

משרד החקלאות - דו"ח לתוכניות מחקר
לקרן המדען הראשי

קוד זיהוי	א. נושא המחקר (בעברית)
596-0435-13	פיתוח ממשק להדברה משולבת של הזבוב <i>Megaselia halterata</i> בפטריות מאכל.

ג. כללי		ב. צוות החוקרים		
מוסד מחקר של החוקר הראשי		שם פרטי	שם משפחה	שם פרטי
מועצה אזורית גליל עליון, מו"פ צפון - תחום פטריות		עופר	דנאי	חוקר ראשי
תאריכים		חוקרים משניים		
סוג הדו"ח	תקופת המחקר	ראובני	חיים	1
מסכם	עבורה מוגש הדו"ח	גלזר	איתמר	2
	התחלה	אזוב	נרית	3
	סיום			4
תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון	שנה חודש			5
	שנה חודש			6
	שנה חודש			
	שנה חודש			

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח	
שם מקור המימון	קוד מקור מימון
קרן מדען ראשי, מש' החקלאות	131,000

ה. תקציר שים לב - על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתבת דיווחים

הצגת הבעיה – הזבוב *Megaselia halterata* הוא מזיק חשוב הגורם לנזק בפטריות מאכל. רימות הזבוב ניזונות מתפטיר הפטרייה דבר הגורם להפחתה ביבול והבוגרים משמשים כווקטור להעברת נבגי פטריות פתוגניות ואקריות בתוך חוות הגידול ובניהן. ממשק ההדברה בעבר מבוסס על טיפול מונע עם דיזיקטול מגורען (זרחן אורגני) המפוזר במצע הגידול. ראוי לציין, שבתום הגידול מפוזר הקומפוסט כחומר דישון במטעי עצי פרי כגון אבוקדו ואפרסמון שפירותיהם מיועדים לייצוא. הדבר מגביר את החשיבות של מציאת פתרונות בררניים יותר לטיפול בקומפוסט כתחליף לזרחנים אורגנים הנחשבים כתכשירים מפירי איזון הפוגעים באדם ובסביבה ובאורגניזמים שאינם מטרה להדברה.

חשיבות ומטרות – מטרת המחקר העיקרית היתה לפתח אמצעים בררניים ויעילים להדברת הזבוב כתחליף לשימוש בדיזיקטול (כגון; מגח"ים, נאוניקוטנואידים ותכשירים ביולוגיים). הצלחה בתוכנית תרמה לקידום הענף בייצור פטריות בממשק הדברה ידידותי ומשפיעה לחיוב גם על השימוש בקומפוסט כחומר דישון ללא רעלים במטעים.

מהלך ושיטות עבודה – בניסויים הקדמיים בתנאים מבוקרים מצאנו שתכשירים מקבוצת המגח"ים (כגון; מולטי וטייגר), הנאוניקוטנואידים (כגון; גאוצ'ו וקליפסו) ונמטודות קוטלות חרקים (*Steinernema feltia*) היו יעילים להדברת הזבוב. בתוכנית הנוכחית נבדקו בתנאים מבוקרים ומסחריים יעילותם של תכשירים אלו ואחרים להדברת הזבוב וכן, את השפעתם על היבול. לצורך זה אולחו באופן מבוקר מצעים מונבטים במספר ידוע של זבובים בגיל אחיד שהתקבלו ממערכות הגידול שברשותנו. יעילות הטיפולים נקבעה לפי רמת האוכלוסייה של הבוגרים שהגידו מהמצעים המטופלים ורמת היבול בהשוואה לטיפול המשקי עם דיזיקטול ולביקורת ללא תכשירים.

נבדקו תכשירים ממקור ביולוגי ותכשירים מקבוצת המג"חים והנאוניקוטנואידים הידועים כבררניים וצרי טווח בהשוואה לזרחנים אורגנים המקובלים בטיפול המשקי. מבין המוצרים הביולוגיים לא התקבלה הדברה יעילה עם נמטודות קוטלות חרקים ומוצע לבחון מינים נוספים. בטיפול עם "בק-תוש" המבוסס על רעלני החיידק *Bti* התקבלה מגמה חיובית בישום בטפטוף ומוצע להרחיב את הניסויים לשילוב תכשיר זה במשקי מודל. מבין המג"חים היו יעילים התכשירים מולטי וטייגר (בעלי מנגנון פעולה שונה) והנאוניקוטנואיד היחיד שנבדק ונמצא יעיל היה התכשיר ביסקיה. שילוב של תכשירים מקבוצות שונות שיפר את יעילות ההדברה.

ו. אישורים

הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

23/6/14 תאריך (שנה) (חודש) (יום)	רשות המחקר	אמרכלות (רשות המחקר)	מנהל המכון (פקולטה)	מנהל המחלקה	התקן
--	---------------	-------------------------	------------------------	-------------	------

דו"ח לתכנית מחקר מס' 11-0435-596

פיתוח ממשק להדברה משולבת של הזבוב *Megaselia halterata*
בפטריות מאכל

Development of Integrated Pest Management Program of the Fly *Megaselia halterata* in the Mushroom Industry

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י:

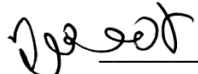
דר' עופר דנאי, ד"ר חיים ראובני, נירית אזוב – מו"פ-צפון
פרופ' איתמר גלזר - המחלקה לנמטולוגיה, מינהל המחקר החקלאי

Ofer Danay, Haim Reuveni, Nirit Ezov- Northern R&D,

Itamar Glazer - Volcani Center

Email: iris@migal.org.il

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

 חתימת החוקר

א. תקציר

הצגת הבעיה – הזבוב *Megaselia halterata* הוא מזיק חשוב הגורם לנזק בפטריות מאכל. רימות הזבוב ניזונות מתפטיר הפטרייה דבר הגורם להפחתה ביבול והבוגרים משמשים כווקטור להעברת נבגי פטריות פתוגניות ואקריות בתוך חוות הגידול ובניהן. ממשק ההדברה בעבר מבוסס על טיפול מונע עם דיזיקטול מגורען (זרחן אורגני) המפוזר במצע הגידול. ראוי לציין, שבתום הגידול מפוזר הקומפוסט כחומר דישון במטעי עצי פרי כגון אבוקדו ואפרסמון שפירותיהם מיועדים לייצוא. הדבר מגביר את החשיבות של מציאת פתרונות בררניים יותר לטיפול בקומפוסט כתחליף לזרחנים אורגנים הנחשבים כתכשירים מפירי איזון הפוגעים באדם ובסביבה ובאורגניזמים שאינם מטרה להדברה.

