

דו"ח מחקר מסכם עבור שנות המחקר 2009-2011
לתוכנית מספר 10-1438-131

מוגש למדען הראשי משרד החקלאות, חקלאות אורגנית

יישום אבקות פרחים למטרת שיפור יעילותן של

אקריות טורפות 'אוכלות-כל' (*Generalists*) בהדברה ביולוגית בחממות פלפל ובזיליקום אורגני

מאת: אריק פלבסקי¹, שירה גל¹, שמואל גן-מור², בני רונן², שמעון שטיינברג³, פיליס וונטראב⁴

¹המחלקה לאנטומולוגיה – מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי

²המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי

³ביו-בי קיבוץ שדה אליהו

⁴המחלקה לאנטומולוגיה - מרכז מחקר גילת, המינהל המחקר החקלאי

¹Eric Palevsky, Shira Gal – Dept. of Entomology, Institute of Plant Protection, Neve-Ya'ar Research Center, Agricultural Research Organization (ARO), P.O. Box 1021, Ramat Yishay 30095, Israel. Email: palevsky@volcani.agri.gov.il.

²Samuel Gan-Mor, Benny Ronen – Institute of Agricultural Engineering, ARO, P.O. Box 6 Bet Dagan, 50250 Israel. Email: ganmor@volcani.agri.gov.il.

³Shimon Steinberg- Bio-Bee Biological Systems, Kibbutz Sdeh Eliyahu, Beit Shean Valley, 10810. Email: s_stein@bio-bee.com.

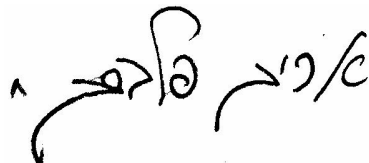
⁴Phyllis Weintraub- Dept. of Entomology, Institute of Plant Protection, Gilat Research Center, ARO, DN Negev, 85280, Israel; e-mail: phyllisw@volcani.agri.gov.il.

אני מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח

כן/לא (מחק את המיותר)

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

חתימת החוקר



תקציר

1. **הבעיה** – מחסור בשיטות לשימור אקריות טורפות בעלי טווח פונדקאים רחב בחממות.
 2. **מטרות** – א) קביעת השפעת מינונים ותדירויות שונות של הרבצת אבקה על תגבור שני מינים של אקריות טורפות (*Euseius scutalis* ו-*Amblyseius swirskii*) בצמחי פלפל ובזיל. ב) בחינת יעילות שיטה של מתן אבקת פרחים על מצע אינרטי להתפתחות אוכלוסייה של אקריות טורפות על צמחי פלפל ובזיליקום. ג) בדיקת השפעת מין הצמח הפונדקאי על התפתחות שני מינים של אקריות טורפות (*E. scutalis* ו-*A. swirskii*). ד) בדיקת השפעה של תוספת אבקה על יכולת הדברה של מזיקים בצמחי בזיליקום ופלפל על ידי אקריות טורפות. ה) תכנון, כיול והתאמה של מערכת קיימת להרבצת אבקה טעונה במטען אלקטרוסטטי ופיתוח מכשור להפקה יעילה של אבקת פרחי תירס.
 3. **תוצאות** – א) בשני גידולי הבוחן, פלפל ובזיליקום, הטיפולים של הרבצת אבקה בעזרת מיישם האבקה הקיים השפיעו באופן מובהק על אוכלוסיות של *A. swirskii* ו-*E. scutalis*. בניסוי על עציצי בזיל לא נמצא הבדל בין שני מיני הטורפות בהתפתחות האוכלוסיות בהינתן אבקה. ב) נמצא שתוספת של מצע אינרטי ועליו אבקה מגדילה באופן מובהק את אוכלוסיית הטורפות על הצמח. ג) מלבד על זן בזיליקום 'Magic white', לא נמצא הבדל בין שני מיני הטורפות בהתפתחות האוכלוסיות על הצמחים השונים בהינתן אבקה. על פלפל בניסוי אחד נמצא הבדל בין הטורפות בהתפתחות האוכלוסייה ובניסוי שני לא נמצא הבדל. ד) הספקת האבקה אפשרה לאקרית הטורפת *E. scutalis* להתבסס על צמחי פלפל בערבה ולהדביר את אקריות העיוותים בדומה לטיפול בגופרית.
 - ה) תכנון מחדש של המכשיר להרבצת אבקה בוצע. אב טיפוס של מכשיר לאסוף אבקה עבר בהצלחה מבחני שדה, והופקה בעזרתו אבקה לניסויי ההאכלה.
- מסקנות** – טיפולי אבקה משפרים את הביסוס והיעילות של אקריות טורפות אוכלות כול על צמחי פלפל ובזיל צעירים (לפני פריחה). תוספת מצע אינרטי ועליו אבקה עוזרת בביסוס אוכלוסיית אקריות טורפות על הצמח.

מבוא

אקריות 'צמחוניות' גורמות לנזקים כלכליים כבדים במגוון גידולים חקלאיים. אחת הדרכים המקובלות בחקלאות אורגנית וקונבנציונלית להדברתן היא השימוש באקריות טורפות ממשפחת Phytoseiidae. כיום נוטים לפתח מערכות להדברה ביולוגית המבוססות על אויבים טבעיים בעלי טווח פונדקאי רחב יותר שמסוגלים לווסת אוכלוסיות מזיקים ולמנוע התפרצויות מחודשות. במקרה זה ריסון המזיקים תלוי במציאותם של מקורות מזון חליפיים מתאימים. בטבע, מזונות אלו קיימים בד"כ כל-העת, כך שמתקיים איזון טבעי של אוכלוסיות מגוונות של טורפים ומזיקים. לעומת זאת, במערכת חקלאית בה מודברים פרוקי הרגליים, הפטריות ועשבי הבר, נותרת 'שממה' אקולוגית, שאינה מאפשרת את התפתחותן הטבעית של האקריות הטורפות ומאפשרת התפרצות של אקריות צמחוניות.

בחממות בארץ ובעולם משתמשים בטורפים כללים, לדוגמה *Amblyseius swirskii*, להדברת כנימת עש הטבק ואקרית עיוותים בירקות. כיום, פיזור אקרית זו מתבצע במקביל להופעת המזיק. פיזור הטורף באופן מניעתי לפני הופעת המזיק יצמצם את רמת הנזקים, במיוחד במקרה של אקרית העיוותים. הנחת העבודה שלנו היא ששימור אויבים טבעיים בעלי טווח פונדקאים רחב בחממות ע"י אספקת אבקת פרחים יאפשר ריסון יעיל יותר של אוכלוסיות אקריות צמחוניות ומספר מיני חרקים מזיקים כגון כנימות עש. שיטה זו לא נכנסה עד-כה לשימוש מעשי כיוון שיישום של אבקת פרחים הינו יקר באופן משמעותי לעומת שימוש בחומרי הדברה במיוחד עקב חסרונן של שיטות מכאניות לאיסוף ויישום האבקה. בעבודה הנוכחית מתבצע מאמץ למכן ולהוזיל את אסיף אבקת פרחי התיירס ולהגביר את אחוז האבקה הנקלט על נוף הצמח (1,3)

מטרות המחקר

המטרה הכללית היא שימור ותגבור של אקריות טורפות 'אוכלות כל' על ידי הרבצת אבקת פרחים לשיפור ההדברה הביולוגית של חרקים ואקריות צמחיות. המטרות הספציפיות הן: א) קביעת השפעת מינונים ותדירויות שונות של הרבצת אבקה על תגבור שני מינים של אקריות טורפות (*E. scutalis* ו-*A. swirskii*) בצמחי בזיליקום ופלפל. ב) בחינת יעילות שיטה של מתן אבקת פרחים על מצע אינרטי להתפתחות אוכלוסייה של אקריות טורפות (*E. scutalis*) על צמחי פלפל ובזיליקום. ג) בדיקת השפעת מין הצמח הפונדקאי על התפתחות שני מינים של אקריות טורפות (*E. scutalis* ו-*A. swirskii*). ד) בדיקת השפעה של תוספת אבקה על יכולת הדברה של מזיקים בצמחי בזיליקום ופלפל על ידי אקריות טורפות. ה) שכלול מערכת הרבצת אבקה קיימת על ידי תכנון, כיול והתאמה ליישום מדויק של אבקת פרחים כמזון לאקריות טורפות ופיתוח מכשור להפקה יעילה של אבקת פרחי תירס.

