

שם התכנית: ממשק הדברה משולב להפחתת פגעי זבליות בגידול בטטות בעמק החולה

חוקרת ראשית: ד"ר דנה מנט

שותפים: עדן יוסף, מלכה גולדנברג, שוש פלס, עומר דינר, דוד בן-יקיר, שאול גרף, גל יעקובי,

לילך מונדקה

דו"ח סיכום שנה א' לתקופה 1.2.2018 – 1.12.2018

רקע ותאור הבעיה: בשנתיים האחרונות, כחלק משינוי בהרכב גידולי השדה בעמק החולה, חזרו חקלאי האזור לגדל בטטות. במהלך שנת 2016 נשתלו 150 דונמים של בטטה באזור אגמון החולה. במהלך העונה נצפה נזק רב לאשרושים שהסתכם בנזק כלכלי כבד. ניטור מזיקים הראה נוכחות משמעותית של חיפושית ממשפחת הזבליות וזחלים של חיפושיות ממשפחת הנתוזיות (תולעי תיל). בעונת גידול 2017, על מנת למזער את הנזק מהחיפושיות, יושם משטר ריסוסים נמרץ בעלות של כ-1000 ₪ לדונם לעונה. ניסיונות לאפיין את הזבליות המזיקות לא צלחו.

ממחקרים שנעשו בבשור ומבחינת הממשק הקיים שם כיום, ממשק ההדברה העיקרי של מזיקי הקרקע בבטטה מסתמך על תכשירי הדברה כימיים. בשנות השמונים נעשה עיקר השימוש בתכשירי Cadusafos ו-Bifenthrin (Gol'berg et al. 1989). אולם השימוש בתכשירים אלו הופסק עקב הפסקת השימוש בתכשירים זרחן אורגניים 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. בנוסף, שימוש בתכשיר זה אינו אפשרי בגידול בטטה אורגנית אשר בעלת דרישה בשווקים באירופה. לבסוף, קיימת מגמה בשוק האירופי של הפחתת השימוש בחומרי הדברה ובכדי לעמוד ביעדים תחרותיים לשוק זה אנו נדרשים למצוא חלופות לשימוש בתכשירים הכימיים. לפיכך אנו מעוניינים לפתח ממשק הדברה משולב לצמצום פגיעת מזיקי הקרקע בבטטות באמצעות שימוש באמצעים אגרוטכניים וביולוגיים.

מטרה זו תבחן באמצעות שילובם של תכשירים מיקרוביאליים המשמשים להדברת מזיקים. השימוש בתכשירים מבוססי פטריות מהסוגים *Beauveria* ו-*Metarhizium*. ונמטודות תוקפות חרקים עשוי למתן את השימוש בתכשירי הדברה כימיים שהשימוש הנמרץ בהם, מעבר להיבטים האקולוגיים, עלול להקטין את כושר התחרות של גידול הבטטות עם מגדלים במדינות אחרות. במסגרת זו יבחנו המשתתפים המאפיינים את יעילות הפטריות כטיפול מנע המושגת בשדה ויבחן השימוש התגובתי בנמטודות אנטומופתוגניות כבר בשלבי החדירה המוקדמים של דרגי הזבליות לשטח.

מטרת התכנית - קידום ממשק משולב הכולל אמצעי הדברה ביולוגיים בהתמודדות עם נזקי זבליות בגידול הבטטות בעמק החולה.

מועד תחילת וסיום המחקר: 1.2.18-30.1.21

שלב המו"פ: פיתוח

מהלך המחקר ושיטות העבודה:

איסוף פרטי המזיק לצורך זיהוי ופנולוגיה

באוקטובר-נובמבר 2017 במהלך הוצאת אשורשי הבטטות נאספו דרנים חיים מתוך חלקות הבטטה בעמק החולה. הדרנים הובאו למעבדה לצורך אחזקתם עד להתפתחות דרגת בוגר והגדרתם. באפריל 2018 נבחרה חלקה בת שלושה דונם באגמון החולה (תמונה 1), סומנה לצורך אפיון פנולוגי של המזיקים ולניסוי בתכשירים המיקרוביאליים כמתואר בהמשך.

השיטות ששמשו לדיגום דרנים וחיפושיות בוגרות כדלהלן:

- שיטת דיגום דרנים: באופן אקראי התבצעה חפירה באדמה על ידי קלשון באורך 2 מטר ב-10 חזרות. לאורכו הוצאה קרקע לחיפוש דרנים. מספר הדרנים נספר ודרנים חיים הועברו למעבדה לאחזקה לצורך הגדרה ובדיקת רגישות במעבדה לתכשירים מיקרוביאליים וכימיים.
- שיטת לכידת בוגרים: הפעלת 4 מלכודות אור בהיקף החלקה במשך לילה מדי שבוע. בוגרים שנלכדים במלכודות אור הועברו למעבדה לזיהוי ואחזקה.



תמונה 1. תצלום אוויר של חלקת הניסוי (1). חלקת הבטטות שנשתלה במאי 2018 מסומנת. מצוינים הגידולים שהתקיימו במהלך שנת 2018.