חשיבות ומטרות – מטרת המחקר העיקרית היתה לפתח אמצעים בררניים ויעילים להדברת הזבוב כתחליף לשימוש בדיזיקטול (כגון; מגח"ים, נאוניקוטנואידיים ותכשירים ביולוגיים). הצלחה בתוכנית תרמה לקידום הענף בייצור פטריות בממשק הדברה ידיוותי ומשפיעה לחיוב גם על השימוש בקומפוסט כחומר דישון ללא רעלים במטעים.

מהלך ושיטות עבודה – בניסויים הקדמיים בתנאים מבוקרים מצאנו שתכשירים מקבוצת המגח"ים (כגון; מוליט וטייגר), הנאוניקוטנואידיים (כגון; גאוצ'ו וקליפסו) ונמטודות קוטלות חרקים (*Steinernema feltia*) היו יעילים להדברת הזבוב. בתוכנית הנוכחית נבדקו בתנאים מבוקרים ומסחריים יעילותם של תכשירים אלו ואחרים להדברת הזבוב וכן, את השפעתם על היבול. לצורך זה אולחו באופן מבוקר מצעים מונבטים במספר ידוע של זבובים בגיל אחיד שהתקבלו ממערכות הגידול שברשותנו. יעילות הטיפולים נקבעה לפי רמת האוכלוסייה של הבוגרים שהגידו מהמצעים המטופלים ורמת היבול בהשוואה לטיפול המשקי עם דיזיקטול ולביקורת ללא תכשירים.

נבדקו תכשירים ממקור ביולוגי ותכשירים מקבוצת המגח"ים והנאוניקוטנואידיים הידועים כבררניים וצרי טווח בהשוואה לזרחנים המקובלים בטיפול המשקי. מבין המוצרים הביולוגיים לא התקבלה הדברה יעילה עם נמטודות קוטלות חרקים ומוצע לבחון מינים נוספים. בטיפול עם "בק-תוש" המבוסס על רעלני החיידק *Bti* התקבלה מגמה חיובית בישום בטפטוף ומוצע להרחיב את הניסויים לשילוב תכשיר זה במשקי מודל. מבין המגח"ים היו יעילים התכשירים מוליט וטייגר (בעלי מנגנון פעולה שונה) והנאוניקוטנואיד היחיד שנבדק ונמצא יעיל היה התכשיר ביסקיה. שילוב של תכשירים מקבוצות שונות שיפר את יעילות ההדברה.

ב. מבוא

חשיבותו וייחודו של המחקר

בשנים האחרונות מתאפיין ענף פטריות המאכל בישראל בתנופת פיתוח מתמשכת הודות לעלייה בביקושים והרחבת ההיצע של מיני הפטריות. היקף גידול הפטריות בשנת 2013 עמד על כ- 11,000 טון שמהם כ- 80% מיוצרים בגליל.