שיטות

כל העיבודים והניתוחים הסטטיסטיים בוצעו בעזרת תכנת JMP 5.0.1 אלא אם נכתב אחרת.

- א) קביעת מינון ותדירות אופטימאליים של טיפולי אבקת פרחים לתגבור אקריות טורפות
א.1) קביעת תדירות ומינון אופטימאליים לתגבור אקריות ממין *A. swirskii* על בזיליקום בחממה

בנובמבר 2008 נערך ניסוי בנווה יער במנהרות על צמחי ריחן (*Ocimum basilicum*) מזן פרי. 1080 שתילים של בזיליקום (כל שתיל מורכב מ 3-4 צמחים) נשתלו בשלוש חממות ב 45 אדניות גידול (80X130 ס"מ, 24 שתילים בכל אדנית). כל אדנית גידול היוותה חזרה, כאשר בכל חממה היו מספר שווה של חזרות מכל הטיפולים. ההפרדה בין אדניות הגידול נעשתה הן על ידי השארת רווח של אדנית ללא צמחיה בין כל שתי אדניות שתולות, והן על ידי תעלת וזלין שהקיפה כל אדנית שתולה. לאחר השתילה קיבלו כל האדניות השתולות אחד מחמישה טיפולים שונים של איבוק באבקת תירס (*Zea mays*): (א) ללא איבוק. (ב) מינון נמוך (~100 גרמים לסמ"ר) - איבוק יחיד לאחר שתילה. (ג) מינון גבוה (~1000 גרמים לסמ"ר) - איבוק יחיד לאחר שתילה. (ד) מינון נמוך - איבוק ראשון לאחר שתילה ואחריו שני איבוקים חוזרים במרווחים של שבועיים. (ה) מינון גבוה - איבוק ראשון לאחר שתילה ואחריו שני איבוקים חוזרים במרווחים של שבועיים. יישום האבקה התבצע בעזרת מרסס אלקטרוסטטי לטעינה והרכבה אחידה של אבקות פרחים(3). לצורך הערכה של ריכוז האבקה הממוצע על השתילים, הונחו זכוכיות נושא עם נייר דביק באדניות הגידול המרוססות במינוני האבקה השונים. גרגרי האבקה שנדבקו לזכוכיות הנושא נספרו תחת בינוקולר במעבדה וריכוזם חושב. לאחר השתילה והאיבוק הראשון פוזרו האקריות הטורפות, *A. swirskii*, במינון של כ 60 אקריות לשתיל. האקריות התקבלו מחברת Bio-Bee ופוזרו על השתילים בתוך מצע הגידול שלהם. הטמפרטורה נמדדה בשלוש החממות לאורך כל הניסוי, ובאחת החממות נמדדה גם הלחות. נלקחו שש דגימות: דגימה 0 נלקחה כיום לאחר הפיזור והדגימות הבאות נלקחו החל משבוע לאחר הפיזור, כל שבוע במשך חמישה שבועות. בכל דגימה נגזמו בבסיס הגבעול חמישה צמחים מכל אדנית גידול, הוכנסו לתוך צנצנת עם אלכוהול 70% ונשטפו. הדרגות הנעות והביצים של האקריות שונות באלכוהול נספרו תחת בינוקולר. על מנת לוודא את זהות האקריות הנספרות, נלקחו כמאה פרטים מאדניות שונות הן בדגימה הראשונה והן בדגימה האחרונה, הוגדרו תחת מיקרוסקופ אור, ואושרו כאקריות הניסוי *A. swirskii*. לצורך עיבודים סטטיסטיים חוברו עבור כל חזרה תוצאות הספירה של הדרגות הנעות מהדגימות השונות, ובוצע מבחן ANOVA עם מספר הדרגות הנעות בדגימה 0 כ covariate. העיבוד הסטטיסטי של ספירות הביצים נעשה רק על תוצאות הדגימה הראשונה, מכיוון שמדגימה שנייה ואילך כלל לא נמצאו ביצים. עבור כל חזרה, חולק מספר הביצים בדגימה הראשונה במספר הדרגות הנעות באותה הדגימה, נתונים אלה עברו טרנספורמציה $\arcsin(\text{square root})$ ומבחן ANOVA. בדגימה הראשונה עדיין לא הייתה הפרדה בין הטיפולים בהם היה איבוק יחיד ובין הטיפולים בהם הייתה חזרה על האיבוק במועד מאוחר יותר (שטרם בוצע), ולכן בהצגת התוצאות הטיפולים אוחדו. כל העיבודים והניתוחים הסטטיסטיים בוצעו בעזרת תכנת SPSS 15.0.

2.א. השוואה בין תגבור שני מינים של אקריות טורפות בצמחי בזיליקום במינונים ותדירויות הרבצת אבקה שונים בחדר גידול

במרץ-אפריל 2009 נערך ניסוי בנווה יער בחדר גידול על צמחי ריחן (*Ocimum basilicum*) מזן פרי. 48 שתילים של בזיליקום (כל שתיל מורכב מ 8-6 צמחים) נשתלו בעציצי פלסטיק בנפח 1 ליטר על מעמדים וחולקו לפי בלוקים באקראי בין שישה מגשי טיפול נפרדים, כאשר כל מגש היווה חזרה/בלוק. ההפרדה בין העציצים הייתה על ידי שוחות וזלין על רגלי המעמדים וצינורות ההשקיה. לאחר השתילה קיבלו כל העציצים השתולים אחד מארבעה טיפולים

שונים של איבוק באבקת תירס (*Zea mays*) עבור כל מין של אקריות טורפות (שמונה טיפולים ביחד): א) ללא איבוק. ב) מינון נמוך (~100 גרגרים לסמ"ר) - איבוק יחיד לאחר שתילה. ג) מינון גבוה (~1000 גרגרים לסמ"ר) - איבוק יחיד לאחר שתילה. ד) מינון נמוך - איבוק ראשון לאחר שתילה ואחריו שני איבוקים חוזרים במרווחים של שבועיים. יישום האבקה התבצע בעזרת מרסס אלקטרוסטטי לטעינה והרבצה אחידה של אבקות פרחים והמינונים השונים בוצעו לפי ניסיון מניסויים קודמים. לאחר השתילה והאיבוק הראשון פוזרו האקריות הטורפות, *A. swirskii* או *E. scutalis* במינון של כ-60 אקריות לשתיל. האקריות ממין *A. swirskii* התקבלו מחברת Bio-Bee והאקריות ממין *E. scutalis* נלקחו משתילי סולנום (*Solanum nigrum*) עליהם גודלו עם אבקות פרחי אלון התבור (*Quercus ithaburensis*). הטמפרטורה (21.5 ± 1.5 °c) והלחות ($52 \pm 15.5\%$) נמדדו בחדר הגידול לאורך כל הניסוי. נלקחו שש דגימות: דגימה 0 נלקחה כיומיים לאחר הפיזור והדגימות הבאות נלקחו החל משבוע לאחר הפיזור, כל שבוע במשך חמישה שבועות. בדגימות 0-3 נגזמו בבסיס הפטוטרת ארבעה עלים מכל עציץ (1 מלמעלה, 1 מהאמצע ו-2 מלמטה), בדגימות 4-6 נגזמו שישה עלים (2 מכל גובה), ובדגימה 6 נקצר בנוסף צמח שלם בבסיס הגבעול. העלים או הצמחים הוכנסו לתוך צנצנת עם אלכוהול 70% ונשטפו. הדרגות הנעות של האקריות שנותרו באלכוהול נספרו תחת בינוקולר. על מנת לוודא את זהות האקריות הנספרות הן הוגדרו תחת מיקרוסקופ אור. לצורך עיבודים סטטיסטיים חוברו עבור כל חזרה תוצאות הספירה של הדרגות הנעות מהדגימות השונות, ובוצע מבחן Two-way ANOVA עם מספר הדרגות הנעות בדגימה 0 כ covariate.