אופן היישום ובחינת תכשירים מיקרוביאליים בחלקת גידול בטטות

בחירת התכשירים התבצעה על סמך בחינת התוויות של התכשירים המסחריים, הגדרת טווח הפונדקאים הידוע לכל תכשיר וסוג הפורמולציה והתאמתה ליישום בקרקע. לאחר בחירת תכשירים, ועל מנת שניתן יהיה לבחון את ביצועיהם במעבדה ובשדה הוגשו לשירותים להגנת הצומח ולביקורת **בקשות לרישיונות ייבוא** לשלושה תכשירים חדשים של שלושה יצרנים בחו"ל ונחתמו **הסכמי העברת מידע** מול שלושת היצרנים. לאחר חתימת ההסכמים וקבלת רישיונות הייבוא נשלחו התכשירים למעבדה בוולקני. עם קבלת התכשירים נעשתה **בדיקת איכות** הכוללת: קביעת ריכוז נבגים ליחידת נפח, ניקיון התכשיר מזיהומים, קביעת שיעור נביטת הנבגים כמדד לחיוניותם כפי שתואר בעבודות קודמות (Ment et al., 2012, 2010).

יש לציין שכיום מורשה בישראל תכשיר אחד בלבד Botanigard המבוסס על הפטרייה האנטומו-פתוגנית *Beauveria bassiana*. לצורך ביצוע הניסויים בשדה הוגשו לשירותים להגנת הצומח בקשות לייבוא חומר ביוטי והיתרים לעריכת ניסויים בתכשירים המצוינים בטבלה 1. צעד אדמיניסטרטיבי זה הינו שלב חיוני בביצוע הפרויקט והאפשרות לבחון את התכשירים המתאימים בשדה.

בחלקת הניסוי יושמו שלושה תכשירים מיקרוביאליים מבוססי פטריות אנטומו-פתוגניות כאמצעי הדברה מניעתית בטרם שתילת הבטטות בשטח. יישום התכשירים נעשה ב-30.4.18 על פי התווית, בחמישה בלוקים באקראי. התכשירים יושמו בערוגת השתילה. החל מזמן אפס ליישום ומדי חודש נדגמת הקרקע בחלקות באזורי פיזור

התכשירים ובחלקות הביקורת. דגימות הקרקע משמשות במעבדה בוולקני לבדיקת שאריות התכשיר באמצעות מלכודות חרקים. ביקורות כללו טיפול משקי וללא טיפול כלל. טיפול משקי כלל טלסטאר לפני שתילה ואטלס. שתילת הבטטות התבצעה ב-1.5.18 והוצאת הבטטות נעשתה במהלך אוקטובר 2018. בתום עונת גידול הבטטות, ובעת הוצאת הבטטות מהקרקע ב-21.10.18, נמדדו המדדים הבאים בכל אחת מחלקות הטיפול השונות על פני 1 מטר רבוע במרכז כל חלקת טיפול: ספירת דרנים למ"ר ועד לעומק כ-40 ס"מ, ספירת בטטות למ"ר, שקילת הבטטות למ"ר וספירת בטטות נגוסות למ"ר (תמונה 2).



תמונה 2. נזק נבירה אופייני באשרוש בטטה הנגרם על ידי פנטודון

טבלה 1. תכשירי הפטריות האנטומו-פתוגניות שנבחנו בניסוי השדה ופרטי היישום הטכניים

שם התכשיר ושיטת היישום	מינון	תדירות
Botanigard (ריסוס אמולסיה) בגומת השתילה	0.01% תכשיר מהול במים	1 לפני שתילה, בהמשך יישום בריסוס לפי ניטור הדרנים
Velifer (ריסוס אמולסיה) בגומת השתילה	0.02% תכשיר מהול במים	1 לפני שתילה, בהמשך יישום בריסוס לפי ניטור הדרנים
Attracap (פיזור) הצנעת גרנולות בגומת השתילה	המלצת החברה: 100 גרם ל-30 מ"ר. השטח הכולל בניסוי 20 מטר X 0.3 מטר רוחב גומה = 6 מ"ר. 30 גרם גרנולות לערוגה. סה"כ 100 גרם.	1 לפני שתילה

אפיון שאריות התכשירים המיקרוביאליים בתנאי שדה

אפיון שאריות נבגים חיוניים של תכשירי הפטריות נעשה באמצעות שיטה קלאסית המכונה "מלכודת גלריה". בשיטה זו זחל עש הדונג הגדול (*Galleria mellonella*) המוכר ברגישותו לפטריות אנטומו-פתוגניות משמש כמלכודת חיה (תמונה 3). לצלחת פטרי (90 מ"מ) הוכנסה דגימת קרקע או רקמה צמחית במשקל 50 גר'. כמות מדודה של מים מזוקקים נוספה ללחלוח הדוגמא. לכל צלחת הוכנסו 5 זחלי עש הדונג הגדול דרגה רביעית מגידול מעבדתי. הצלחות נאטמו והודגרו ב- 25 מ"צ. במשך 7 ימים הצלחות עברו היפוך על מנת להגביר את חשיפת הזחלים לרקמה. זחלים מתים הועברו להדגרה בתא לח ב-25 מ"צ עד להופעת סימני הנבגה על פני הגופות. בוצע זיהוי מורפולוגי במיקרוסקופ על סמך מבנה המינבגים, נספרו הפרטים המתים ואלה הנגועים בפטרייה שיושמה בשטח. כביקורת חיובית שמשו קרקע או גזע מעצי הביקורת, לה מוספים נבגים בכמות ידועה והדוגמה נבדקת כמתואר מעלה.



