

אפיון דינמיקת הפלישה של המלדרה לשטחי בטטות והתכשירים האנטומופטוגניים בקרקע במטרה לשפר את יעילות ההדברה המשולבת בגידול בטטות

תוכן העניינים

1	תקציר
2	רקע
3	מהלך המחקר ושיטות העבודה
6	תוצאות ביניים
9	דיון
9	ביבליוגרפיה
Error! Bookmark not defined.	סיכום שאלות מנחות

מו"פ דרום, דו"ח סופי 2020-2022

מספר מחקר: 92-003-20

שם התכנית: אפיון דינמיקת הפלישה של המלדרה לשטחי בטטות והתכשירים האנטומופטוגניים

בקרקע במטרה לשפר את יעילות ההדברה המשולבת בגידול בטטות

חוקר ראשי: טלי אילני

סטטוס התכנית: סופית

מועד התחלה וסיום התכנית: תחילת מחקר יוני 2020. סיום מחקר דצמבר 2022

תקציר

אזור הבשור הינו אזור עיקרי לגידול בטטות בארץ. אחת ממגבלות הגידול באזור הם מזיקי הקרקע שמשגשגים בקרקע החולית וגורמים לפחת של כ-20% מהיבול באיכות היצוא. פיתוח ממשק משולב להפחתת מזיקי הקרקע בגידול בטטות יצמצם את סכנת פיתוח העמידות לתכשיר הקורגן על ידי מזיקי הקרקע ויאפשר הארכת תוקפו של תכשיר זה. בנוסף, ממשק זה יאפשר להעלות את איכות גידול הבטטות שתקדם את המגדלים הישראלים מבחינת הייצוא לשוק האירופי ותגדיל את נפח הגידול באזור הבשור.

כמתוכנן, נבדק בשנה הראשונה דגם הפיזור ומחזור החיים של חיפושית המלדרה בשדות בטטה בבשור במהלך עונת הגידול ונבחן יישום תכשירי פטריות אנטומופטוגניות. בשנה השניה נבחנו שילובים שונים של תכשירי ההדברה האנטומופטוגניים (תכשיר פטרייתי ונמטודות) יחד עם קורגן על מנת למצוא שילוב המפחית מספר דרנים ונזק לבטטות. נמצא כי הנמטודות יעילות בהפחתת אוכלוסיית הדרנים בקרקע והשנה הוחלט לבחון מינונים שונים של הנמטודות ושילוב מינון נמוך עם תכשיר פטרייתי על מנת לבחון את היעילות תוך הפחתת עלות הטיפול.

רקע

גידול בטטות (*Ipomoea batatas* L.) הינו גידול חשוב בעולם ומהווה גידול שביעי בהיקפו מכלל גידולי המזון. בישראל הגידול כולל כ-15,000 דונם אשר מייצרים כ-60,000 טון שמחציתו מיועד ליצוא. שטחי הגידול העיקריים בארץ נמצאים באזור השרון, שער הנגב, רמת הנגב והבשור. השתילה מתבצעת במרץ וממשיכה עד ליוני כאשר האסיף מתבצע החל מיולי ויכול להמשך עד לינואר, עפ"י הדרישה בשוק. הגידול המיטבי נעשה בקרקעות חוליות אשר מטיבה עם מבנה האשורש. השילוב של תקופת הגידול והאופי של הקרקע החולית מביא לכך שעיקר פגיעת המזיקים נגרמת ממזיקי קרקע התוקפים את האשורשים וגורמים לפחיתה ביבול ופגיעה באיכות היבול. באזור צפון הנגב הפגיעה יכולה להביא להפחתה של 40% באיכות היבול ולהורידו מרמת איכות ליצוא (פגיעה כספית גדולה לחקלאי).