3.א) קביעת מינונים אופטימליים לתגבור אקריות ממין *A. swirskii* על פלפל בחממות בחבל הבשור
הניסוי חממות בפלפל נערך בחוות מחקר ופיתוח של הבשור בקיץ 2008. עשרים מנהרות (6*6 מ) נשתלו ב-14/7/2008 עם פלפל אדום זן '7180', 112 צמחים למנהרה מסודרות בשלוש ערוגות כפולות. הצמחים הושקו ודושנו בהתאם להנחיות המסחריות הנהוגות באזור. מבחינת טיפולים האבקה נבחנו 5 טיפולים, כל טיפול ב-4 חזרות, כאשר יחידה החזרה הייתה חממה. טיפולים 1 עד 4 היו זהים לבזיליקום בניסוי א.1, טיפול 5 היה משטר של IPM על פי הנחיות של חברת ביו-בי, ללא טיפולי אבקה או פיזורים של *A. swirskii*, כאשר פזרו *P. persimilis* להזדברת אקריות קורים במידת הצורך. מיד לאחר האיבוק הראשון (28.7.08) פוזרו בטיפולים 1 עד 4 כ-20 פרטים של *A. swirskii* על העלים העליונים של כל צמח. מידי שבוע נלקחו דגימות מכל מנהרה, החל מלפני הפיזור הראשון ועד סוף הניסוי, 20 עלים מהקומה העליונה, 20 עלים מהקומה האמצעית ו-20 פרחים. הדגימות נשטפו באלכוהול ונספרו כפי שתואר לעיל עבור הדגימות של הבזיליקום. ההשפעות של טיפולי האבקה והמיקום בצמח נבחנו בניתוחי ANOVA דו גורמי לפי רמות האוכלוסייה של האקרית הטורפת *A. swirskii*, האקרית הקורים *Tetranychus urticae* והתריפס *Frankliniella occidentalis* (לפי מספר ממוצע של סה"כ פרטים לכל מין למשך הניסוי).

ב) בחינת יעילות שיטה של מתן אבקות פרחים על מצע אינרטי להתפתחות אוכלוסייה של אקריות טורפות (*E. scutalis*)

1.א) בחינת יעילות מתן תוספת אבקה על חוט הדלייה במגע עם צמחי פלפל לתגבור אקריות טורפות בחדר גידול

בינואר-פברואר 2010 נערך ניסוי בנווה יער בחדר גידול על צמחי פלפל אדום (*Capsicum annuum L.*) מזן '7180'. 12 שתילים של פלפל נשתלו בעציצי פלסטיק בנפח 1 ליטר על מעמדים וחולקו בין שישה מגשי טיפול נפרדים, כאשר כל מגש היווה חזרה/בלוק כפי שתואר בניסוי 2.א. לאחר השתילה קיבלו כל העציצים השתולים איבוק באבקת תירס (*Zea mays*) וסמוך למחצית מהשתילים הועמד מקל ועליו מלופף חוט הדלייה מאובק באבקת תירס, החוט לופף גם סביב השתיל. על כל השתילים התבצע פיזור של כ 60 אקריות טורפות ממין *E. scutalis*. יישום האבקה ומקור האקריות כפי שתואר לעיל בניסוי א.2. הטמפרטורה (27.3 ± 1.8 °c) והלחות ($30 \pm 9.5\%$) נמדדו בחדר הגידול לאורך כל הניסוי. בתום הניסוי לאחר 3 שבועות נשטפו הצמחים, המקלות והחבלים באלכוהול 70% לצנצנות, כל צמח בנפרד. על מנת להעריך את שטח העלים בצמח, נקבעו שלושה גדלי עלים (לפי אורך העלה: 0-4cm, 4-7cm, 7<cm) ונספרו העלים מכל קבוצת גודל בכל צמח. דוגמא אקראית מכל קבוצה נלקחה לסריקה ממוחשבת ושטחה חושב בעזרת תכנת Leaf Color Analyzer. הערכה מקורבת של שטח העלים הכולל התקבלה על ידי הכפלת מספרי העלים בכל קבוצה בשטח עלה הדוגמא של גודל זה עבור כל צמח. כמו כן יובשו הצמחים ב 43°C לשלושה ימים ונשקלו לאחר מכן.

הדרגות הנעות של האקריות שנותרו באלכוהול נספרו תחת בינוקולר. על מנת לוודא את זהות האקריות הנספרות הן הוגדרו תחת מיקרוסקופ אור. לצורך עיבודים סטטיסטיים נלקחו תוצאות הספירה של הדרגות הנעות מהדגימות השונות לס"מ מרובע של שטח עלה, ובוצע מבחן t-Test.

2.ב) בחינת יעילות מתן תוספת אבקה על חוט הדלייה במגע עם צמחי בזיליקום לתגבור אקריות טורפות בחממה

במאי-יוני 2010 נערך ניסוי בנווה יער במנהרה על צמחי ריחן (*Ocimum basilicum*) מזן פרי. במגש לפני השתילה קיבלו כל השתילים איבוק באבקת תירס (*Zea mays*), ואחריו פוזרו אקריות טורפות ממין *E. scutalis*. יום לאחר הפיזור נשתלו 224 שתילים של בזיליקום (כל שתיל מורכב מ 3-4 צמחים) ב 16 אדניות גידול (80X130 ס"מ, 14 שתילים בכל אדנית מסודרים בשתי שורות). כל אדנית גידול היוותה חזרה. ההפרדה בין אדניות הגידול נעשתה על ידי השארת רווח של אדנית ללא צמחיה בין כל שתי אדניות שתולות. מיד לאחר השתילה נלקחו כ 7 צמחים מכל אדנית (בפיזור שווה) עבור דגימת 0 שמטרתה לוודא שקיימות טורפות על הצמחים בכל הטיפולים. כשבוע לאחר השתילה נמתחו חוטי הדלייה מאובקים באבקת תירס כך שישגו בכל הצמחים ב 8 אדניות לסירוגין. בסיום הניסוי, לאחר 4 שבועות, נלקח מכל הטיפולים מדגם של 7 צמחים מהשתילים מהם לא נלקחו צמחים בדגימה 0. יישום האבקה על הצמח התבצע ידנית בעזרת מלחייה, וחוטי ההדלייה אובקו בעזרת נייעור בתוך מיכלים המכילים אבקה. מקור האקריות כמתואר בניסוי א.2. הטמפרטורה (27.7 ± 7.7 °c) והלחות ($64.4 \pm 34.1\%$) נמדדו בחממה לאורך כל הניסוי. הדגימה וזיהוי האקריות נעשו על ידי שטיפת הצמחים מכל אדנית יחד באלכוהול כמתואר בניסוי א.2. לאחר השטיפה באלכוהול יובשו הצמחים שנשטפו מכל אדנית לארבעה ימים ב 43°C ונשקלו. לצורך עיבודים סטטיסטיים נלקחו תוצאות הספירה של הדרגות הנעות מהדגימות השונות, חולקו במשקל יבש של הצמחים שנדגמו, ולאחר טרנספורמציה של שורש ריבועי פלוס 0.5, בוצע בהם מבחן t-Test להשוואת רשימות בלתי תלויות.