תמונה 3. שיטות העבודה ששמשו לאפיון נוכחות ושכיחות פטריות אנטומו-פתוגניות בקרקע. מלכודת עש הדונג הגדול בה נראים זחלי העש נעים בקרקע.

טבלה 2. התכשירים אשר שמשו לקביעת יעילות קטילת דרניים בתנאי מעבדה.

שם התכשיר	מינון נבדק	שיטת אילוח
Botanigard	0.1%	טבילה למשך 30 שניות
Velifer	0.2%	טבילה למשך 30 שניות
MaK	10^7 conidia/ml	טבילה למשך 30 שניות
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	1000 IJ/ml	טפטוף 1 מ"ל תמיסה על פני הדרן
אטלס: Bifenthrin, פירתרואיד	3.3%	טבילה למשך 30 שניות
דוריבו: ניאוניקוטינואיד Thiamethoxam , Chlorantraniliprole	30%	טבילה למשך 30 שניות
אמפליגו: פירתרואיד, למבדה Chlorantraniliprole, סיהלוטרין	30%	טבילה למשך 30 שניות

מבחנים ביולוגיים לקביעת יעילות הקטילה של תכשירים מיקרוביאליים ותכשירי הדברה כימיים

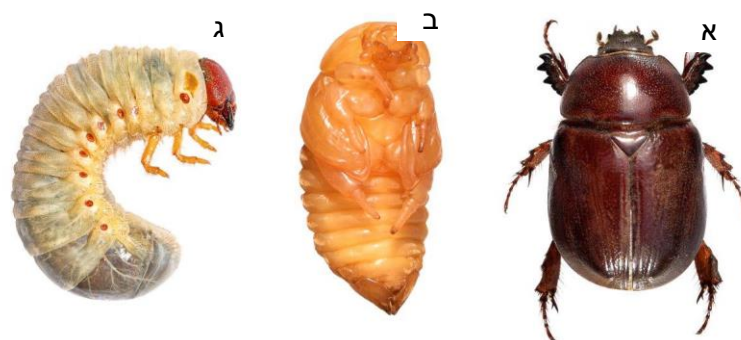
דרניים חיים נאספו מחלקת גידול הבטטות והובאו למעבדה לצורך בחינת רגישותם לתכשירי הדברה מיקרוביאליים ולתכשירי הדברה כימיים. הדרניים חולקו לצלחות פטרי 90 מ"מ המכילות אדמת חמרה המכסה 30% משטח הצלחת ופיסת גזר בעובי 1 ס"מ. הטיפול מתוארים בטבלה 2.

חשיפת הדרניים לתכשירים השונים התבצע כמתואר בטבלה 2. כל טיפול כלל 7-10 פרטים. לאחר היישום הצלחות נאטמו בפאראפילם והודגרו בחושך ב-25 מ"צ. מעקב אחר תמותת הפרטים התבצעה עד שהתמותה בקבוצות הביקורת עלתה על 30%.

תוצאות:

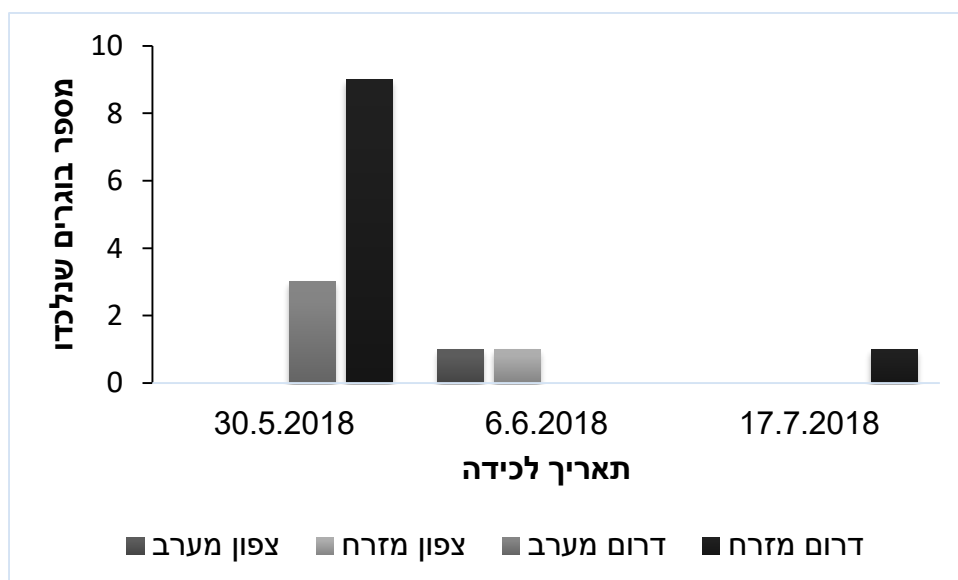
זיהוי מין המזיק ואפיון פנולוגי במהלך עונת גידול הבטטה