חיפושית המלדרה (*Maladera insanabilis*, Brenske 1894) (זבליתיים Scarabaeidae) הינה אחת ממזיקי הקרקע העיקריים בגידול בטטות. החיפושיות הבוגרות מהגרות אל שולי השדה מהשדות חקלאיים בסביבה (בעיקר עם קציר החיטה) באפריל-מאי. הבוגרים ניזונים מהעלווה אך לא גורמים לנזק משמעותי. הנקבות מטילות בקרקע 60-100 ביצים והזחלים (דרנים) מתפתחים בקרקע וגורמים נזקים לאשורשי הבטטה. במהלך חודש יולי מגיח מחזור נוסף של בוגרים מהקרקע אשר חודר לעומק השדה ונשאר בקרקע כזחל בדרגה 3 עד לאפריל-מאי בשנה העוקבת (Harari et al. 1997a, b, Sorensen 2009). שימוש במלכודות פרומון נמצא יעיל לניטור אוכלוסיית החיפושיות הבוגרות ותזמון מועד ההגירה לשדה (Falach et al. 2003).

ממשק ההדברה העיקרי של מזיקי הקרקע בבטטה מסתמך על תכשירי הדברה כימיים. בשנות השמונים עיקר השימוש נעשה בתכשירי Cadusafos ו-Bifenthrin (Gouberg et al. 1989) אולם השימוש בתכשירים אלו הופסק עקב הפסקת השימוש בתכשירי זרחן אורגני והפחתת יעילות התכשיר עקב פיתוח עמידות בקרב אוכלוסיית המזיק. כיום עיקר ההדברה מתבצעת באמצעות תכשיר Chlorantraniliprole (קורגן) אשר נמצא כיעיל, אולם שימוש תכוף בתכשיר זה עלול להביא לפיתוח עמידות באוכלוסיות המזיקים הקיימות (Wang et al. 2013). בנוסף, שימוש בתכשיר זה אינו אפשרי בגידול בטטה אורגנית אשר לה דרישה גבוהה בשווקים באירופה. לבסוף, קיימת מגמה בשוק האירופי של הפחתת השימוש בחומרי הדברה ובכדי לעמוד ביעדים תחרותיים לשוק זה ולכן אנו נדרשים למצוא חלופות לשימוש בתכשירים הכימיים.

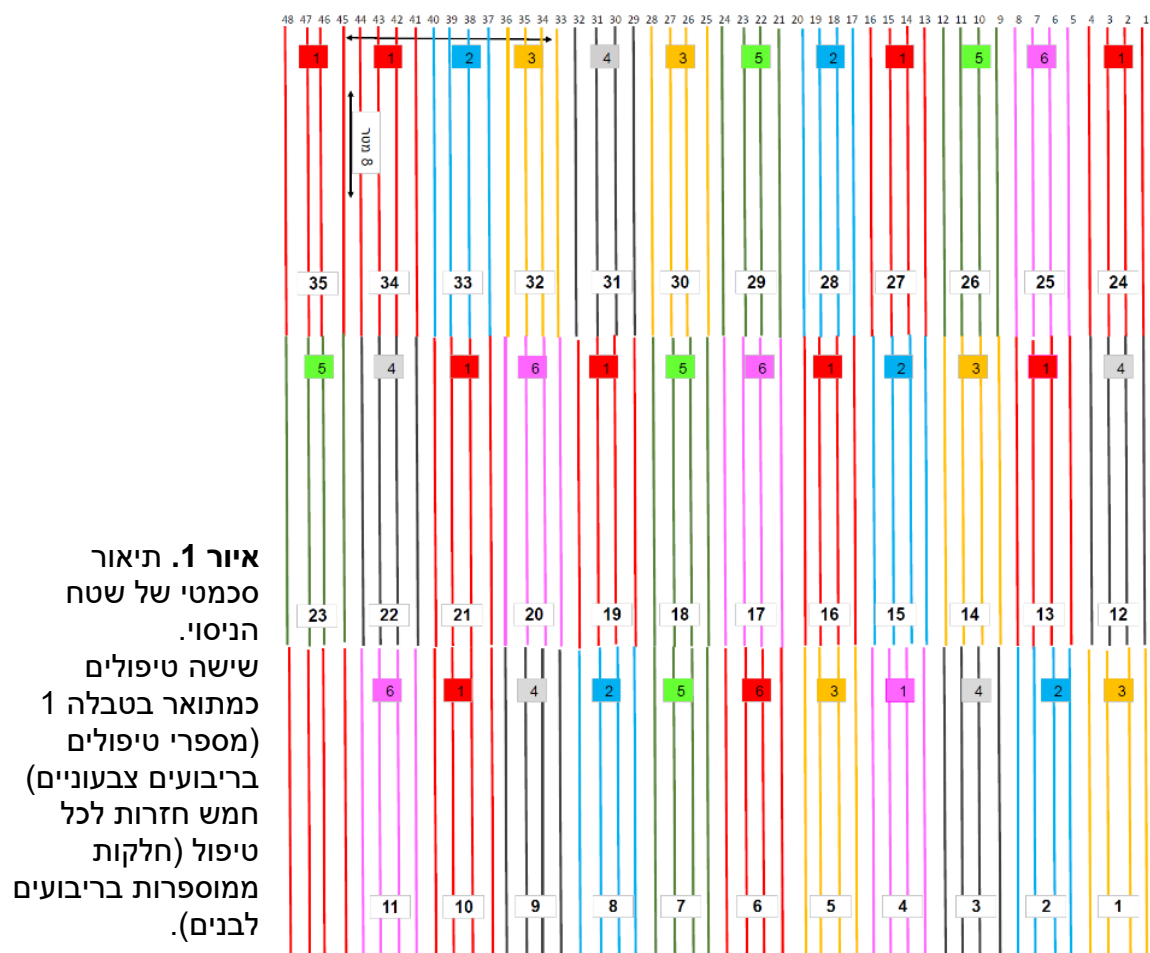
תכשירים מבוססים על נמטודות אנטומופטוגניות הינם אמצעי יעיל להפחתת אוכלוסיות מזיקי קרקע (Lacey and Georgis 2012). פטריות אנטומופטוגניות הינן אמצעי הדברה מיקרוביאלי יעיל נוסף לטיפול במזיקי קרקע (Behle et al. 2015, Jackson and Jaronski 2009, St. Leger 2008). שימוש בפטריות אנטומופטוגניות מהמין *Metarhizium brunneum* ו-*M. anisopliae* נמצא יעיל