הזבוב *Megaselia halterata* (Wood) הוא מזיק חשוב הגורם לנזק רב בפטריות מאכל, מהסוג שמפניון ופורטבלה. רימות הזבוב ניזונות מתפטיר הפטרייה והבוגרים משמשים כווקטור להעברת נבגי פטריות פתוגניות ואקריות בתוך חוות הגידול ובניהן. הנזק העיקרי מתבטא בהפחתה של כ- 10% מהיבול. ממשק ההדברה שהיה מקובל התבסס על טיפול מונע עם דיזיקטול מגורען, מקבוצת הזרחנים האורגנים, המפוזר בקומפוסט המשמש כמצע הגידול לפטריות. בחקלאות המודרנית נעשים מאמצים להפסקת השימוש בתכשירים חריפים וחשיבות זאת גוברת כאשר מדובר על שימוש בתכשירים אלו בגידולים המתפתחים במבנים סגורים בהם האוורור דל והחשיפה לנדיפי התכשירים גדולה מזו שבשטחי פתוחים. התכשיר הוצא משימוש במהלך העבודה (בנוסף, ראוי לציין, שבתום הגידול מפוזר הקומפוסט כחומר דישון במטעים ובהם אבוקדו ואפרסמון שפירותיהם מיוצאים למדינות בחו"ל בהם נאסר השימוש בזרחנים אורגנים, דבר המגביר את החשיבות של מציאת פתרונות ברנניים יותר לטיפול בקומפוסט. גם במדינות אחרות בעולם בהם מפותח ענף הפטריות למאכל מחפשים תחליפים ידידותיים לזרחנים אורגנים להדברת זבוב זה ואחרים (Erler et al. 2008, Szlendak and Lewandowski 2008). בספרות מדווח על להצלחה בהדברה באמצעים ביולוגיים על ידי שילוב של אקריות טורפות (Al-Amidi and Downes 1990, 1991, Jess and Bingham 2004), נמטודות קוטלות חרקים (Erler et al. 2008, Jess and Bingham 2004) ותכשירי *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) (Erler et al. 2008). בכוונת המחקר הנוכחי היתה לבחון את יעילותם של אמצעים ביולוגיים ותכשירים ברנניים מקבוצות שונות. במחקר שבצענו בעבר מצאנו שמתוך 11 זנים של נמטודות 6 זני נמטודות היו יעילים (דנאי וחוברי, 2004). אך רמת, ההדברה לא היתה מספקת (44% בהשוואה לביקורת) ונדרש שילוב של אמצעים נוספים. לאחרונה חלה התקדמות בפיתוח זני נמטודות להדברה של מזיקים ויש התקדמות רבה בפיתוח של קו ייצור מסחרי לשילוב הנמטודות כמדביר ביולוגי בגידולים שונים. במחקר הקדמי שערכנו בשנה האחרונה קיבלנו תוצאות מעודדות גם עם נמטודות קוטלות חרקים וגם עם תכשירי *Bt*. במחקר זה הרחבנו את הניסויים לבדיקת יעילותם של אמצעים ביולוגיים כיוון שבראיה לטווח ארוך חלופה זאת עדיפה בהשוואה לתכשירים סינטטיים. הדגש העיקרי היה על שילוב נמטודות בממשק ההדברה. נמטודות קוטלות חרקים המוכרות כיעילות שייכות לשתי משפחות עיקריות *Steinernematidae* ו- *Heterorhabditidae*. המינים בקבוצות אלו נושאים חיידקים סימביוטיים *Xerorhabdus* spp. הנמטודות חודרות באופן אקטיבי לגוף החרק ומפרישות את החיידק המתרבה בגוף החרק. הנמטודות אינן פוגעות ואינן ניזונות מהרקמה הצמחית או מתפטיר הפטרייה ולפיכך אינן מסכנות את התפתחות גידול הפטריות בקומפוסט. נמטודות אלו משמשות, זה מכבר, להדברת זבובים מהסוג *Sceriaride* spp. בבתי גידול מסחריים של פטריות באירופה וארה"ב (Grewal et al., 2005). תנאי הלחות והאוורור במצע הקומפוסט הם מיטביים לפעילות הנמטודות וייתכן שישום במינון ובעיתוי הנכון יביא גם להדברה יעילה של הזבוב *M. halterata*. במחקר הנוכחי נבדקה יעילותן של נמטודות קוטלות חרקים מהמינים *Steinernema feltiae* ו- *Heterorhanditis bacteriophora* המיוצרות באופן מסחרי ומיובאות לארץ על ידי חברת "ביו-בי מערכות ביולוגיות בע"מ". בנוסף, נבדקה יעילותם של תכשירים ברנניים שנמצאו יעילים בניסויים הקדמיים (כגון; מוליט וטייגר מקבוצת המגח"ים, גאוצ'ו וקליפסו מקבוצת הנאוניקוטואידים) ותכשירים אחרים שלהם פוטנציאל מוכר לפגיעה בזבובים (כגון; טרייסר *spinosad*) (Erler et al. 2008). אמצעים שנמצאו יעילים נבדקו במסגרת המחקר בחוות גידול מסחריות שבהן נבדקה התרומה של קטלנים חשמליים וטיפולי סניטציה להשלמת ממשק ההדברה.

מטרות המחקר היו: מטרת המחקר העיקרית היא לפתח ממשק ידודתי להדברה של הזבוב בפטריות מאכל. לצורך השגת המטרה נקבעו מטרות הביניים הבאות:

א. קביעת יעילותם של אמצעים ידודתיים להדברת הזבוב *M. halterata* בתנאים מבוקרים ובתנאי גידול מסחריים.

ב. פיתוח ממשק הדברה ידודתי ויעיל לטווח ארוך באמצעים משולבים (כגון: תכשירים ידודתיים, קטלניים חשמליים, סניטציה) בחוות גידול מסחריות.

ג. עיקרי הניסויים שבוצעו

פירוט עיקרי הניסויים

א. תיאור אמצעי ההדברה הברנניים שנבדקו

כדי לבדוק את יעילותם של אמצעים ברנניים להדברת הזבוב נערכו ניסויים בתנאים מבוקרים בכלובי גידול וניסויים במשטחי גידול מסחריים. נבדקה יעילותם של תכשירים ביולוגיים ותכשירים אחרים השייכים לקבוצות מווסתי גידול חרקים ונאוניקוטנואידים המוכרים כצרי טווח וידודתיים יותר לאדם ולסביבה בהשוואה לטיפול המשקי עם דיזיקטול מקבוצת הזרחנים האורגנים.

בתכשירים הביולוגיים שנבדקו נכללו מוצרים מסחריים של נמטודות קוטלות חרקים מהמינים *Steinernema carpocapsae* ו- *S. feltiae* והתכשיר "בק-תוש". מנגנון הפעולה של הנמטודות מבוסס על חדירה אקטיבית של זחל אינפקטיבי Infective juveniles (Ijs) לגוף החרק והפרשה של חיידקים סימביונטיים (*Xerorhabdus spp.*) אותן הן נושאות. החיידקים מתרבים בגוף החרק ומפרישים בהמוצל חומרים רעילים הגורמים להרס הרקמות ותאי המעי. התכשיר "בק-תוש" מכיל גבישי חלבון של החיידק *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). וידוע ביעילותו להדברת יתושים וזבובים במקומות לחים. בתכשירים שנבדקו מקבוצת המגחי"ם נמנו כאלו עם מנגנון פעולה שונה, כמפורט להלן: (1) מעכבי סינטיזת כיטין – התכשירים "מוליט", "שונית" ו"מץ" (השניים הראשונים בעלי אותו חומר פעיל), (2) חיקוי של הורמון הנעורים – התכשיר "טיגר", (3) חיקוי של הורמון הנעורים – התכשיר "ראנר". התכשירים מקבוצת הנאוניקוטנואידים פועלים על הרצפטור אצטיל כולין במערכת העצבים ומקבוצה זאת נבדק התכשיר "ביסקיה". פרוט של הטיפול והריכוזים שנבדקו מופיע בפרק התוצאות.