פרטים בוגרים שנאספו מבטטות ב-11.2017 תועדו באמצעות צילום ונשלחו לעוז ריטנר מהמוזיאון לאוספי טבע בתל אביב. הפרטים זוהו כפנטודון מהמין *Pentodon algerinum* dispar (איור 4א). דרניים (דרגת הזחל) (תמונה 4ב) שנאספו הוחזקו במעבדה על צמחי בטטה עד להתגלמות (תמונה 4ג) והגחה. גם הפרטים שהגוחו זוהו על ידנו כשייכים לאותו מין.



תמונה 4. א - פרט בוגר שנלכד במהלך איסוף הבטטות וזוהה כ- *Pentodon algerinum dispar*. ב - דרגת גולם. ג - דרגת זחל, דרך.

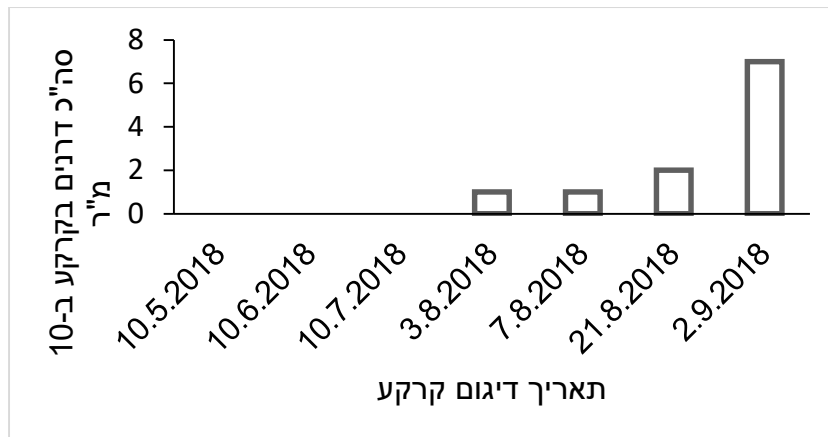
מלכודות אור הוצבו סביב חלקת הניסוי החל מה-9.5.18 מדי שבועיים. פרטים בוגרים של פנטודון נלכדו בשלושה מועדים בלבד, כמתואר באיור 1.



איור 1. מועדי לכידות פרטי פנטודון בוגרים במלכודות אור בארבעה כיוונים שונים ומספרם.

ניטור דרניים במשך עונת גידול הבטטות

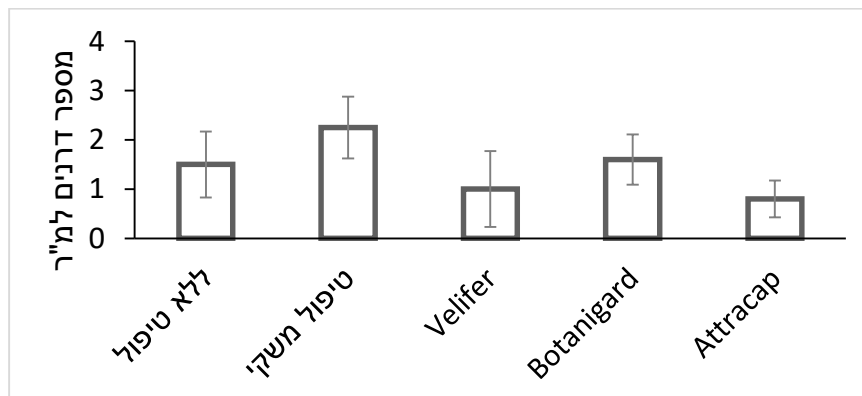
תוצאות ניטור הדרניים בקרקע מסוכמות באיור 2. יש לציין כי לאורך כל עונת הגידול לא נצפו סימני נזק בבטטות, וכאשר בתחילת אוגוסט התחילו להימצא פרטים בודדים בקרקע, הוחלט לבצע ניטור מדי שבוע.



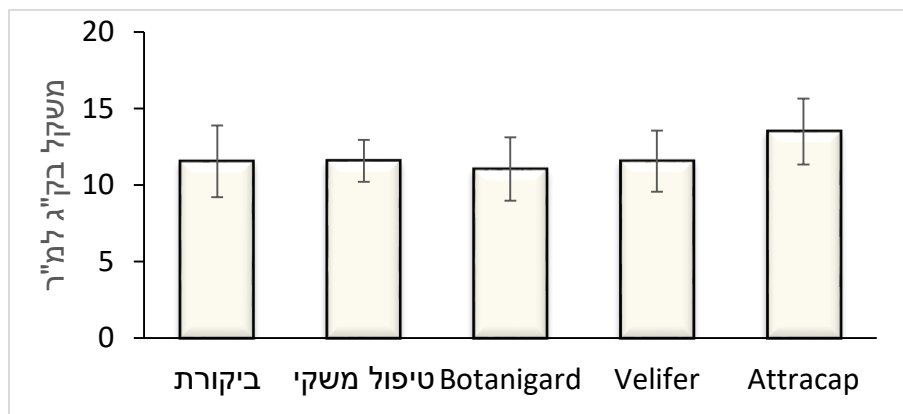
איור 2. מספר דרנים ב-10 מ"ר במועדי הניטור השונים לאורך עונת גידול הבטטות