ג) בדיקת השפעת מין הצמח הפונדקאי על התפתחות שני מינים של אקריות טורפות (*E. scutalis*)-1

בחדר גידול (*A. swirskii*)

בדצמבר-פברואר 2010 נערכו שני ניסויים עוקבים בנווה יער בחדר גידול. 48 שתילים בניסוי הראשון ו 36 שתילים בשני נשתלו בעציצי פלסטיק בנפח 1 ליטר על מעמדים וחולקו לפי בלוקים באקראי בין שישה מגשי טיפול נפרדים, כאשר כל מגש היווה חזרה/בלוק. בכל בלוק היו שני שתילים מכל מין צמח פונדקאי. בניסוי הראשון ארבעה פונדקאים הנבדלים בסוג, במין, או בתכולת הנדיפים שבהם: (1) פלפל אדום (*Capsicum annuum* L.) מזן '7180'. (2) ריחן (*Ocimum basilicum*) זן נופר מקו מתיל חביקולי '43/3'. (3) ריחן מזן נופר מקו לינלוולי, ומעט אאונוולי '39/27'. (4) ריחן מזן פרי (אאונוולי). בניסוי השני שלושה פונדקאים ממינים שונים: (1) פלפל אדום מזן '7180'. (2) ריחן מזן 'Magic white'. (3) ריחן מזן פרי. ההפרדה בין העציצים הייתה כמתואר בניסוי א.2. לאחר השתילה קיבלו כל העציצים השתולים איבוק באבקת תירס (*Zea mays*) שהמשיך עם טיפולים שבועיים של איבוק באותה כמות אבקה. על כל השתילים התבצע פיזור של כ 60 אקריות טורפות מאחד משני מינים (*E. scutalis* ו *A. swirskii*) כך שעל כל מין פונדקאי בכל בלוק, יהיה צמח אחד עם כל טורפת.

יישום האבקה הן על הצמח והן על חוט ההדלייה התבצע בעזרת מרסס אלקטרוסטטי לטעינה והרבצה אחידה של אבקות פרחים. מקור האקריות כמתואר בניסוי א.2. הטמפרטורה והלחות נמדדו בחדר הגידול לאורך כל הניסוי הראשון (25.7 ± 1.1 °c, 36.6 ± 7.6 %) והשני (27.3 ± 1.8 °c, 30 ± 9.5 %). בתום הניסוי (לאחר 4 שבועות בראשון ו 3 שבועות בשני) נשטפו הצמחים באלכוהול 70% לצננות, כל צמח בנפרד. הערכת שטח העלים ומשקל הצמחים, וכן זיהוי האקריות וספירתן בוצעו כמתואר בניסוי ב.1. לצורך עיבודים סטטיסטיים נלקחו תוצאות הספירה של הדרגות הנעות מהדגימות השונות לס"מ מרובע של שטח עלה, ובוצע מבחן Two-Ways ANOVA.

ד) בדיקת השפעה של תוספת אבקה על יכולת הדברה של מזיקים בצמחי בזיליקום ופלפל על ידי

אקריות טורפות

ז.1) השוואה בין יכולות ההדברה של כנימת עש הטבק על ידי שני מינים של אקריות טורפות עם וללא

תוספת אבקה בצמחי בזיליקום

ביולי-אוגוסט 2009 נערך ניסוי בנווה יער במנהרה פתוחה על צמחי ריחן מזן פרי. 1152 שתילים של בזיליקום נשתלו ב 48 אדניות גידול המופרדות כמתואר בניסוי א.1. בנוסף, הושמה הפרדה נוספת של כלובי רשת 50mesh (130X80X90 ס"מ) שהונחו מעל האדנית. כל השתילים קיבלו איבוק אחד של אבקת תירס (*Zea mays*) במינן נמוך (34 ± 278 גרגרי אבקה לסמ"ר) לפני השתילה. לאחר השתילה קיבלו מחצית מהאדניות השתולות איבוקים במרווחים של שבועיים החל משבוע לאחר השתילה, והמחצית השנייה לא קיבלה כל איבוק נוסף. כל טיפול אבקה חולק לשלושה טיפולי טורפות: א) פיזור כ 30 אקריות טורפות ממין *A. swirskii* (לשתיל ב) פיזור כ 30 אקריות טורפות ממין *E. scutalis* (לשתיל ג) ללא אקריות טורפות. יישום האבקה והישוב ריכוזה על העלים (200 ± 50 גרגרי אבקה לסמ"ר) התבצע כמתואר בניסוי א.2. האקריות התקבלו מחברת Bio-Bee ופוזרו לאחר השתילה על השתילים בתוך מצע הגידול שלהם. כשבועיים לאחר פיזור הטורפות, שוחררו בכל הטיפולים כ – 50 פרטים בוגרים של כנימת עש

הטבק (כע"ט) מגידול על צמחי כותנה. הטמפרטורה והלחות נמדדו בחממה לאורך כל הניסוי בתוך כלוב רשת ומחוצה לו. נלקחו ארבע דגימות: דגימה 0 נלקחה כיומיים לאחר פיזור הטורפות והדגימות הבאות נלקחו החל משבוע לאחר הפיזור, כל שבוע במשך שלושה שבועות. דגימת הצמחים, ספירת האקריות וזיהוי כל האקריות שנמצאו התבצע כמתואר בניסוי 1. א. כשבועיים לאחר פיזור הכע"ט נדגמו 10 עלים מכל אדנית והוכנסו לאלכוהול לספירה מאוחרת של הדרגות הצעירות של הכע"ט.

2.ד בדיקת ההשפעה של תוספת אבקה על יכולת ההדברה של אקרית העיוותים על ידי *E. scutalis* בצמחי פלפל צעירים

באוגוסט-אוקטובר 2009 נערך ניסוי בחממות בתחנת יאיר שבערבה על צמחי פלפל (*Capsicum annum* L.). 5 טיפולים חולקו לפי בלוקים באקראי בין 20 חממות המכילות 100 צמחים כל אחת, כאשר כל חממת היוותה חזרה. חממת הטיפולים היו: א) ללא טיפול (רשת 25mesh). ב) טיפול בגופרית (הטיפול המקובל) (רשת 25mesh). ג) פיזור אקריות טורפות והטענות באבקה (רשת 25mesh). ד) פיזור אקריות טורפות ללא הטענות באבקה (רשת 50mesh). ה) פיזור אקריות טורפות והטענות באבקה (רשת 50mesh). שלושה יישומים של אבקה תירס (*Zea mays*) בוצעו בטיפולי האבקה: הראשון על מגש השתילים, השני כשבוע לאחר השתילה והשלישי כשלושה שבועות לאחר שתילה. יישום האבקה התבצע בעזרת מרסס אלקטרוסטטי לטעינה והרבצה אחידה של אבקות פרחים. לאחר האיבוק הראשון וכיום לפני השתילה פוזרו כ- 1000 אקריות טורפות ממין *E. scutalis* על כל מגש. האקריות התקבלו מחברת Bio-Bee. דגימות 0 נלקחו מצמחים שלמים אקראיים מכל מגש לפני (10 פעמים 4 צמחים) ואחרי (5 צמחים מכל מגש – 20 צמחים מכל טיפול) פיזור הטורפות הוכנסו לתוך צנצנת עם אלכוהול 70% ונשטפו. אחת לשבוע (במשך שמונה שבועות) נגזמו שני עלים (אחד מחלקו העליון של הצמח ואחד מאמצע) מעשרה צמחים אקראיים בכל חממת, ונשטפו באותו צורה. הדרגות הנעות של האקריות שנותרו באלכוהול נספרו תחת בינוקולר, והוגדרו תחת מיקרוסקופ אור. כמו כן בתום הניסוי הוארך הנזק של אקריות העיוותים לפי גובה ממוצע של 10 צמחים אקראיים מכל חזרה. לצורך עיבודים סטטיסטיים חוברו עבור כל חזרה תוצאות הספירה של הדרגות הנעות של הטורפת, ושל אקרית העיוותים מהדגימות השונות, והשוואה בין הטיפולים נעשתה לפי צפיפות הרשת: בנפרד עבור 50mesh (t-Test בין שני ממוצעים) ו-25mesh (Anova).

