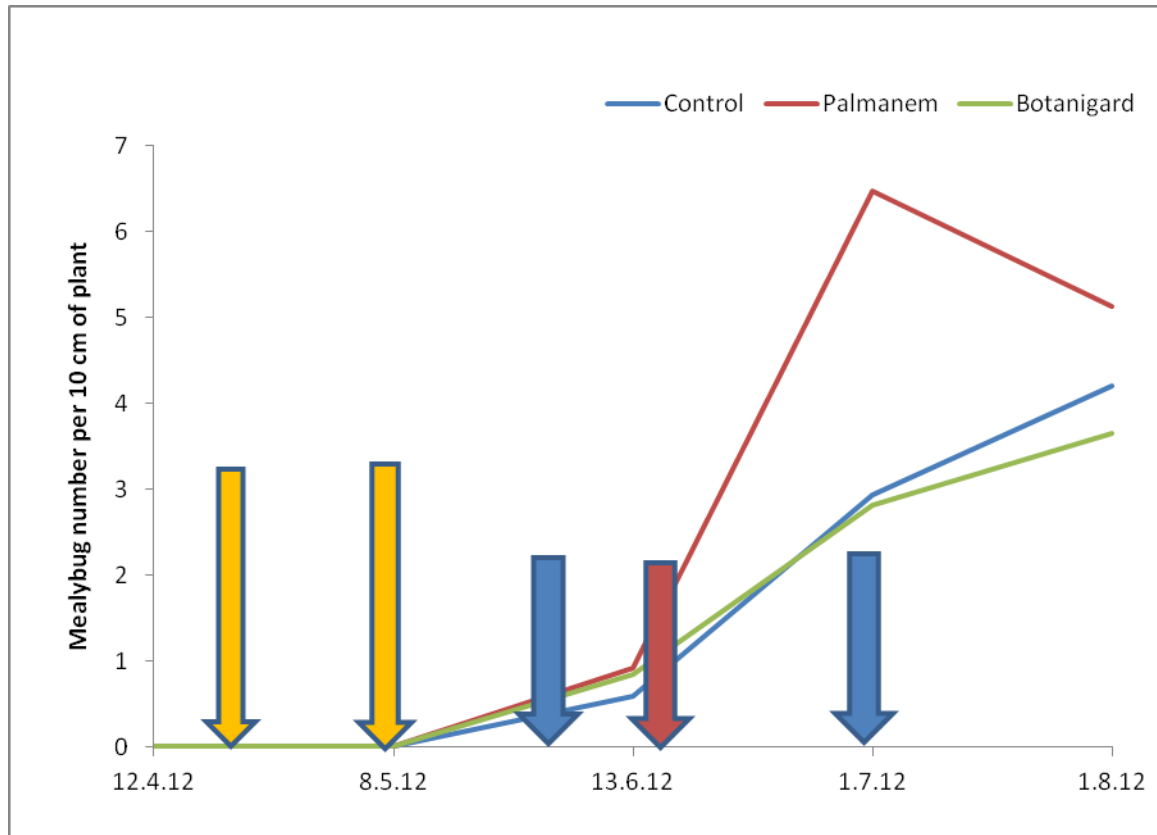


איור 3. השינויים בצפיפות אוכלוסיית קמחית ההדר בחממת מנטה לאחר טיפול בתכשירים Palmanem ו-Botanigard.



הדברה של קמחית ההדר בחממות טרגון באמצעות נמטודות ההבדלים בצפיפות קמחית ההדר לאחר יישומים של התכשיר Palmanem והתכשיר Botanigard לא נבדלו באופן משמעותי

(איור 4). בשל העובדה שהטמפרטורה בחממות הייתה גבוהה לעיתים מעל 35°C , ישום הנמטודות לא התבצע לאחר מחצית יוני 2012.



איור 4. השינויים בצפיפות אוכלוסיית קמחית ההדר בחממת מנטה לאחר טיפול בתכשירים Palmanem ו-Botanigard.

מסקנות

1) קמחית הסולניים רגישה יותר לנמטודות מאשר קמחית ההדר. הנמטודה *S. carpocapsa* Mex הציגה את היעילות הגבוהה ביותר כנגד קמחית ההדר וקמחית הסולניים כאשר ערכי ה- LC_{50} שהתקבלו עבור מיני קמחיות אלו היו 896.5 IJ per ml ו- 233.9 IJ per ml בהתאמה. עוצמת ההדבקה של הקמחיות בשני מיני הנמטודות שנבדקו, הייתה תלויה בגודל הקמחית (תוך דגש על זחלים לעומת נקבות מפותחות), אכלוס נקבות בוגרות היה כפול מזה של זחלי הקמחיות. הנמטודה *S. carpocapsa*, גרמה לשיעורי תמותה גבוהים יותר מאשר *S. feltiae*. נרשמה השפעה ברורה של הנמטודות על הפחתת כושר ההטלה של הקמחיות המטופלות 50-65%.