השפעת יישום תכשירים מיקרוביאליים בחלקת גידול בטטות על מדדי אוכלוסיית המזיק וגידול הבטטה

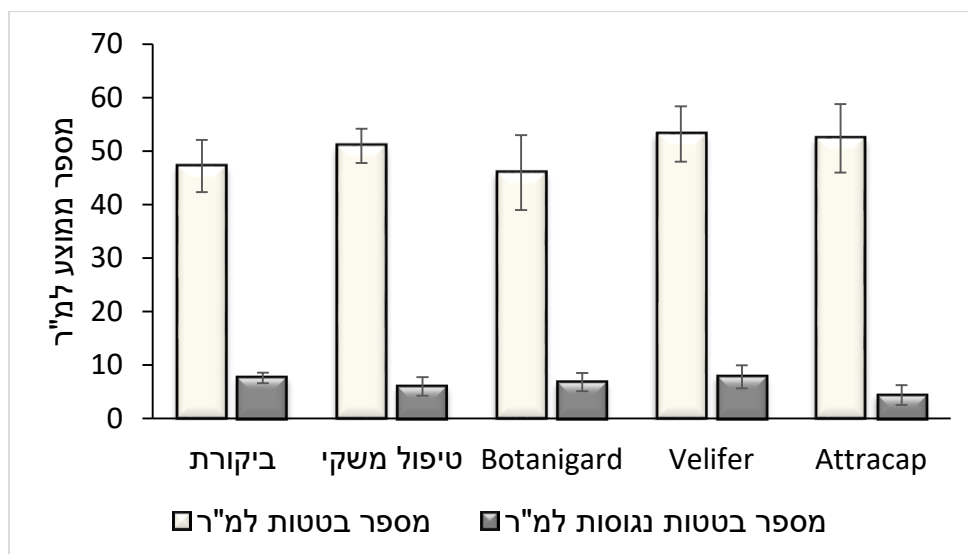
בעת הוצאת הבטטות מהחלקה נמדדו המדדים הבאים בכל אחת מחלקות הניסוי כמתואר מעלה: מספר דרנים למ"ר בטיפולים השונים, משקל בטטות למ"ר, מספר בטטות סה"כ ומספר בטטות נגוסות למ"ר, ואחוז הנזק כבטטות נגוסות מסה"כ הבטטות למ"ר. ניתוח סטטיסטי של התוצאות לא הצביע על מובהקות סטטיסטית עבור הטיפולים המיקרוביאליים והטיפול המשקי (איורים 3-6). מהנתונים עולה כי יישום תכשיר הפטרייה ATTRACAP הפחית ב-50% מספר דרנים למ"ר ו-1% נזק בבטטות (איור 3, 6).



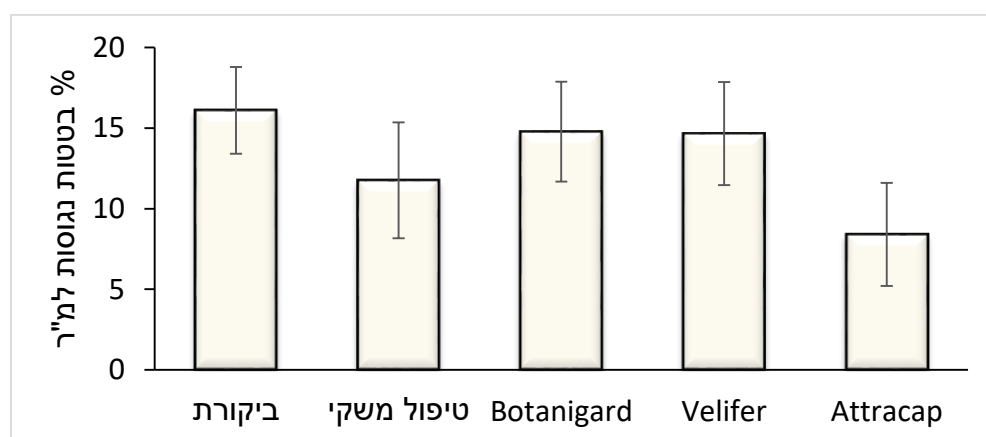
איור 3. מספר דרנים למ"ר בטיפולים בתכשירים המיקרוביאליים השונים כפי שנמדד בעת הוצאת הבטטות. הנתונים מייצגים ממוצע מחמש חלקות ושגיאת תקן. ANOVA DF=4, F=0.852, P=0.5



איור 4. משקל בטטות למ"ר בטיפולים בתכשירים המיקרוביאליים השונים כפי שנמדד בעת הוצאת הבטטות. הנתונים מייצגים ממוצע מחמש חלקות ושגיאת תקן. ANOVA DF=4, F=1.59, P=0.221



איור 5. מספר בטטות סה"כ ומספר בטטות נגוסות למ"ר בטיפולים בתכשירים המיקרוביאליים השונים כפי שנמדד בעת הוצאת הבטטות. הנתונים מייצגים ממוצע מחמש חלקות ושגיאת תקן. מספר בטטות, $DF=4$, $F=0.8$, $P=0.54$. נגיסות, $DF=4$, $F=1.248$, $P=0.328$.