3.ד בדיקת ההשפעה של תוספת אבקה על יכולת ההדברה של אקרית קורים ותריפסים על ידי *A. swirskii* בצמחי פלפל

ניסוי חממות בפלפל נערך בחוות מחקר ופיתוח של הבשור בקיץ 2009. בשש עשרה מנהרות (6*6 מ) נשתלו ב-15/8/2009 פלפל אדום זן '7180', 72 צמחים למנהרה מסודרות בשלוש ערוגות כפולות. הצמחים הושקו ודושנו בהתאם להנחיות המסחריות הנהוגות באזור. נבחנו 4 טיפולים, כל טיפול ב-4 חזרות, כאשר יחידה החזרה הייתה חממה, בהתאם לפירוט הבא: 1) טיפול אחד של אבקה לפני פיזור *A. swirskii* (2) טיפול אחד של אבקה לפני פיזור *A. swirskii* והמשך של אבוקים פעם בשבועיים. 3) הדברה משולבת (Bio-Bee IPM) על פי הנחיות של חברת ביו-בי. 4) טיפול מסחרי לפי ההנחיות האזוריות. ראה טבלה מספר 1 בנספח לתאריכים של טיפולי אבקה, פיזורים ומינונים של אויבים

טבעיים וריסוסים כימיים. מידי שבוע נלקחו דגימות מכל מנהרה, החל מלפני הפיזור הראשון ועד סוף הניסוי, 20 עלים מהקומה העליונה, 20 עלים מהקומה האמצעית ו-20 פרחים. הדגימות נשטפו באלכוהול ונספרו כפי שתואר לעיל עבור הדגימות של הבזיליקום. ההשפעות של טיפולי האבקה והמיקום בצמח נבחנו בניסוי ANOVA דו גורמי לפי רמות האוכלוסייה של האקרית הטורפת *A. swirskii*, הפשפש הטורף *Orius laevigatus*, האקרית הקורים *Tetranychus urticae* והתריפס *Frankliniella occidentalis* (לפי מספר ממוצע של סה"כ פרטים לכל מין למשך הניסוי).

ה) תכנון והתאמה של מכשור להפקה יעילה של אבקת פרחי תירס וכיול ההרבצה על עלי הצמחים
בשנה א' נחקרו ופותחו שלושה נושאים בתחום ההנדסי: 1. מינון מדויק באמצעות מזין האבקה כדי לקבל כמות רצויה לשטח נתון של עלה; 2. שיפור מבנה המכשיר להרבצת אבקה על עלי צמחים; 3. הפקה יעילה של אבקת פרחי תירס. בשנה ב' וג' התרכז עיקר המאמץ ההנדסי בשני נושאים: 1. מינון מדויק באמצעות מזין האבקה כדי לקבל כמות רצויה לשטח נתון של עלה ושיפור הרבצת האבקה על עלי הצמחים; 2. פיתוח אבטיפוס משופר להפקה יעילה של אבקת פרחי תירס שכלל תכנון, בניה וניסויים של הכלי.

תוצאות

א) קביעת מינון ותדירות אופטימאליים של טיפולי אבקת פרחים לתגבור אקריות טורפות

א.1) קביעת תדירות ומינון אופטימאליים לתגבור אקריות ממין *A. swirskii* על בזיליקום בתממה
במבחן t-test שנערך על ריכוזי האבקה שפוזרה באיבוק הראשון נמצאו הבדלים מובהקים ($t_{(16)}=2.661, p<0.017$) בריכוזי האבקה בין מינון האבקה הנמוך (433 ± 96) ומינון האבקה הגבוה (796 ± 97). כמוכן במבחן t-test שנערך על ריכוזי האבקה שפוזרה באיבוק השני נמצאו הבדלים מובהקים ($t_{(16)}=7.382, p<0.001$) בריכוזי האבקה בין מינון האבקה הנמוך (215 ± 44) ומינון האבקה הגבוה (912 ± 83). אם כי יש לציין שבאיבוק השני מספר הגרגירים ברמה הנמוכה הייתה כמחצית הכמות של האיבוק הראשון. נמצא הבדל מובהק ($F_{(5,37)}=4.331, P=0.003$) בין מספרי הדרגות הנעות בקבוצה שלא קיבלה טיפול באבקה ובין אלה בקבוצה שקיבלה את הכמות הגדולה ביותר של האבקה (מינון גבוה כל שבועיים, איור 1). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין מספרי הביצים בקבוצות עם מינוני האבקה השונים.

א.2) השוואה בין תגבור שני מינים של אקריות טורפות בצמחי בזיליקום במינונים ותדירויות הרבצת אבקה שונים בחדר גידול

מספרי הדרגות הנעות של שתי האקריות הטורפות בקבוצה שקיבלה טיפול חוזר באבקה אחת לשבועיים היו גבוהים באופן מובהק ($F_{(13,34)}=7.823, P<0.0001$) ממספרי הדרגות הנעות של שתי האקריות הטורפות בקבוצות שקיבלו טיפול יחיד באבקה, שהיו גבוהים באופן מובהק ממספרי הדרגות הנעות בקבוצות שלא קיבלו טיפול באבקה (איור 2). לא נמצא הבדל מובהק בין שני מיני האקריות הטורפות.

א.3) קביעת מינונים אופטימאליים לתגבור אקריות ממין *A. swirskii* על פלפל בחממות בחבל הבשור

במבחן t-test שנערך על ריכוזי האבקה שפוזרה באיבוק הראשון נמצאו הבדלים מובהקים ($t_{(18)} = 4.612$), $(p < 0.0002)$ בריכוזי האבקה בין מינון האבקה הנמוך (172 ± 21) ומינון האבקה הגבוה (383 ± 70). באיבוק השני הרמה הנמוכה הייתה כמחצית האיבוק הראשון (91 ± 11). רמת האוכלוסייה של האקרית הטורפת *A. swirskii* הושפעה מטיפול האבקה ומיקום הדגימה (איור 3). היו יותר אקריות טורפות בטיפול שקיבל שלושה איבוקים בהשוואה לביקורת שלא קבלה אבקה ($F = 3.723$, $P = 0.014$), ובפרחים היו יותר אקריות בהשוואה לעלים ($F = 52.436$, $P < 0.0001$). השפעת הגומלין בין טיפולי האבקה ומיקום הדגימה לא הייתה מובהקת ($F = 1.989$, $P = 0.122$). לא הייתה השפעה מובהקת של טיפולי האבקה או מיקום הדגימה על רמת האוכלוסייה של אקריות קורים ($P = 0.303$) ועל תריפס קליפורני ($P = 0.4434$). יחד עם זאת נציין מגמות שנצפו. בביקורת (ללא טיפולי אבקה) ובמינון נמוך איבוק פעם אחת היו יותר אקריות קורים באמצע הצמח בהשוואה לטיפולים האחרים (איור 4). בדומה יותר תריפסים נמצאו בפרחים של צמחי הביקורת (איור 5).

ב) בחינת יעילות שיטה של מתן אבקת פרחים על מצע אינרטי להתפתחות אוכלוסייה של אקריות טורפות (*E. scutalis*)

ב.1) בחינת יעילות מתן תוספת אבקה על חוט הדלייה במגע עם צמחי פלפל לתגבור אקריות טורפות בחדר גידול

נמצא הבדל מובהק ($t_{(10)} = -7.361$, $p < 0.0001$) בגודל האוכלוסייה של *E. scutalis* שלושה שבועות מפיזורם בין הטיפול שקיבל איבוק אחד ובין הטיפול שקיבל בנוסף לאיבוק היחיד גם מגע עם חוט הדלייה ועליו אבקה (איור 6).