(2) לא נמצאו הבדלים מהותיים בשעורי התמותה של קמחית הסולניים באמצעות שלושה מיני הנמטודות שנבדקו לאחר 2-6 ימים ליישום. מספר הנמטודות שנספרו בקמחיות שנקטלו היה קשור למין הנמטודה ולזמן החשיפה.

(3) יישום על העלווה של המשטח הפולימרי לא השפיע על הישרדות הנמטודות או יעילותן בהשוואה לתמיסה מימית. לא נמצאה השפעה על הגברת התמותה כתוצאה מהוספה של SPF בהשוואה למים בלבד על התמותה שחוללו הנמטודות באוכלוסיות הקמחיות על העלים בצמחי החממה. הבחינה הראשונית של יעילות הקטילה של הקמחיות על עלוות צמחים באמצעות נמטודות מצביעה שאכן ניתן להגיע למצב של קטילת הקמחיות. אך פי שעה שעור התמותה נמוך מאד בהשוואה לערכים שהושגו בניסויי מעבדה בצלחות פטרי.

(4) יעילות ההדברה של הקמחיות קשורה גם לצמח הפונדקאי. בחינת התמותה בעציצים בחממה באמצעות הנמטודות והייתה קשורה למין צמח הפונדקאי. כך לדוגמה יישום של תוארית מים של *S. carpocapsae* כנגד קמחית הסולניים על טרגון הביאה לפחיתה של $86.0 \pm 3.6\%$ כאשר בטיפול דומה על צמחי פלפל התמותה הייתה $27.6 \pm 7.2\%$ בלבד. יישום כפול על צמחי פלפל בחממות מסחרית כנגד קמחית הסולניים באמצעות התכשיר Palmanem (המבוסס על *S. carpocapsae*) לא השפיע באופן משמעותי על תמותת אוכלוסיית הקמחית.

(5) יעילות הפורמולציות המסחריות. יישום לקרקע של תוארית מסחרית Larvanem (קופרט, הולנד) כנגד קמחית ההדר הראתה שלמרות ההישרדות הטובה של הנמטודות בקרקע החממה, השפעתן בתכשיר על תמותת הקמחיות אינה משמעותית. היעילות של הפורמולציות המסחריות (כפי הזו מתבטאת בערכי LT_{50}) כנגד קמחית ההדר הייתה משמעותית פחותה, פי 1.5-2 מאשר באמצעות נמטודות טריות שיוצרו במעבדה. יישום בשלושה מועדים רצופים של הנמטודות בתכשיר Palmanem כנגד קמחית ההדר על צמחי מנטה בחממות לא היה יעיל דיו. הטיפול הפחית רק ב-40% את אוכלוסיית הקמחית המטופלת בהשוואה לביקורת, בשעה שטיפול מקביל בתכשיר Botanigard (המבוסס על הפטרייה *Beauveria bassiana*) הביא להפחתה של 80% באוכלוסייה המטופלת. צפיפות אוכלוסיית קמחית ההדר שנבדקה ארבעה חודשים לאחר היישומים של תכשירים Palmanem ו-Botanigard על צמחי טרגון בחממות הראה שהם לא היו יעילים דיים להדברה "מסחרית" של קמחית ההדר.

(6) נראה שהגורם המרכזי האחראי לחוסר יעילותם של תכשירי הנמטודה קשור לכך שפעילות הנמטודה על פני הצמח אינה טובה (בניגוד למתרחש בקרקע או בתנאי מעבדה). בחממה המסחרית חלק מאוכלוסיית הקמחיות מצוי על החלקים העליונים של צמחי התבלין, שם הקמחיות ככל הנראה אינן חשופות דיין לנמטודות.

References

- Andalo, V., Moino-Junior, A., Santa-Cecilia, L.V.C., Souza, G.C. 2004. Selection of entomopathogenic fungi and nematodes to the coffee root mealybug *Dysmicoccus texensis* (Tinsley). *Arquivos do Instituto Biologico Sao Paulo*. 71: 181-187.
- Bedding, R.A. & Molyneux, A.S. 1982. Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda), *Nematologica* **28**: 354–359.
- Glazer, I. 2002. Survival biology. In: Gaugler, R. (Ed.). *Entomopathogenic nematology*. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 169-187.
- Georgis, R. & Hague, N.G.M. 1991. Nematodes as biological insecticides. *Pesticide Outlook* 2, 29–32.
- Ehlers, R.U. 1996. Current and future use of nematodes in biocontrol: practice and commercial aspects with regard to regulatory policy issues. *Biocontrol Science and Technology* 6, 303–316.
- Kaya, H.K. & Gaugler, R. 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology* 38, 181–206.
- Klein, M.G. 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pests. In: Gaugler, R. & Kaya, H.K. (Eds) *Entomopathogenic nematodes in biological control*. Boca Raton, Florida, CRC Press. pp. 195–214.
- Liu, J., Poinar, G.O. & Berry, R.E. 2000. Control of insect pests with entomopathogenic nematodes: the impact of molecular biology and phylogenetic reconstruction. *Annual Review of Entomology* 45, 287–306.
- Peters, A. & Ehlers, R.-U. 1994. Susceptibility of leatherjackets (*Tipula paludosa* and *T. oleracea*; Tipulidae: *Nematocera*) to the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*, *J. Invertebr. Pathol.* **63**:163–171.
- Poinar, G.O. 1990. Taxonomy and biology of *Steinernematidae* and *Heterorhabditidae*. In: Gaugler, R. & Kaya, H.K. (Eds) *Entomopathogenic nematodes in biological control*. Boca Raton, Florida, CRC Press, pp. 23–61.
- Rodriguez, I., Martinez, M. A., Sanchez, L., Rodriguez, M.G. 1998. Field comparison of the effectiveness of *Heterorhabditis bacteriophora* strain HC1 for the control of mealybugs (Homoptera: *Pseudococcidae*) on coffee. *Revista de Proteccion Vegetal*. 13: 195-198.
- Schroer, S. and R.U. Ehlers, 2005. Foliar application of entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* for biological control of diamondback moth larvae (*Plutella xylostella*). *Biol. Contr.*, 33: 81-86.
- Stuart, R.J., Polavarapu, S., Lewis, E.E., Gaugler, R. 1997. Differential susceptibility of *Dysmicoccus vaccinii* (Homoptera: *Pseudococcidae*) to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: *Heterorhabditidae* and *Steinernematidae*). *J. Economic Entomology*. 90: 925-932.

[מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.](#)

מטרות הניסויים היו: 1) לבחון מהם התנאים האופטימאליים הנדרשים לנגיעות יעילה של מיני הקמחיות הנבדקים ע"י *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ו- *Heterorhabditis bacteriophora* תוך דגש על חשיפת תרחיף הנמטודות על פני העלה, 2) לבחון את פעילותן של תואריות מסחריות של הנמטודות וזאת בתנאים שונים ובכלל זה שני מיני קמחיות ומספר גידולי חממה.

[עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.](#)

גידול שני מיני קמחיות, איפיון זמני חשיפה של הנמטודות, הערכה של השילוב של SPF עם *S. carpocapsae* על קטילת קמחית הסולניים על צמחי פלפל וטרגון והערכת יעילות הטיפול בנמטודות בחממה. השוואה של תואריות מסחריות עם נמטודות שגודלו במעבדה. השוואה של יעילות התכשירים עם תכשיר פטרייתי, ובחינת יעילות תכשיר נמטודה במערכת של חממות מסחריות.

[המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.](#)

קמחית הסולניים רגישה יותר לנמטודות מאשר קמחית ההדר. עוצמת הדבקה של הקמחיות בשני מיני הנמטודות שנבדקו תלויה בגודל הקמחית. לא נמצאו הבדלים מהותיים בשעורי התמותה של קמחית הסולניים באמצעות שלושה מיני הנמטודות שנבדקו לאחר 2-6 ימים ליישום. מספר הנמטודות שנספרו בקמחיות שנקטלו קשור למין הנמטודה וזמן החשיפה. יעילות ההדברה של הקמחיות קשורה גם לצמח הפונדקאי. למרות ההישרדות הטובה של הנמטודות בקרקע החממה השפעתן הנמטודות בתכשיר על תמותת הקמחיות אינה משמעותית. היעילות של תואריות המסחריות (נגד קמחית ההדר הייתה משמעותית פחותה פי 1.5-2 מאשר באמצעות נמטודות טריות שיוצרו במעבדה. נראה שהגורם המרכזי האחראי לחוסר יעילותם של תכשירי הנמטודה קשור לכך שפעילות הנמטודה על פני הצמח אינה טובה. בחממה המסחרית חלק מאוכלוסיית הקמחית מהקמחיות מצוי על החלקים העליונים של צמחי התבלין, שם הקמחיות ככל הנראה אינן חשופים דיין לנמטודות.

[הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה \(טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים\); התייחסות המשך המחקר לגביהן. האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר.](#)

יש להמשיך לבחון תואריות מסחריות של נמטודות על פלפל וצמחי תבלין. יבדקו שני תכשירים המתבססים על שני מיני נמטודות שונים, *S. carpocapsae* - *Palmanem* (Koppert) ו- *S. feltiae* - *Entonem* (Koppert). יש לבחון אמצעים להגברת יעילות הנמטודות המרוססות על פני העלווה.

[האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה.](#)

[פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות יומי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.](#) פרום בין תחומי בהגנת הצומח, מרכז וולקני, 9.1.13, מפגש גידול תבלינים מזיקים ומחלות, משרד החקלאות, העמקים, 3.7.12, הדברה ביולוגית ומשלובת בירקות בבתי צמחיה, מאי 2012, ים המלח. קורס הדברה ידידותית לסביבה, המכון לקרקע ומים מרכז וולקני 24.3.12, קורס מימשק הדברה ביולוגית בירקות, ערבה, 5.5.11.

טרם נכתבו פרסומים מדעיים, התוצאות נמסרו למגדלים במסגרת ימי עיון

[פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: \(סמן אחת מהאופציות\)](#)

פרסום ללא הגבלה