ב. תיאור שיטת הבדיקה בניסויים מבוקרים בכלובי גידול

בניסויים המבוקרים בכלובי גידול טופל מצע קומפוסט זרוע בפטריות שמפיניון בתכשירים השונים, כמפורט להלן: לתוך מצע זרוע (pH2) במשקל 15 ק"ג הוכנסו, תוך ערבוב במערבל בטון חשמלי, תכשירים מסחריים (כמפורט לעיל) שנמהלו בכמות של 100 מ"ל מים. כמות המים היתה מוגבלת למנה זאת בשל רגישות המצע לתנאי הלחות. הריכוז הסופי של התכשירים חושב לפי נפח מצע של 15 ק"ג. לאחר הערבוב חולק המצע לשלושה שקי פוליאיתילן במשקל של 5 ק"ג (כל שק הוא חזרה). השקים כוסו בשכבה של כ 5 ס"מ של קרקע כיסוי (hartpeat) והוחזקו בתוך כלובי פלסטיק מאווררים (40X40X55 ס"מ) בתנאים גידול מבוקרי טמפרטורה, לחות ו-CO₂ המתאימים להתפתחות מסחרית של הפטריות. לאחר שבוע הוכנסו לכל כלוב 100 בוגרים של הזבוב *M. halterata* שנאספו מחוות גידול מסחרית במושב מעונה. לאחר כשלושה שבועות הוצמדו לדפנות הפנימיים של הכלוב לוחות צהובים ודביקים ללכידת בוגרי הזבוב של הדור הבא שהתפתח במצע. הזבוב זוהה לפי

סימני היכר אופייניים. יעילות הטיפולים נקבעה לפי מספר הבוגרים שהגידו מכל מצע ורמת יבול הפטריות שהתפתחו במצע.

ג. תיאור שיטת הבדיקה במשטחי גידול מסחריים

לבדיקת יעילות התכשירים בתנאים מסחריים נערכו ניסויים על משטחי גידול מסחריים של חוות הגידול במושב מעונה וזרעית ובחדר גידול של המעבדה לפטריות מאכל בחוות מתתיהו. בחוות הגידול המסחריות נבדקה יעילותו של התכשיר "בק-תוש" במינונים שונים על רקע אכלוס טבעי של זבובים הקיים במקום, בהשוואה לביקורת ללא הדברה. בתצפית בחדר הגידול של המעבדה לפטריות נבדקו תכשירים שנמצאו יעילים בניסויים המבוקרים ולאחר שנבדקה רמת שארתיות התכשירים בגופי הפרי ובמצע (ראה בהמשך). בניסוי זה אוכלוס חדר הגידול באופן יזום עם כ- 2000 זבובים שנאספו מחווה מסחרית במושב מעונה. להלן פרוט עיקרי השיטות והטיפולים בניסויים אלו:

ניסוי בחוות הגידול המסחרית במושב מעונה – הניסוי נערך על שני משטחים בגודל של 16 מ"ר כל אחד באותו חדר גידול. המשטחים חולקו לתת-יחידות בגודל של 2 מ"ר וכל תת-יחידה היתה חזרה. נבדקו שלושה טיפולים במבנה של אקראיות גמורה בתת-יחידות (סך חמש חזרות לטיפול): (1) ביקורת ללא תכשיר הדברה, (2) "בק-תוש" במינון של 2 מ"ל/מ"ר, (3) "בק-תוש" במינון של 10 מ"ל/מ"ר. התכשיר יושם בריסוס ישירות על משטחי הגידול בעזרת מרסס גינה ביתי בנפח של 1 ליטר בשני מועדים. הראשון בתחילת הקטיף של הגל הראשון והשני לאחר שמונה ימים. לאחר היישום הופעלה מערכת ההשקיה השגרית במתזים במטרה להצניע את התכשיר במצע. יעילות הטיפולים נקבעה לפי מספר הזבובים שהגידו מהמצע בתום הקטיף. לצורך זה נלקחו משלושה קטעים אקראיים סך של 5 ק"ג מצע מכל תת-יחידה שהועבר לשקי פוליאאתילן בנפח של 10 ליטר. השקים הועברו לכלובי פלסטיק והוחזקו במעבדה עד מועד גיחת בוגרי הזבוב מהמצע. לדפנות הפנימיים של הכלובים הוצמדו לוחות צהובים דביקים ללכידת הבוגרים כמפורט בסעיף ב'.

ניסוי בחוות הגידול המסחרית במושב זרעית – בניסוי זה נערכה תצפית לבדיקת יעילות הטיפול עם התכשיר "בק-תוש" במינון של 3.5 סמ"ק/מ"ר בהשוואה לביקורת ללא תכשיר הדברה. התכשיר יושם בטכנולוגיה חדשה דרך מערכת הטפטוף על קרקע הכיסוי של פטריות שמפיניון במשטח בגודל של כ- 24 מ"ר בהשוואה למשטח בגודל דומה ששימש כביקורת. יעילות הטיפולים נקבעה לפי מספר הזבובים שהגידו מהמצע כחודש לאחר היישום. לצורך זה הוצאו מכל טיפול חמישה מדגמים אקראיים של מצע במשקל של 5 ק"ג והועברו לשקי פוליאאתילן בכלובים, כמפורט לעיל.

ניסוי בחדר הגידול של המעבדה לפטריות מאכל – הניסוי נערך כתצפית על משטחי גידול המוצבים בחדר בשלוש קומות. כל משטח בגודל של 5.5 מ"ר כוסה בשכבה מסחרית של כ- 360 ק"ג קומפוסט מונבט (PH3) בתפטר של פטריות שמפיניון. על כל מחצית משטח בגודל של 2.75 מ"ר יושם תכשיר ההדברה בעזרת מרסס רובים בטיפות גדולות וזאת, כדי למנוע רחף תרסיס על הטיפול השכן. כביקורת היה מצע שלא טופל בתכשירי הדברה. המיטות כוסו בשכבה של כ- 5 ס"מ של קרקע כיסוי (hartbeat). יום לאחר יישום התכשירים אוכלס החדר באופן יזום עם כ- 2000 זבובים שנאספו מחדרי הגידול בחווה מסחרית במושב מעונה. יעילות הטיפולים נקבעה לפי מספר הזבובים שהגידו בדור הראשון והשני ולפי רמת יבול הפטריות. כדי לעקוב אחר מספר הזבובים נלקחו שלושה מדגמים של מצע מכל טיפול (כל מדגם במשקל של 5 ק"ג) והועברו לשקי פוליאאתילן בכלובים, כמפורט לעיל. המדגם הראשון נלקח לאחר כשלושה שבועות מהיישום והמדגם השני, בתום הקטיף, לאחר כששה שבועות מהיישום. כך ניתן היה לעקוב אחר משך זמן יעילות התכשירים. נתוני המדגמים אוחדו וסוכם מספר הזבובים הכללי שהגידו מכל טיפול בשני המועדים.