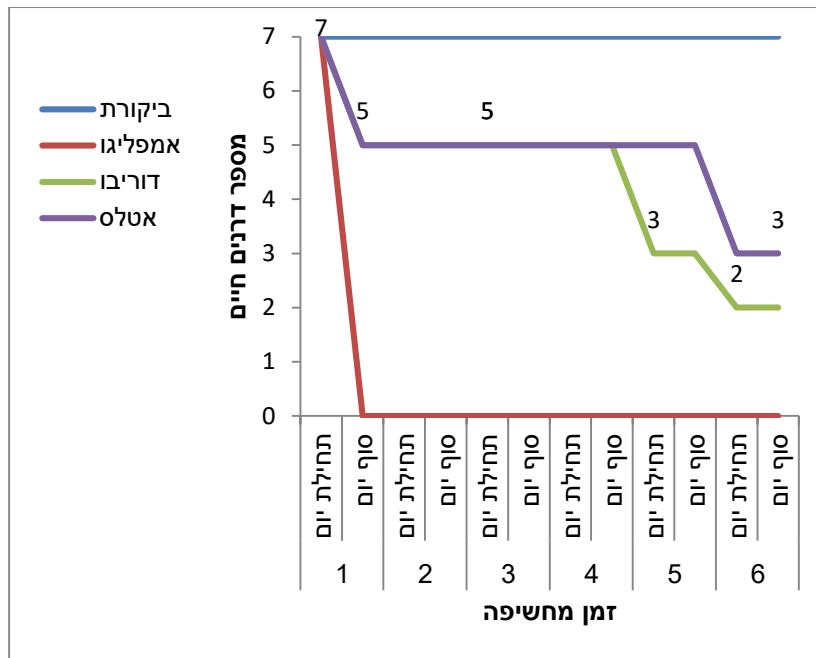
איור 6. אחוז הנזק כבטטות נגוסות מסה"כ הבטטות למ"ר בטיפולים בתכשירים המיקרוביאליים השונים כפי שנמדד בעת הוצאת הבטטות. הנתונים מייצגים ממוצע מחמש חלקות ושגיאת תקן. $DF=4$, $F=1.628$, $P=0.2$.

יעילות הקטילה של תכשירים מיקרוביאליים ותכשירי הדברה כימיים כלפי דרנים

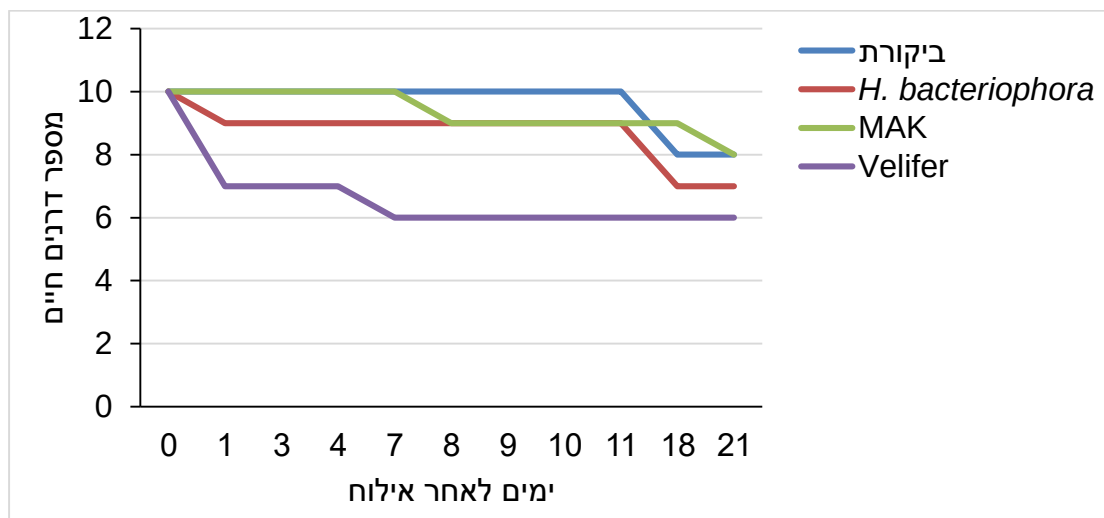
לאור תוצאות המדדים שנמדדו בניסוי השדה הוחלט לבצע בדיקת רגישות של הדרנים לחומרי ההדברה הכימיים והמיקרוביאליים. צעד זה הינו הכרחי לשם תכנון מערך הניסויים הבא.