ב.2) בחינת יעילות מתן תוספת אבקה על חוט הדלייה במגע עם צמחי בזיליקום לתגבור אקריות טורפות בחממה

נמצאו באופן מובהק ($t_{(14)} = 2.741$, $P = 0.016$) יותר טורפות בטיפולים שכללו מגע עם מצע אינרטי ועליו אבקה מאשר בטיפולים שכללו רק איבוק על הצמחים. עם זאת, מרבית הטורפות לא היו מהמין *E. scutalis* שפוזר בתחילת הניסוי (רק 17.6% מכלל הטורפות שנמצאו) אלא ממינים אחרים: *Neoseiulus barkeri* 35.3%, *A. swirskii* 29.4%, *Typhlodromus athiase* 5.9% ומדרגות צעירות של אקריות טורפות שלא ניתנו לזיהוי 11.8%.

ג) בדיקת השפעת מין הצמח הפונדקאי ותכולת השמנים האתרים שבו על התפתחות שני מינים של אקריות טורפות (*E. scutalis* ו-*A. swirskii*) בחדר גידול

בניסוי הראשון לא נמצאו הבדלים מובהקים בין גודלי האוכלוסיות של *A. swirskii* ושל *E. scutalis* על הצמחים השונים, ולא נמצאה אינטראקציה בין מין הצמח לזהות הטורפת בהשפעה על גודל האוכלוסייה של הטורפות (איור 8.I). בניסוי השני נמצא קשר מובהק ($F_{(10,25)} = 6.022$, $P = 0.0001$) בין מין הצמח הפונדקאי וזהות הטורפת לגודלי האוכלוסייה של הטורפות (איור 8.II). נמצאה אינטראקציה מובהקת בין מין הצמח הפונדקאי וזהות הטורפת בהשפעה על גודל אוכלוסיית הטורפות ($P = 0.04$). בניסוי השני (איור 8.II) על צמח הפלפל ועל צמח הריחון מזן Magic white אוכלוסיית ה-*E. scutalis* הייתה גבוהה באופן מובהק ($P < 0.0001$) מאוכלוסיית *A. swirskii*.

1.ד) השוואה בין יכולות ההדברה של כנימת עש הטבק על ידי שני מינים של אקריות טורפות עם וללא

תוספת אבקה בצמחי בזיליקום

מכיוון שבספירת הטורפות חלה ירידה של 75-95% מדגימת האפס לדגימה ראשונה (כעבור שבוע), והאקריות הבוודות שנמצאו בכל אדנית בדגימה הראשונה זוהו כ- *A. swirskii* גם באדניות בהן פוזרו הטורפות ממין *E. scutalis* (בהן נמצאו טורפות משני המינים גם בספירת האפס), ומכיוון שגם המזיק *B. tabaci* לא נקלט ולא נמצא באף דגימה כשבועיים לאחר תום הניסוי, אי אפשר לנתח את תוצאות ניסוי זה. הועלה חשד כי הטמפרטורות הגבוהות בחממה לא אפשרו לטורפים ולמזיק להיקלט ולהתפתח על הצמחים (טבלה 1), כמו גם קצב הגידול המהיר של צמחי הבזיליקום אשר סילק ומהל את אבקת הפרחים על עלי הצמחים.

טבלה 1: מספר שעות ממוצע ליום (\pm SE) מעל טמפרטורת סף שנמדדו מ-29/7/2009 עד ה-22/8/2009.

מחויץ לכלובי הרשת	בתוך כלובי הרשת	טמפרטורת סף (°C)
11.38 \pm 0.020	10.33 \pm 0.020	30
8.83 \pm 0.020	6.00 \pm 0.017	35
5.46 \pm 0.017	3.08 \pm 0.013	40
0.88 \pm 0.008	1.67 \pm 0.010	45

2.ד) בדיקת ההשפעה של תוספת אבקה על יכולת ההדברה של אקרית העיוותים על ידי *E. scutalis*

בצמחי פלפל

תחת רשת 50 מש מספרי הדרגות הנעות של הטורפות היו גבוהים באופן מובהק (איור 9A, $t_3 = -3.79$, $P = 0.029$) ומספרי הדרגות הנעות של המזיק היו קטנים באופן מובהק (איור 9B, $t_3 = 8.01$, $P = 0.004$) בחזרות שקיבלו טיפולים באבקה לעומת החזרות שלא קיבלו טיפולי אבקה. תחת רשת 25 מש מספרי הדרגות הנעות של הטורפות היו גבוהים באופן מובהק ($F_{(2,9)} = 20.03$, $P < 0.001$) בטיפול בו פוזרו טורפות והתבצעו איבוקים ממספרי הטורפות בטיפול הביקורת (איור 9D, ללא טיפול וטיפול בגופרית). מספרי המזיק היו קטנים באופן מובהק ($F_{(2,9)} = 12.37$, $P = 0.003$) (בטיפול בו פוזרו הטורפות וטיפול באבקה מטיפול הביקורת (ללא טיפול) ולא היו שונים ממספרי המזיק בטיפול הגופרית (איור 9E). אורך הצמחים בטיפול הביקורת (ללא כל טיפול) היה קצר באופן מובהק ($F_{(2,6)} = 16.37$, $P = 0.004$) מאורך הצמחים בטיפול הגופרית ובטיפול בו פוזרו טורפות והתבצעו יישומי אבקה תחת רשת 25 מש (איור 9F). תחת רשת 50 מש לא נמצאו הבדלים מובהקים בין אורכי הצמחים בטיפולים השונים (איור 9C).

3.ד) בדיקת ההשפעה של תוספת אבקה על יכולת ההדברה של אקרית קורים ותרופסים על ידי *A.*

swirskii בצמחי פלפל

ברמת האוכלוסייה של ה-*A. swirskii* לא היו הבדלים בין יישום אחד של האבקה לבין יישום כל שבועיים. שני הטיפולים הנ"ל גם לא נבדלו מהטיפול Bio-Bee IPM ($P=0.258$) שקבלו כפול פיזורי טורפות (שני פזורים לעומת אחד בטיפולי אבקה). להדברת אקריות הקורים *T. urticae* ותרופס קליפורני *F. occidentalis* בטיפול IPM בוצעו ששה פיזורים של *P. persimilis* ו-*O. laevigatus*, בהתאמה, לעומת שני פזורים בטיפולי האבקה, עם אותן רמות הדברה (איור 10, טבלה 1 בנספח). יותר אקריות קורים נמצאו בטיפול המסחרי לעומת טיפולי האבקה והטיפול Bio-Bee IPM (איור 11) למרות יישום של תשעה ריסוסים בקוטלי אקריות בטיפול המסחרי ($P < 0.0001$, $F = 9.58$). לא היו הבדלים בפרמטרים של יכול (מספר פירות, משקל ממוצע, % פרי ליצוא) בין ארבעת הטיפולים.

ה) תכנון והתאמה של מכשור להפקה יעילה של אבקת פרחי תירס וכיול ההרבצה על עלי הצמחים **ה.1) מינון מדויק**

הותאמה מערכת ההזנה של מיישם האבקה האלקטרוסטטי למינון מדויק של כמויות האבקה ובהמשך נבחנה צפיפות ההרבצה על גבי העלים על ידי ספירת מספר הגרגרים לסמ"ר. הניסוי בוצע על שתילי בזיליקום בגובה ממוצע של 7 ס"מ ו-8 עלים לשתיל בממוצע. כדי לקבל ~1000 גרגרים לסמ"ר נקבעה מהירות הזנה של 0.1 סמ"ק בשנייה ונקבע כי זמן החשיפה של כל עלה יהיה 1.0 שנייה. משך החשיפה נקבע על ידי מהירות התנועה. בשנה השנייה נבחן נושא המינון המדויק באמצעות מזין האבקה ושיפור יעילות הרבצת האבקה על עלי הצמחים ובוצעו שיפורים מסוימים כדי לקבל כמות רצויה לשטח נתון של עלה אך לצורך ביצוע ניסויים מדויקים רצוי להשיג שיפור נוסף.

ה.2) שיפור מבנה המכשיר להרבצת אבקה

תכנון מחדש של המכשיר להרבצת אבקה על עלי צמחים בוצע באמצעות תוכנת סולידג' לתכן ושרטוט. הזמנות לבניית שני מכשירים מדגם משופר הועברו לספקים.