לטיפול בתולעי תיל ממגוון מיני נתוזיות (Traugott et al. 2015) ומגוון זבליות (Villani et al. 1994, Ansari et al. 2006). בניסויים קודמים שנערכו במעבדתה של ד"ר מנט ובחלקות הניסוי של ד"ר אופטובסקי במו"פ דרום, נמצא כי תכשירי הדברה ביולוגיים הכוללים פטריות ונמטודות אנטומופגניות יעילות בהדברת דרני המלדרה בקנה מידה מעבדתי (צלחות פטרי ודליים). אולם, תכשירים אלו לא נמצאו יעילים ביישום בקנה מידה גדול (תוצאות הקדמיות). יתכן כי הפער ביעילות התכשיר נובע מהפרדה במרחב או בזמן של דרני המלדרה מהנבגים של הפטרייה.

מטרות המחקר בשלוש שנותיו הינן: (1) ניטור דגם הפיזור ומחזור החיים של מזיקי הקרקע העיקריים בשדות בטטה בבשור במהלך עונת הגידול. (2) בחינת תנועת חומרי ההדברה בקרקעות שונות. (3) בחינת פעילותן ואופן הפיזור בקרקע של נמטודות ופטריות אנטומופגניות. (4) בחינת השפעת לחות הקרקע על מיקום הדרנים בקרקע. (5) בחינת זמן מגע רלוונטי בין הדרנים לאויבים הטבעיים ולחומרי ההדברה הכימיים. (6) שילוב הגורמים שנמצאו יעילים לממשק משולב (בשילוב תכשירים כימיים) היעיל בהפחתת אוכלוסיית מזיקי הקרקע בגידול הבטטות.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

שטח בגודל של כ-3 דונם במו"פ דרום שלא גודלו עליו בטטות בשנתיים האחרונות חולק ל-35 תת חלקות כאשר בכל חלקה 4 ערוגות באורך 20 מטר כל אחת (איור 1). הטיפול המתוכנן בשטח השנה כוללים שילובים של תכשיר פטרייתי (Bioveria), תכשיר מבוסס נמטודות (HB), קורגן ושילובים בניהם כמתואר בטבלה 1.