ד. בדיקת רמת שארתיות התכשירים בגופי הפרי ובמצע הקומפוסט

כדי לאפשר בעתיד את השימוש בתכשירים בחוות גידול מסחריות נערכה בדיקה לקביעת רמת השארתיים בגופי הפרי ובמצע הקומפוסט של תכשירים שנמצאו יעילים בהדברת הזבוב. לצורך זה נלקחו דגימות מכל טיפול של הניסוי המבוקר האחרון (ראה טבלה 1). מכל טיפול נלקחו שלוש דגימות (שלוש חזרות) בגודל של 1 ק"ג של גופי פרי ומצע הקומפוסט. הדגימות הועברו בקרור לבדיקה במעבדת "בקטוכס" המתמחה בבדיקה מסחרית של שאריות תכשירים בתוצרת חקלאית. תוצאות הבדיקה הושו לרמה מקסימאלית המותרת בפירות וירקות שונים כיוון שטרם נקבעה רמה שארתיות מותרת של תכשירים בפטריות מאכל.

תוצאות ודין

תוצאות יעילות הדברת הזבוב *M. halterata* (המכונה "Phorid fly") ורמת יבול הפטריות שהתקבלה בניסויים מבוקרים בכלובי גידול מתוארים בטבלה 1. לא הצלחנו לקבל הדברה יעילה עם נמטודות קוטלות חרקים מהמינים *Steinernema carpocapsea* ו-*S. feltiae* במינונים של 20-500 נמטודות לגרם מצע (ניסויים 1-2). צפיפות של 500 נמטודות לגרם מצע נחשבת כגבוהה ולפי תוצאות אלו נראה שהזבוב אינו רגיש למינים אלו של נמטודות. לנמטודות כחומר ביולוגי יש יתרון רב בממשק של הדברה משולבת. ידוע שמינים אלו קוטלים ביעילות זבובים אחרים (*Sceriaride spp.*) בפטריות מאכל בעולם ועל רקע ההתקדמות הביו-טכנולוגית בייצור מסחרי של נמטודות קוטלות חרקים מוצע לבחון בעתיד מינים נוספים של נמטודות ולשלבם בממשק הדברת זבובי Phorid.

חומר אחר ממקור ביולוגי שנבדק במחקר זה היה "בק-תוש" המבוסס על רעלני החיידק *B.ti*. בבדיקה של חומר זה בתצפית מסחרית במושב מעונה לא התקבלה הדברה יעילה ולעומת זאת התקבלה הדברה יעילה בתצפית בחוות הגידול בזרעית (איור 1). רמת האוכלוסיה בחוות אלו היתה שונה כאשר במעונה ידועה רמה גבוהה של אוכלוסיית הזבוב ובזרעית רמה נמוכה יותר (על רקע הקפדה על סניטציה ושימוש בקטלנים חשמליים). כמו כן, שיטת יישום התכשיר בטפוף היא חדשנית ושונה מהמקובל בהמטרה וייתכן שהדבר השפיע על יעילותו. בתצפית במעונה יושם התכשיר בריסוס על המצע ובתצפית בזרעית יושם התכשיר ישירות דרך מערכת ההשקיה המסחרית בטפוף. ייתכן שהצנעת התכשיר במצע בעזרת הטפוף תרמה ליעילותו בהדברה ומן הראוי לבחון את התכשיר במינונים שונים במשקי מודל נוספים.

מבין התכשירים בקבוצת המג"חים בלטו ביעילותם התכשירים מוליט ושונית, בעלי אותו חומר פעיל ממשפחת מעכבי סינטזת כיטין (מס"כ) והתכשיר טייגר ממשפחת מחקי הורמון הנעורים. התכשירים מץ' (מס"כ) וראנר (מחקה הורמון ההתנשלות) לא היו יעילים בהדברת הזבוב (ניסויים 4-5). התכשיר ביסקיה מקבוצת הניאוניקוטנואידים נמצא בחלק מהניסויים יעיל בהדברת הזבוב (ניסויים 2-3). מוליט וביסקיה היו יעילים יותר בריכוזים הגבוהים יותר שבהם נבדקו (ניסוי 3). התכשיר דיזיקטול מקבוצת הזרחנים האורגנים, שנבדק כטיפול משקי, היה היעיל ביותר בהדברת הזבוב בכל הניסויים למעט ניסוי מס' 8. סביר להניח שהסיבה לחוסר יעילותו בניסוי מס' 8 היא תוצאה של טעות בריכוז או תקלה ביישום. שילוב של התכשירים שנמצאו יעילים מקבוצת המג"חים בעלי מנגנון פעולה שונה (מוליט/שונית עם טייגר) או עם נאוניקוטנואידים (ביסקיה) תרם לשיפור ההדברה בהשוואה לביקורת (ניסוי 6) אך, לא נבדל באופן מובהק בהשוואה לטיפול עם תכשירים אלו ללא שילוב (ניסוי 7). לסיכום ניסויי ההדברה, ניתן לציין את יעילותם של התכשירים מוליט/שונית וטייגר. תכשירים אלו נחשבים בררניים בהשוואה לזרחנים האורגנים ויכולים לשמש כתחליף לטיפול המשקי עם דיזיקטול.