מתוצאות הניסוי בו נחשפו דרנים לתכשירי הדברה כימיים עולה כי התכשיר אמפליגו גרם לקטילה המהירה ביותר, תוך 6 שעות. התכשירים דורילו ואטלס גרמו ל-50-60% תמותה תוך 6 ימים (איור 7).

מתוצאות הרגישות לתכשירים מיקרוביאליים כי התכשיר VELIFER היה היעיל ביותר וגרם לתמותה של 40% שבעה ימים לאחר חשיפה (איור 8). בתמונה 5 מופע אופייני של דרך מת נגוע בפטרייה.



איור 7. השפעת תכשירי הדברה כימיים על תמותת דרנים. הדרנים הוחזקו במערכת ניסויית מעבדתית. טיפול נעשה על ידי טבילת הדרנים בתמיסת התכשיר כמתואר בטבלה 2. תמותת הדרנים נבדקה חצי שעה לאחר הטיפול ומדי חצי יום מהישובם.



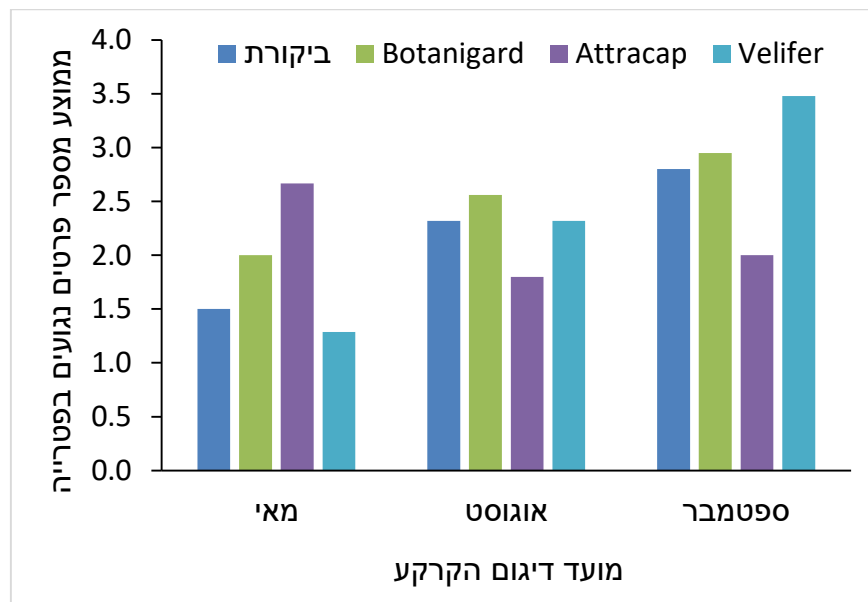
איור 8. השפעת תכשירי הדברה מיקרוביאליים על תמותת דרנים. הדרנים הוחזקו במערכת ניסויית מעבדתית. טיפול נעשה על ידי טבילת הדרנים בתמיסת התכשיר כמתואר בטבלה 2.



תמונה 5. דרגת דרן מאובחן כנגוע בפטרייה האנטומופתוגנית *Metarhizium brunneum*. על פני גופת הדרן נראים נבגים אופייניים של הפטרייה.

בדיקות שאריות לתכשירים הפטרייתיים בקרקע

מתחילת הניסוי נבדקו ארבע נקודות זמן; החל מזמן אפס ליישום התכשירים המיקרוביאליים ומדי חודש וחצי עד להוצאת הבטטות. תוצאות הבדיקות מצביעות על נוכחות טבעית של פטריות אנטומו-פתוגניות בחלקת הניסוי. בנוסף, בכל חלקות הטיפול בתכשירים מיקרוביאליים נרשמה תמותה של פונדקאי המודל, המשמש לאבחון פעילות התכשירים בקרקע כתוצאה מנגיעות בפטריות אנטומו-פתוגניות (איור 9). אחד ממועדי היישום הושמט מהאיור עקב חסר בחלק מהנתונים.



איור 9. שאריות וחיוניות תכשירי הפטריות בשטח. המדד התקבל על ידי שיטת מלכודת הגלריה. הנתונים מייצגים ממוצע חמש חזרות למספר הפרטים המאובחנים כנגועים בפטרייה מתוך קבוצה בת 5 פרטים. מניתוח ANOVA לא נצפתה מובהקות בין סדרות הנתונים ובין נקודות הזמן השונות.

מסקנות:

זיהוי מין המזיק ואפיון פנולוגי במהלך עונת גידול הבטטה המעקב אחר לכידות המזיק בחלקות הניסוי נמשך במהלך עונת גידול הבטטה באמצעות מלכודות אור, והוכיח כי אומנם מספר הפרטים הנלכד קטן, אך תוצאות הלכידה מצביעות על תעופה עיקרית מדרום החלקה. בדרום החלקה מתקיים גידול רציף של תירס בקיץ וחיטה בחורף. **ניטור דרנים במשך עונת גידול הבטטות** מעקב אחר נוכחות דרנים בקרקע התבצע לאורך כל עונת הגידול. דרנים נצפו לראשונה במהלך חודש אוגוסט ועד להוצאת הבטטות. הדרנים שנמצאו בעת הוצאת הבטטות היו דרגה שלישית, ככל הנראה לקראת התגלמות, היות ולאחר הבאתם למעבדה חלקם התגלמו. ניטור דרנים בנקודת זמן זו מתאים לתצפית גלי התעופה של הבוגרים בתחילת עונת הגידול. אולם, יש להמשיך ולבצע מעקב בעונות הגידול הבאות על מנת לאושש ממצאים אלו.