ה.3) הפקה יעילה של אבקת פרחי תירס

בחינה של המערכת להפקת אבקה הראתה שעלות הפקה של אבקת פרחי תירס בטכנולוגיה הדומה לזו בה השתמשנו להפקת אבקת פרחי שקד תגרום למחיר האבקה להיות גבוה: כמה אלפי דולר לק"ג אבקה כאשר הכמויות נמוכות. העלות יכולה לרדת לכדי אלף דולר לק"ג עבור כמויות גדולות. לאור זאת נבחנו שיטות חלופיות ובוצעו ניסויים ראשוניים להפקת אבקת פרחי תירס על ידי נייעור התפרחת בשדה. בשנה הראשונה נבנה אבטיפוס ראשון של מנער בעל מסגרת קליטה ונראה שהשיטה יכולה להוזיל את עלות הפקה של האבקה לכדי פחות ממחצית העלות בשיטה שנבחנה תחילה (איור 12). אנו מכוונים לכך שאבקה שתאסף בניסויים על גבי אב הטיפוס של המשטח הרוטט תשמר בקירור ותשמש בניסויים להאכלת האקריות. בשנה השנייה והשלישית רכזנו עיקר המאמץ ההנדסי בשיפור המערכת להפקה יעילה של אבקת פרחי תירס – תוכנן ונבנה אבטיפוס שני של מערכת האבקה. בוצעו ניסויים באבטיפוס שני של מערכת לנייעור איסוף והפקה של אבקת פרחי תירס על ידי נייעור ללא נזק לתפרחות והצמחים בשדה. למערכת משטחי קליטה רוטטים הנוקפים בגבעול וגורמים לנשירת האבקה. האבקה שנאספה בניסויים ע"י אב הטיפוס עברה יבוש

בחדר חם ובהמשך נשמרה בקירור עמוק עד לביצוע ניסויי הפיזור להאכלת האקריות. איור 13 מראה את המערכת בפעולה.

דיון

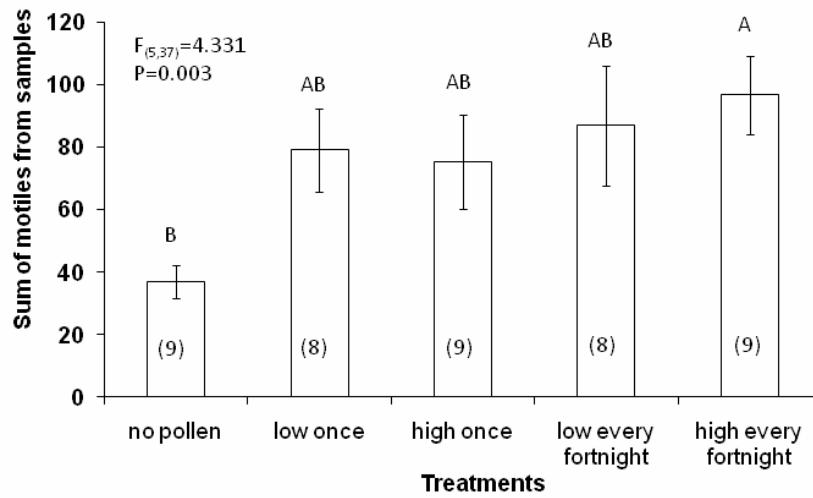
בניסוי על עציצי בזיל בחדר גידול לא נמצא הבדל בין שתי האקריות בהתפתחות האוכלוסיות בהינתן אבקה למרות ש-*E. scutalis* נחשבת לאוכלת אבקה "מובהקת" לעומת *A. swirskii* הג'נרליסטית (4). ישנם מחקרים נוספים המראים שאוכלוסייתה מתפתחת טוב יותר על אבקה מאוכלוסיית *A. swirskii* (6). צמחי בזיליקום מכילים חומרים משניים הדוחים אקריות ממשפחות שונות בינן משפחת ה-Phytoseiidae (5). הועלתה השערה שתפקודה הירוד של אוכלת האבקה על צמחים אלו קשור לשתייה מהצמח (7), אך שני ניסויים המשווים את התפתחות האוכלוסייה של שתי הטורפות בין צמחים שונים לא הראה עדיפות לצמח, זן או לקו מסוים של בזיליקום או פלפל על פני צמחים אחרים. על פלפל היה שוני בהתנהגות האוכלוסיות בין ניסוי לניסוי: בניסוי אחד הייתה התפתחות דומה של שתי הטורפות, ובניסוי השני ה-*E. scutalis* התפתחו טוב יותר מה-*A. swirskii*. תוצאה זו יכולה לנבוע מהלחות הנמוכה ששררה בניסוי השני, שנתנה עדיפות להתפתחות *E. scutalis* על פני האחרת (2). מניסויים אלה נראה כי למיני הצמח הנבדקים בהינתן אבקה, הייתה השפעה משנית על התפתחות האוכלוסייה יחסית להשפעת תנאי הסביבה. יש להמשיך ולבדוק את תפקוד שני מיני הטורפות בנפרד וביחד בהדברת כע"ט ואקרית עיוותים בתנאי הסביבה הטבעיים לגידולי הבזיליקום והפלפל.

הוכחנו כי אקריות טורפות יכולות להיזון ממצע אינרטי ועליו אבקה הבא במגע עם הצמח בחדר גידול. על צמחי בזיליקום בחממה תרם המצע האינרטי עם האבקה לנוכחות אוכלוסיית טורפות מקומיות לאחר 4 שבועות. יש להמשיך ולבחון את יעילות שיטה זו בחממות על גידולים שונים, מכיוון שיתרונה גדול על פני שיטה של איבוקים חוזרים על פני הצמחים.

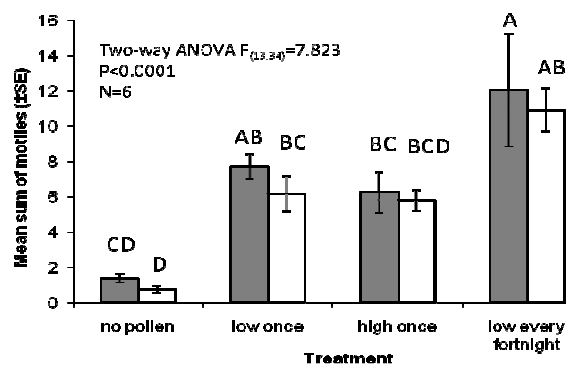
לא ברור למה כנימות העש והאקריות טורפות לא התפתחו על בזיל בחודשי יולי ואוגוסט. ידוע שטמפרטורות מאוד גבוהות (מעל 40) מתאימות מאוד להתפתחות צמחי בזיל. על פי תוצאותינו נראה שהטמפרטורות הנ"ל לא מתאימות למזיקים והאויבים הטבעיים של הבזיל. יתכן שניתן להשתמש בנתוני אקלים שנאספו במחקר זה כדי לבחון ספים של שעות מעלה מעל סף מסוים כדי לבחון השערה זו.

הספקת האבקה אפשרה לאקרית הטורפת *E. scutalis* להתבסס על צמחי פלפל בערבה ולהדביר את אקריות העיוותים בדומה לטיפול בגופרית. בראשית העונה אקריות עיוותים חודרות לחממה על גבי זרמי אוויר ועל גבי כנימות עש (8). ההבדל בסדר גודל בנגיעות באקרית העיוותים בביקורות בין 25 מש שחדיר לכנימות עש ל-50 מש שאטום יחסית מדגיש את החשיבות של כנימות העש כווקטור לאקרית העיוותים. הדברה ביולוגית יעילה של אקריות העיוותים בתחילת העונה תאפשר הכנסה קלה יותר של אויבים טבעיים אחרים שעד כה לא הוכנסו בשלב זה בגלל שאריות חומרי הדברה מהטיפולים להדברה אקרית העיוותים.