טבלה 1. הטיפולים השונים בניסוי ומספרי החלקות לכל טיפול.

טיפול	חלקות
ביקורת (ללא חומרים)	6,10,,13,16,,19,21,24,27,34,35
קורגן	2,8,15,28,33
נמטודות	1,5,14,30,32
ביווריה	3,9,12,22,31
נמטודות + קורגן	7,18,23,26,29
ביווריה + קורגן	4,11,17,20,25

טבלה 2. מינוני חומרי ההדברה אופן ותדירות יישומם במהלך הניסוי.

טיפול	מינון	אופן יישום	תדירות
קורגן (Chlorantraniliprole 200 g/l)	20 סמ"ק לדונם	ריסוס	אחת לחודש
נמטודות (HB) מינון I	חצי מיליון למטר ²	הגמעה	אחת לחודש
נמטודות (HB) מינון II	מיליון למטר ²	הגמעה	אחת לחודש
Bioveria	200 מ"ל לדונם	ריסוס	לפני תיחוח
Bioveria	200 מ"ל לדונם	הגמעה	אחת לחודש

השטח הוכן באופן מישקי על ידי חקלאים לשתילה. לאחר בניית הערוגות ומיד לפני התיחוח, בשעות הבוקר המוקדמות, רוססו החלקות המיועדות לטיפול הביזוריה (טיפולים 4,5) בעזרת מרסס גב בבווריה במינון של 200 מ"ל לדונם (טבלה 2).

ב-24 ביוני 2022 נשתלו ייחורי בטטה על ידי צוותי שתילה קבלניים. עם השתילה ובשבוע לאחר השתילה ניתנה מנת מים של 10 מ"מ במנות קטנות לאורך כל היום על מנת להקל את הקליטה של הצמחים. לאחר השבוע הראשון ההשקיה כולה נעשתה בטפטוף לפי מה שנהוג אצל החקלאים. לאחר השתילה פוזרו חיפושיות מלדרה בוגרות בכל החלקות ע"י הנחת מיכל ובו כ-16 חיפושיות מלדרה בכל חלקה.

לאחר קליטת הצמחים התחלנו ביישום חומרי ההדברה כמתואר בטבלה 2. פעם בחודש, לפני יישום הפטריות והנמטודות נלקחות דוגמאות קרקע מעומק 0-20 ס"מ ומעומק 20-40 ס"מ על מנת לבחון שרידות גורמי המחלה בקרקע. הדיגומים נלקחים בקוטר של 40 ס"מ לפני ההשקיה כאשר הקרקע לחה אבל לא רטובה. בחינת שרידות הפטריות האנטומופטוגניות בקרקע נעשתה בתנאי מעבדה בדומה לפרוטוקול המתואר בעבודות קודמות (Behle et al. 2015). בחינת שרידות הנמטודות נעשתה בתנאי מעבדה עפ"י הפרוטוקול שפורסם ב-(Glazer and Golberg 1993). דרך מלדרה בדרגה 1 הונחו במבחנה בנפח 25 סמ"ק המכילה חול ותמיסה המכילה נמטודות במינון 100 נמטודות צעירות לסמ"ק קרקע. המבחנות הונחו בטמפ' של 25°C למשך 120 שעות ולאחריהם תבדק תמותת הזחלים. בנוסף בסיום הניסוי, נוכחות נמטודות נבחנה בכל אחד מהזחלים. עבור כל דגימה התבצעו 3 חזרות טכניות. שלוש פעמים במהלך העונה (15/8, 14/9, 31/10) נלקחו דוגמאות משלושה מיקומים לאורך הערוגה מעומק 0-30 ס"מ, מעומק 30-60 ס"מ על מנת לנטר גודל האוכלוסיה ומיקום הדרנים בקרקע. הפרטים (כשנמצאו) הופרדו מהקרקע, נספרו וחולקו עפ"י שלב מחזור החיים (דרן שלב 1,2,3, גולם).