השפעת יישום תכשירים מיקרוביאליים בחלקת גידול בטטות על מדדי אוכלוסיית המזיק וגידול הבטטה שלושת התכשירים המיקרוביאליים שיושמו לפני שתילת הבטטות לא נמצאו כמשפיעים באופן מובהק על נגיעות החלקה בדרנים ושיעור הנזק לאשרושים. יש לציין כי אחד התכשירים, המצוי בפורמולציה המשחררת באופן מואט נבגים לקרקע, נמצא מפחית ב-50% את נגיעות החלקה בדרנים ואת שיעור הנזק לבטטה, אף כי התוצאות לא נמצאו מובהקות.

יעילות הקטילה של תכשירים מיקרוביאליים ותכשירי הדברה כימיים כלפי דרנים ושיעור הנזק וגודל האוכלוסייה של הפנטודון שנצפה בכל אחת מחלקות הניסוי לא נבדל מביקורת ללא טיפול, כולל חלקות בהן נעשה טיפול משקי שהתבסס על חומרי הדברה כימיים. לפיכך, התקבלה החלטה לבחון בניסויי מעבדה רגישות דרנים לתכשירי הדברה כימיים ומיקרוביאליים ששמשו במהלך תקופת הניסוי.

תוצאות הניסוי מצביעות על התכשיר הכימי אמפליגו והתכשיר המיקרוביאלי VELIFER כקטלניים ביותר כלפי דרן דרגה 3. יש לציין כי בניסוי בוצע יישום יחיד של תכשירי ההדברה המיקרוביאליים.

בדיקות שאריות לתכשירים הפטרייתיים בקרקע במהלך עונת הגידול נאספו דגימות קרקע לצורך בדיקת שאריות הפעילות של התכשירים המיקרוביאליים מבוססי הפטריות כטיפול מניעתי לנגיעות החלקה בזבליות. אף כי הנתונים אינם מובהקים, עולה כי קיימת שונות בין התכשירים במידת חיוניותם לאורך זמן. בניסויים הבאים נבצע דגימות קרקע ממוקדות יותר לאתרים בהם יושמו התכשירים, על מנת להימנע משונות סטטיסטית גבוהה. יש לשקול שימוש בשיטה אחרת לצורך בדיקת החיוניות, כאשר אחת השיטות האפשריות היא כימות יחידות חיוניות על ידי שימוש במצע סלקטיבי לפטריות האנטומו-פתוגניות.

סיכום

בוגרי חיפושית הפנטודון המעופפים לחלקות בטטות בצמוד לשתילה כנראה מטילים ביצים בסמוך לאשרושים, מה שמוביל להמצאות דרנים באמצע עונת הגידול, הנוגסים באשרושים וגורמים לנזק העומד על כ-10-15%. יש לברר האם קיים מקור עיקרי ממנו מגיעים הבוגרים לשטח, והאם יש הקבלה בין התפתחות אשרושי הבטטה לבין התפתחות הדרנים. טיפולים בחומרי הדברה כימיים לא נמצאו יעילים, על אף שלחלק מהתכשירים הכימיים קיימת רגישות בניסויי מעבדה של דרגת הדרן השלישי. באופן דומה, חלק מהתכשירים המיקרוביאליים נמצאו יעילים בתנאי מעבדה, אך בשטח הניסוי לא נמצא השפעה מובהקת על כמות הדרנים ושיעור הנזק לבטטות. מכך אנו מסיקים כי יש צורך לבסס את פרוטוקול יישום התכשירים, הן הכימיים והן המיקרוביאליים. בנוסף, יש לבצע מערך טיפולים משולב של תכשיר כימי עם מיקרוביאלי, הניתן כמנע וכתגובה במהלך העונה, ולבחון את יעילות ממשק ההדברה המשולב.

- Gouberg, A.M., Avigdor-Avidov, H., Nuriel, E., 1989. Insecticide control of a white grub, *Maladera matrida*, on sweet potato. *Phytoparasitica* 17, 175–183.
- Ment, D., Churchill, A.C.L., Gindin, G., Belausov, E., Glazer, I., Rehner, S.A., Rot, A., Donzelli, B.G.G., Samish, M., 2012. Resistant ticks inhibit *Metarhizium* infection prior to haemocoel invasion by reducing fungal viability on the cuticle surface. *Environ. Microbiol.* 14, 1570–1583. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2012.02747.x>
- Ment, D., Gindin, G., Soroker, V., Glazer, I., Rot, A., Samish, M., 2010. *Metarhizium anisopliae* conidial responses to lipids from tick cuticle and tick mammalian host surface. *J. Invertebr. Pathol.* 103, 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.12.010>