הטיפול עם תכשירים אלו פגע ברוב המקרים ברמת יבול הפטריות. לא ברורה הסיבה לכך שכן, בהשוואה לביקורת היו בטיפולים אלו פחות זבובים ולא ניתן לייחס את הפחיתה ביבול לרמת הזבובים הגבוהה. ייתכן שתכשירים אלו משפיעים על תהליכים שונים במצע או/ו בהתפתחות תפטיר הפטריה (יתכן בסינטזה של הכיטין בדופן) ובכך גורמים להפחתה ביבול. עובדה זאת מגבילה את האפשרות לעשות שימוש בתכשירים אלו כתחליף לטיפול המשקי עם דיזיקטול וצריך לבחון ולחקור את הסיבות לפחיתה ביבול לפני הכנסת התכשירים לשגרת טיפולים בחוות מסחריות.

בבדיקת תכשירים אלו בניסוי חצי-מסחרי על משטחי גידול התקבלה הדברה היעילה ביותר של הזבוב בטיפול עם ביסקיה וטייגר ללא הפחתה ביבול (טבלה 2). שילוב של שני התכשירים באותו טיפול הגביר את יעילות ההדברה אך, הביא לפחיתה של כ- 9% ביבול (טבלה 2). שילוב של תכשירים בעלי מנגנון פעולה שונה יכול לתרום בעתיד לדחיקת העמידות וכדאי לשקול בחיוב את הטיפול עם

תכשירים משולבים, גם אם תתקבל פחיתה לא גדולה ביבול. ניסוי זה מלמד על הצורך לבחון את יעילות התכשירים על משטחים מסחריים בחוות לגידול פטריות. וזאת, הן כדי ללמוד את יעילותם בהדברת הזבוב על רקע האוכלוסיה הטבעית במקום והן את השפעתם על רמת היבול. בבדיקה של שארתיות התכשירים לא נמצאו שאריות בגופי הפרי (טבלה 3) והדבר מאפשר לבחון את יעילות התכשירים בעתיד במשקי מודל. כמו כן, נמצאו שאריות בריכוזים נמוכים במצע הקומפוסט ומין הראוי לעשות בקומפוסט שימוש מושכל בתהליך הפינוי מחוות הגידול. עד כה, לא נקבעו ערכים מותרים לשאריות תכשירים במצע הקומפוסט ולא ברור מה קצב המשך פירוק התכשירים בתהליכי הטיפול ופרוק הקומפוסט.

סיכום

במחקר זה נבחנה יעילותם של תכשירים בררניים להדברת זבובי Phorid בפטריות מאכל. נבדקו תכשירים ממקור ביולוגי ותכשירים מקבוצת המג'חים והנאוניקוטנאידים הידועים כבררניים וצרי טווח בהשוואה לזרחנים אורגנים המקובלים בטיפול המשקי. מבין המוצרים הביולוגיים לא התקבלה הדברה יעילה עם נמטודות קוטלות חרקים ומוצע לבחון מינים נוספים. בטיפול עם "בק-תוש" המבוסס על רעלני החיידק Bti התקבלה מגמה חיובית בישום החומר בטיפול, ועם הרחבת היקף הגידול בטפטוף הצפוי מוצע להרחיב את הניסויים לשילוב תכשיר זה במשקי מודל. מבין המג'חים היו יעילים התכשירים מוליט וטייגר (בעלי מנגנון פעולה שונה) והנאוניקוטנאיד היחיד שנבדק ונמצא יעיל היה התכשיר ביסקיה. שילוב של תכשירים מקבוצות שונות שיפר את יעילות ההדברה הדבר יכול לתרום לדחיקת העמידות ומוצע לבחון אפשרות זאת במשקי מודל. חלק מהתכשירים גרם לפחיתה ביבול (פיטוטוכסיות) וצריך לבדוק אם הדבר עקבי או קשור לגורמים אחרים. נציין, שמלבד השימוש בתכשירים יש הכרח לפתח בממשק ההדברה המשולבת של הזבוב אמצעים נוספים (כגון, סניטציה של חדרי הגידול והסביבה החיצונית, קטלנים חשמליים, מלכודות דבק וצבע) ולא לבסס את ההדברה על שימוש בתכשירים כימיים בלבד.

טבלה 1. מספר הזבובים (ממוצע \pm SE) ורמת יבול הפטריות (ק"ג/מ"ר \pm SE) שהתקבלו בטיפולים השונים לבדיקת יעילותם של תכשירים ברוניים להדברת הזבוב *M. halterata* בניסויים מבוקרים בכלובי גידול.