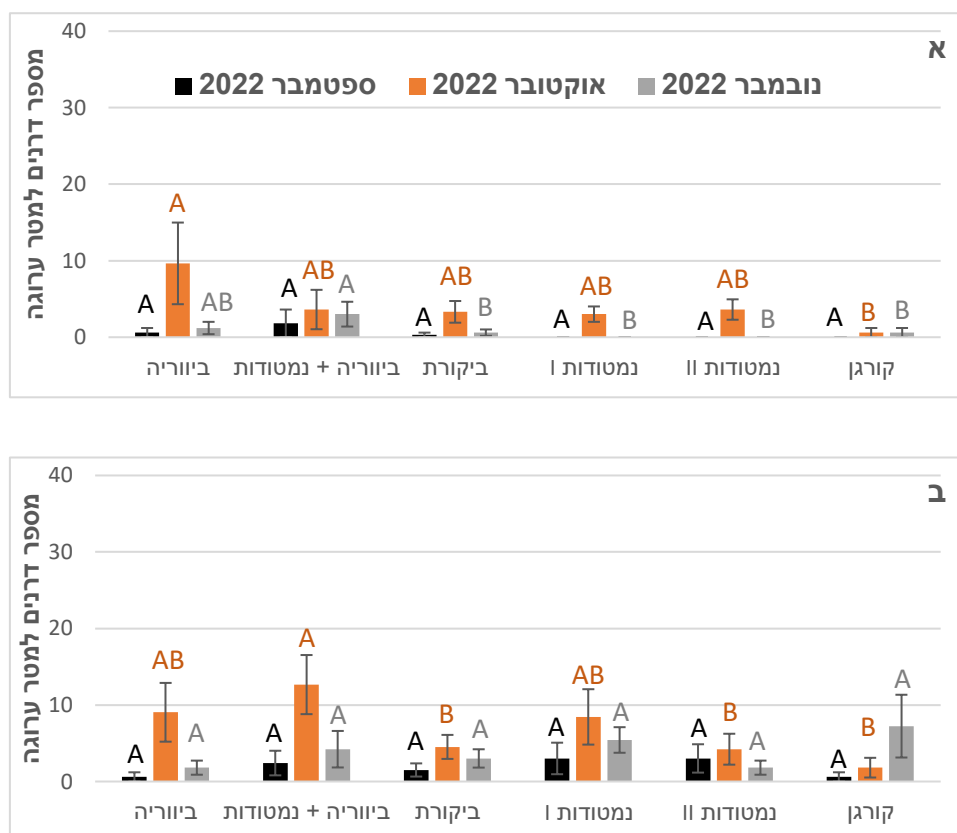
בטטות נאספו משטח של 4 מטר ערוגה 150 ימים לאחר שתילה (עם אסיף הבטטות) ורמת הפגיעה של זחלי המלדרה בבטטה הוערכה לפי המדד הבא: 1 = אפס פגיעה עד פגיעה נמוכה מאוד, 2 = פגיעה בינונית – 5-10 נגעים, 3 = פגיעה גבוהה – מעל 10 נגעים (איור 2).

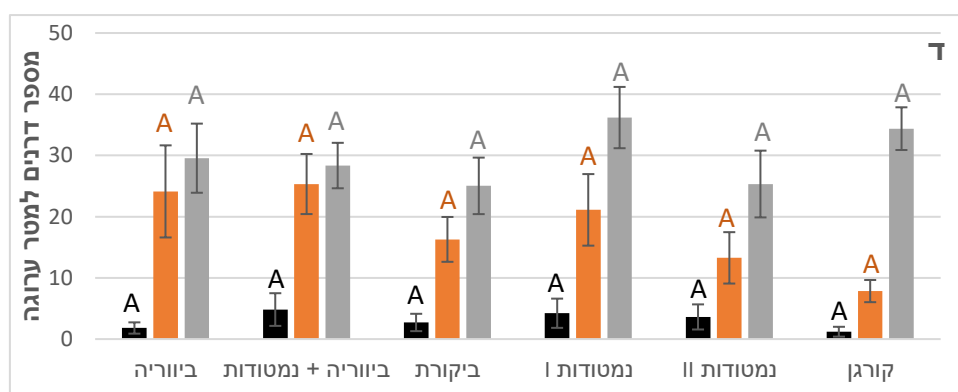
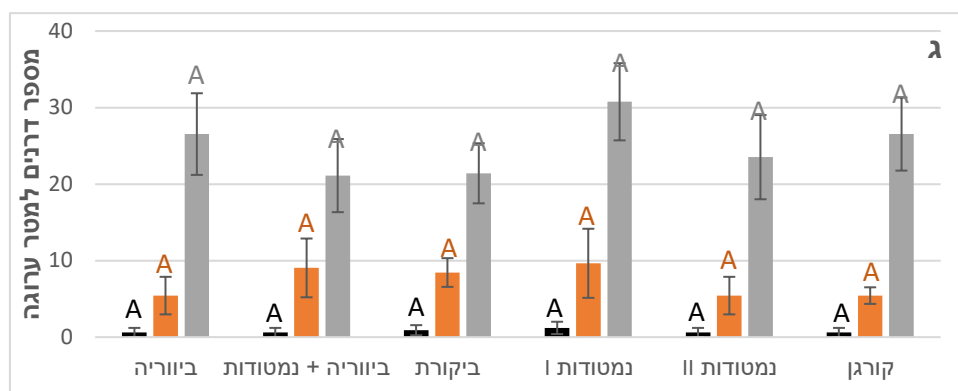