רמת היבול (\pm SE ק"ג/מ"ר)	מספר הזבובים (\pm SE ממוצע)	התכשיר, המינון והשם הגנרי	ניסוי מס'
22.1 \pm 2.3 b	279.5 \pm 48.7 a	S. carpocapsae מצע גר' 20/	1
25.2 \pm 0.7 ab	343.0 \pm 66.4 a	S. carpocapsae מצע גר' 50/	
27.7 \pm 0.7 a	453.4 \pm 121.1 a	S. carpocapsae מצע גר' 100/	
20.9 \pm 1.1 b	382.8 \pm 112.2 a	ביקורת	
20.7 \pm 0.5 a	1168.3 \pm 261.4 a	S. carpocapsae מצע גר' 500/	2
19.7 \pm 0.6 a	970.7 \pm 293.1 a	S. feltiae מצע גר' 500/	
13.6 \pm 0.2 b	56.3 \pm 14.8 b	Teflubenzuron 0.07%	
20.7 \pm 0.5 a	56.0 \pm 21.4 b	Thiacloprid 0.04%	
19.0 \pm 0.9 a	9.3 \pm 2.6 b	Diazinon 0.04%	
19.6 \pm 1.8 a	1106.7 \pm 353.7 a	ביקורת	3
14.5 \pm 0.5 c	2.0 \pm 1.2 c	Teflubenzuron 0.07%	
17.8 \pm 0.7 b	11.7 \pm 10.2 bc	Teflubenzuron 0.03%	
25.2 \pm 0.4 a	7.3 \pm 3.5 b	Thiacloprid 0.04%	
23.6 \pm 0.5 a	35.0 \pm 6.0 bc	Thiacloprid 0.02%	
23.7 \pm 0.2 a	1.7 \pm 0.7 c	Diazinon 0.04%	
24.7 \pm 0.9 a	297.5 \pm 47.8 a	ביקורת	
17.6 \pm 0.3 a	0.7 \pm 0.7 ab	Teflubenzuron 0.05%	4
21.8 \pm 0.1 a	30.0 \pm 16.3 a	Methoxyfenozide 0.05%	
21.6 \pm 0.5 a	0.3 \pm 0.3 b	Pyriproxyfen 0.05%	
17.0 \pm 3.6 a	0.0 \pm 0.0 b	Diazinon 0.04%	
22.7 \pm 1.2 a	10.3 \pm 8.3 ab	ביקורת	
15.4 \pm 1.0 a	1.3 \pm 1.3	Teflubenzuron 0.05%	5
17.1 \pm 0.3 a	13.3 \pm 1.6	Teflubenzuron 0.05%	
17.1 \pm 0.8 a	113.3 \pm 14.7	מץ' Lufenuron 0.05%	
16.1 \pm 1.5 a	176.3 \pm 170.9	Methoxyfenozide 0.05%	
16.6 \pm 0.6 a	1.0 \pm 0.0	Pyriproxyfen 0.05%	
18.3 \pm 0.2 a	104.9 \pm 185.3	ביקורת	
8.8 \pm 0.4 cd	0.7 \pm 0.7 b	מוליט 0.03% + טייגר 0.03%	
12.1 \pm 0.7 bc	0.7 \pm 0.7 b	שונית 0.03% + טייגר 0.03%	
16.2 \pm 0.8 a	2.7 \pm 0.3 b	ביסקיה 0.02% + טייגר 0.03%	
8.0 \pm 0.5 a	18.0 \pm 6.1 b	ביסקיה 0.02% + מוליט 0.03%	
15.5 \pm 0.8 ab	2.3 \pm 0.9 b	Diazinon 0.04%	
14.6 \pm 1.0 ab	212.4 \pm 71.8 a	ביקורת	
21.6 \pm 1.6 a	6.7 \pm 3.8 b	ביסקיה 0.02% + טייגר 0.03%	7
22.1 \pm 0.7 a	8.0 \pm 5.1 b	שונית 0.03% + טייגר 0.03%	
21.8 \pm 1.1 a	57.7 \pm 8.4 b	Thiacloprid 0.02%	
18.9 \pm 3.0 a	10.0 \pm 6.4 b	Pyriproxyfen 0.03%	
22.5 \pm 0.6 a	19.7 \pm 5.5 b	Teflubenzuron 0.03%	
22.7 \pm 1.3 a	257.0 \pm 64.0 a	ביקורת	
8.3 \pm 0.6 ab	92.0 \pm 5.3 ab	Thiacloprid 0.04%	
9.4 \pm 1.3 ab	58.3 \pm 19.9 ab	Teflubenzuron 0.05%	
12.6 \pm 2.5 ab	24.0 \pm 8.3 ab	Teflubenzuron 0.05%	
13.6 \pm 1.6 ab	14.3 \pm 2.9 b	Pyriproxyfen 0.05%	
6.7 \pm 1.3 b	125.7 \pm 0.9 a	Diazinon 0.04%	
13.7 \pm 0.5 a	137.7 \pm 76.3 a	ביקורת	

אותיות לועזיות שונות מצביעות על הבדלים מובהקים במוצעי הטיפולים

השונים לפי מבחן Tukey ברמת מובהקות $P < 0.05$.

טבלה 2. מספר הזבובים ורמת יבול הפטריות (ק"ג/מ"ר) שהתקבלו בטיפולים השונים לבדיקת יעילותם של תכשירים ברנניים על משטחי גידול חצי-מסחריים בחווה לגידול פטריות מאכל.

רמת היבול (ק"ג/מ"ר)	מספר הזבובים		התכשיר, המינון והשם הגנרי
	דור II	דור I	
23.3	10	0	ביסקיה 0.04% Thiacloprid
27.7	236	4	שונית 0.05% Teflubenzuron
23.7	29	0	טייגר 0.05% Pyriproxyfen
22.4	105	0	ביסקיה 0.02% + שונית 0.05%
19.5	7	0	ביסקיה 0.02% + טייגר 0.05%
21.3	79	17	ביקורת

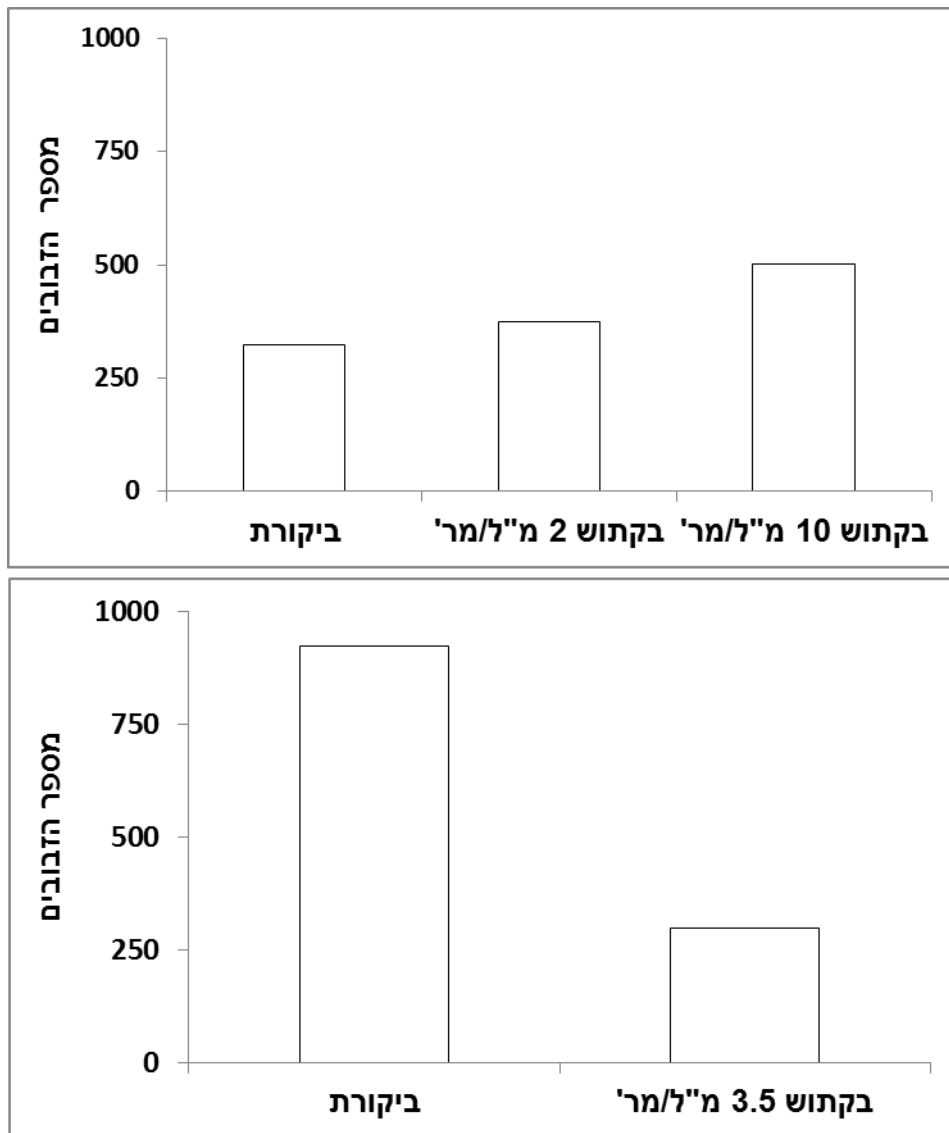
דור I נדגם לאחר 3 שבועות ממועד יישום התכשירים ודור II לאחר 6 שבועות.

טבלה 3. רמת שאריות חומרי הדברה (מ"ג/ק"ג) בגופי הפרי של פטריות שמפיניון ובמצע הקומפוסט.

כמות מקסימלית מותרת בירקות ופירות (מ"ג/ק"ג)	מצע הקומפוסט (מ"ג/ק"ג)	גופי פרי (מ"ג/ק"ג)	השם הגנרי	הטיפול
	0	0		ביקורת
	0	0		ביקורת
	0	0		ביקורת
1 – 0.2	9.78	<LOQ	Thiacloprid	ביסקיה
	10.28	0	Thiacloprid	ביסקיה
	10.5	<LOQ	Thiacloprid	ביסקיה
2 – 0.1	>77	0	Teflubenzuron	מוליט
	>83	0	Teflubenzuron	מוליט
	>93	0	Teflubenzuron	מוליט
	>84	0	Teflubenzuron	שונית
	>126	0	Teflubenzuron	שונית
	>111	<LOQ	Teflubenzuron	שונית
0.5 – 0.02	63*	0	Pyriproxyfen	טייגר
	65*	0	Pyriproxyfen	טייגר
	47*	0	Pyriproxyfen	טייגר
0.5 – 0.01	2.5*	0	Diazinon	דיזיקטול
	4.5*	0	Diazinon	דיזיקטול
	7.5*	0	Diazinon	דיזיקטול

<LOQ - עקבות (גבול כימות השיטה)

* - הערכה כמותית. החומרים נמצאו מעל לעקומת הכיול לשאריות חומרי הדברה



איור 1. מספר הזבובים שהתקבלו בטיפולים השונים לבדיקת יעילותו של התכשיר "בק-תוש" בתצפיות בחוות גידול מסחריות במושב מעונה (למעלה) ובמושב זרעית (למטה).

מסקנות והמלצות :**המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.**

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
מטרת המחקר העיקרית היתה לפתח אמצעים בררניים ויעילים להדברת הזבוב כתחליף לשימוש בדיזיקטול (כגון ; מגח"ים, נאוניקוטנואידיים ותכשירים ביולוגיים)
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
במחקר זה נבחנה יעילותם של תכשירים בררניים להדברת זבובי Phorid בפטריות מאכל. נבדקו תכשירים ממקור ביולוגי ותכשירים מקבוצת המג"חים והנאוניקוטנואידיים הידועים כבררניים וצרי טווח בהשוואה לזרחנים אורגניים שהיו מקובלים בטיפול המשקי. מבין המוצרים הביולוגיים לא התקבלה הדברה יעילה עם נמטודות קוטלות חרקים ומוצע לבחון מינים נוספים. בטיפול עם "בק-תוש" המבוסס על רעלני החיידק Bti התקבלה מגמה חיובית ומוצע להרחיב את הניסויים לשילוב תכשיר זה במשקי מודל. מבין המג"חים היו יעילים התכשירים מוליט וטייגר (בעלי מנגנון פעולה שונה) והנאוניקוטנואידי היחיד שנבדק ונמצא יעיל היה התכשיר ביסקיה. שילוב של תכשירים מקבוצות שונות שיפר את יעילות ההדברה הדבר יכול לתרום לדחיקת העמידות ומוצע לבחון אפשרות זאת במשקי מודל. חלק מהתכשירים גרם לפחיתה ביבול וצריך לבדוק אם הדבר עקבי או קשור לגורמים אחרים.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח. במסגרת התוכנית פותחו אמצעים בררניים ויעילים להדברת הזבוב כתחליף לשימוש בדיזיקטול. מטרות המחקר הושגו במלואן .
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. חלק מהתכשירים גרם לפחיתה ביבול וצריך לבדוק אם הדבר עקבי או קשור לגורמים אחרים. נציין, שמלבד השימוש בתכשירים יש הכרח לפתח בממשק ההדברה המשולבת של הזבוב אמצעים נוספים (כגון, סניטציה של חדרי הגידול והסביבה החיצונית, קטלנים חשמליים, מלכודות צבע ודבק) ולא לבסס את ההדברה על שימוש בתכשירים כימיים בלבד.
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך. טרם הוחל בהפצת הידע.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
חסוי – לא לפרסם <