איור 2. תמונות מייצגות של נזקי דרני המלדרה. 1 = אפס פגיעה עד פגיעה נמוכה מאוד, 2 = פגיעה בינונית – 5-10 נגעים, 3 = פגיעה גבוהה – מעל 10 נגעים.

תוצאות

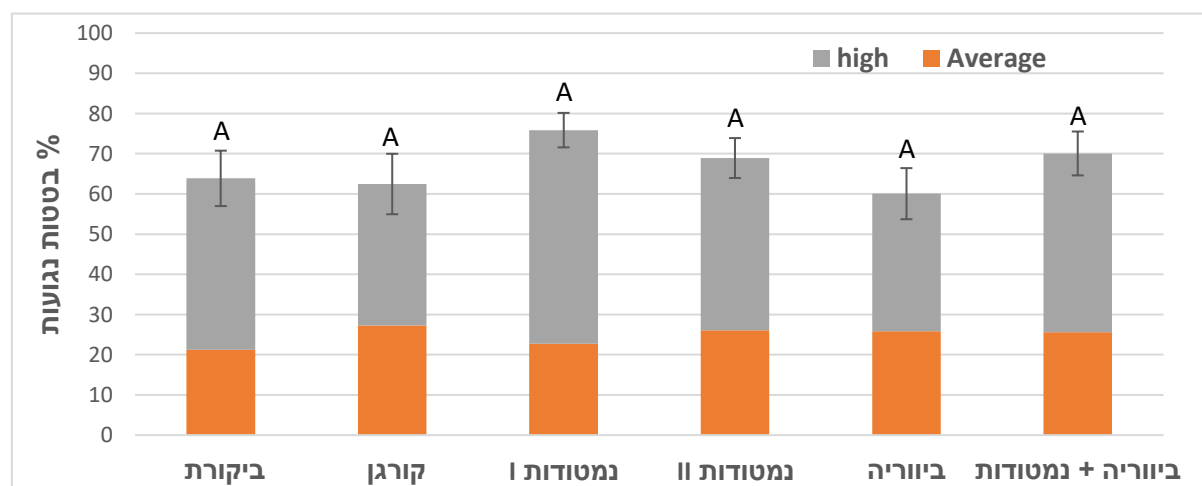
דוגמאות קרקע לבחינת שרידות הפטריות והנמטודות האנטומופטוגניות בקרקע נלקחו מהחלקות הרלוונטיות ומחלקת הביקורת. הדוגמאות נשלחו לאנליזה במעבדה של ד"ר דנה מנט ממכון וולקני כפי שתואר מעלה. מספר הדרנים שנמצאו בדגימות הקרקע שנלקחו לאיתורם בקרקע לפי דרג הדרנים מופיע באיור 3. נמצא כי מספר הדרנים מדרג 1 עלה סביב ספטמבר ומעט ירד בדיגום הבא ברב הטיפולים. בכל אופן מספר הדרנים מדרג 1 שנמצאו בקרקע היה לא רב כאשר בדיגום הראשון לא היה הבדל בין הטיפולים, בדיגום השני והשלישי נמצא בטיפולי הביווריה והביווריה + נמטודות, בהתאמה מספר דרנים גבוה משמעותית ממספר הדרנים בטיפול הקורגן. גם בקרב הדרנים מדרג 2 ומדרג 3 לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בדיגום הראשון. מספר הדרנים מדרג 2 עלה בדיגום השני כאשר בטיפול הביווריה + נמטודות היה מספר דרנים משמעותית גבוה ממספר הדרנים בטיפולים עם קורגן, נמטודות בריכוז גבוה ובביקורת. גם מספר הדרנים מדרג 3 עלה בדיגום השני והמשיך לעלות בדיגום השלישי אולם כאן לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים. מספר הדרנים הכולל בכל טיפול, בכל דיגום, נקבע בעיקר ממספר הדרנים דרג 3 ותאם את אותה מגמה שנמצא בקרב דרנים אלו.





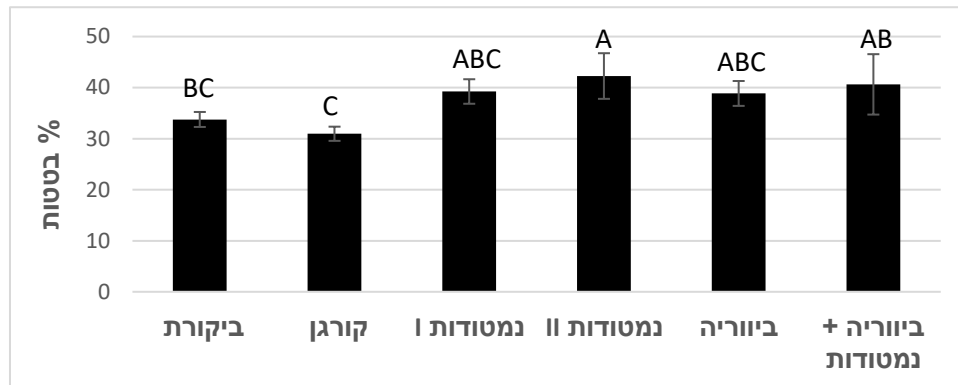
איור 3. מספר הדרנים למטר ערובה שנספרו בדוגמאות קרקע שנלקחו בזמנים שונים במהלך עונת הגידול. לאחר הוצאת הפרטים מהקרקע הם חולקו עפ"י שלב מחזור החיים (דרן שלב 1 – א, דרן שלב 2 – ב, דרן שלב 3 – ג, סך כל הדרנים – ד). הנתונים מייצגים ממוצע חזרות ושגיאת תקן. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בממוצע על פי מבחן שוניות t. Each pair student's t.

תוצאות בדיקת רמת הנזק שנגרם מדרני המלדרה לבטטות בטיפולים השונים מוצגות באיור 4. בשנת הניסוי הנוכחית לא ניכר הבדל משמעותי באחוז הנזק בין הטיפולים השונים. הנזק היה ניכר ומשמעותי, כ-70% מהבטטות בכל הטיפולים נפגעו במידה בינונית עד גבוהה מאכילות של דרני המלדרה.



איור 4. אחוז הבטטות הנגועות בדרגות נגיעות שונות מתוך סך כל הבטטות בדגימה בטיפולים השונים. נגיעות גבוהה (אפור) - מעל 10 נגיעות; נגיעות בינונית (כתום) 5-10 נגיעות. הנתונים מייצגים ממוצע חזרות ושגיאת תקן. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בממוצע על פי מבחן שונותיות t Each pair student's.

בחינה של אחוז הבטטות הקטנות, בטטות הקטנות מ-150 גרם שאינן ראויות לשיווק, מוצג באיור 5. אפשר לראות שבטיפול הנמטודות במינון גבוה אחוז הבטטות הקטנות היה גבוה משמעותית מאחוזן בטיפול הביקורת או בטיפול הקורגן. גם בטיפול הביווריה + נמטודות היה אחוז הבטטות הקטנות גבוה מאחוזן בטיפול הקורגן.



איור 5. אחוז הבטטות הקטנות (גודל 0-150 גרם) שאינן ראויות לשיווק מתוך סך כל הבטטות בטיפול. הנתונים מייצגים ממוצע חזרות ושגיאת תקן. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בממוצע על פי מבחן שונותיות t Each pair student's.

דין

תוצאות הניסוי בשנה הקודמת הראו שהנמטודות היו היעילות ביותר בהפחתת אוכלוסיית המלדרה בשדה. בשנה הקודמת יישום הנמטודות היה בריכוז גבוה. על מנת להפוך את הטיפול לכלכלי יותר הוחלט לבחון את יישום הנמטודות גם במינון נמוך יותר (כמחצית מהכמות) ובמינון נמוך בשילוב עם התכשיר הפטרייתי שנמצא גם הוא בעל יכולת להפחית את אוכלוסיית הדרנים בקרקע. הפטריות ייושמו בשטח לפני התיחוח על מנת להצניע אותן ושכבר יחכו לדרנים בקרקע לכשיגיעו. את הנמטודות לא יישמו בשלב זה מאחר ושרידותן בקרקע פחות טובה והן זקוקות למזון (זחלים) על מנת שיוכלו לשרוד בקרקע. הנמטודות ייושמו לראשונה לאחר התבססות השתילים בקרקע. הבטטות עדיין לא מפותחות בקרקע ולכן אין מזון בשפע למלדרות. לאור ניסיון העונות הקודמות לא מוצאים דרנים בקרקע בשלבים שאין עדיין בטטות בקרקע ולכן אנו עוקבים אחר התפתחות הבטטות על מנת לקבוע את מועד דיגום הדרנים הראשון. אנו צופים כי במהלך חודש אוגוסט אוכלוסית המלדרה תגדל וכי בדיגומים הבאים נמצא גם פריטים בוגרים במלכודות.

ביבליוגרפיה

- Ansari, M. A. et al. 2006. Field trials against *Hoplia philanthus* (Coleoptera: Scarabaeidae) with a combination of an entomopathogenic nematode and the fungus *Metarhizium anisopliae* CLO 53. - Biol. Control 39: 453–459.
- Behle, R. W. et al. 2015. Evaluation of *Metarhizium brunneum* F52 (Hypocreales: Clavicipitaceae) for Control of Japanese Beetle Larvae in Turfgrass. - J. Econ. Entomol. 108: 1587–1595.
- Falach, L. et al. 2003. Evidence for a short-range sex pheromone in female *Maladera matrida* beetle. - J. Chem. Ecol. 29: 603–613.
- Gouberg, A. M. et al. 1989. Insecticide control of a white grub, *Maladera matrida*, on sweet potato. - Phytoparasitica 17: 175–183.
- Harari, A. et al. 1997a. Population dynamics of *Maladera matrida* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Peanuts fields in Israel. - Environ. Entomol. 26: 1040–1048.
- Harari, A. R. et al. 1997b. Life- and fertility-tables of *Maladera matrida* (Coleoptera: Scarabaeidae). - Environ. Entomol. 26: 1073–1078.
- Jackson, M. A. and Jaronski, S. T. 2009. Production of microsclerotia of the fungal

entomopathogen *Metarhizium anisopliae* and their potential for use as a biocontrol agent for soil-inhabiting insects. - Mycol. Res. 113: 842–850.

Lacey, L. A. and Georgis, R. 2012. Entomopathogenic Nematodes for Control of Insect Pests Above and Below Ground with Comments on Commercial Production. - J. Nematol. 44: 218–225.

Sorensen, K. A. 2009. Sweetpotato insects: Identification, biology and management. - In: The Sweetpotato. pp. 161–188.

St. Leger, R. J. 2008. Studies on adaptations of *Metarhizium anisopliae* to life in the soil. - J. Invertebr. Pathol. 98: 271–276.

Traugott, M. et al. 2015. Biology, ecology, and control of elaterid beetles in agricultural land. - Annu. Rev. Entomol. 60: 313–34.

Villani, M. et al. 1994. Soil application effects of *Metarhizium anisopliae* on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) behavior and survival in turfgrass microcosms. - Environ. Entomol. 23: 502–513.