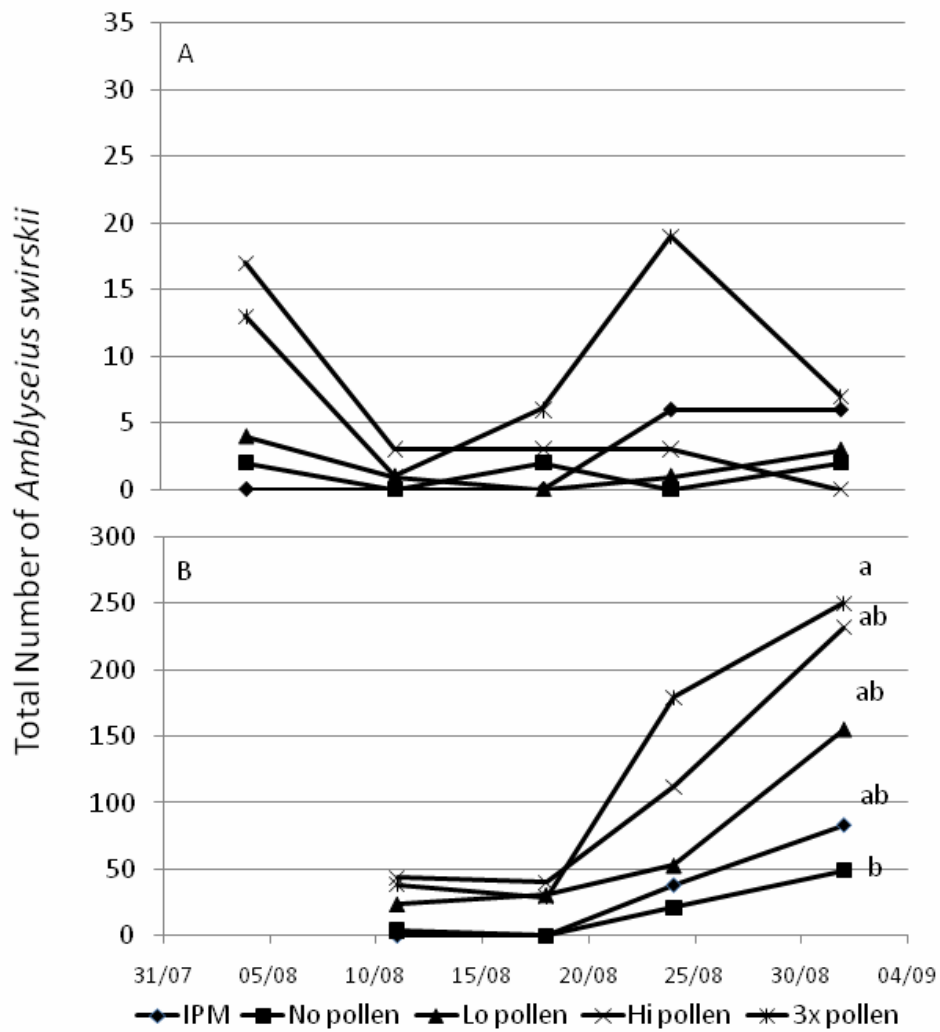
בניגוד למצופה מהניסוי בחדר גידול תוספת האבקה השבועית לא השפיעה על התפתחות אוכלוסיית *A. swirskii* על צמחי פלפל בבשור. נראה שהפריחה הטבעית של הפלפל אפשרה לאקריות להתפתח. יחד עם זאת רצוי לציין את ההפחתה במספר הטיפולים של *P. persimilis* (להדברת אקריות הקורים) בטיפול האבקה לעומת הטיפול של הדברה משולבת (Bio-Bee) ויעילות ההדברה של אקריות קורים לעומת הטיפול המסחרי. יתכן שמתן האבקה על העלים גרם לנוכחות גבוהה יותר של *A. swirskii* שאפשר לטורפות להדביר את אקריות הקורים לפני התבססותה. בוצעו שיפורים באב הטיפול החדש לאיסוף אבקת פרחי תירס וניסויי אסיף כדי לפתור בעיות של לחות עודפת שגרמה להדבקה של האבקה במעברי החומר ולסתימות במערכת. לאחר שינויים מבניים בעיית ההדבקה מוזערה. ניסויים נוספים בוצעו בשיתוף עם שדה אליהו על מנת לקבל אבקה נקייה. כמוכן בוצעו שיפורים להגברת ספיקת האבקה בשדה.



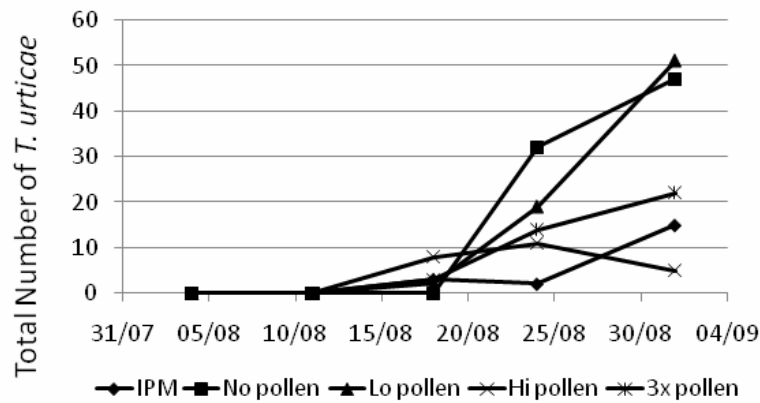
איור 1: ממוצע סכום (± SE) הדרגות הנעות של *Amblyseius swirskii* מכל הדגימות לפי הטיפולים השונים. אותיות שונות מסמנות הבדל סטטיסטי מובהק, $\alpha \leq 0.05$ (N).



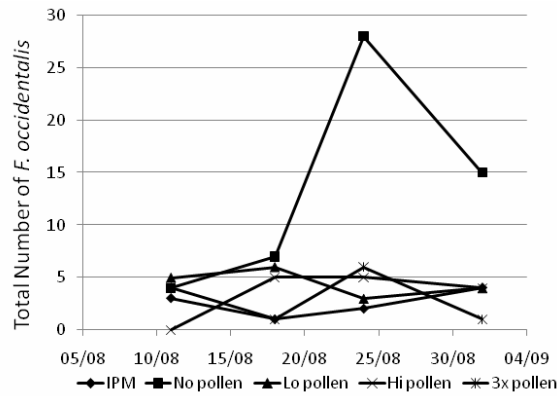
איור 2: ממוצע סכום (± SE) הדרגות הנעות של *Amblyseius swirskii* (אפור) ושל *Euseius scutalis* (לבן) מכל הדגימות לפי הטיפולים השונים. אותיות שונות מסמנות הבדל סטטיסטי מובהק, $\alpha \leq 0.05$.



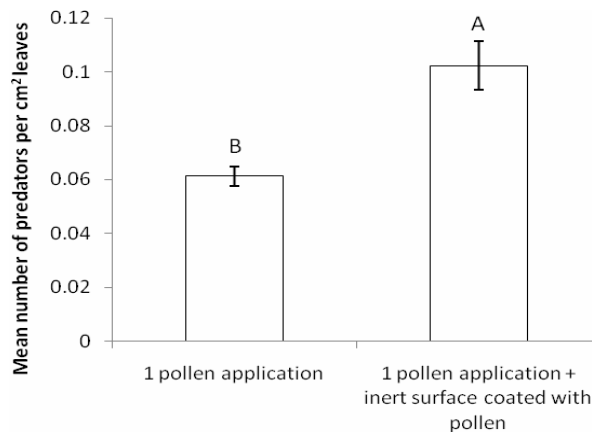
איור 3: ממוצע סכום הדרגות הנעות של *Amblyseius swirskii* שנאספו מ-80 עלים (A) ופרחים (B), לפי הטיפולים השונים. (אותיות שונות מסמנות הבדל סטטיסטי מובהק ($\alpha \leq 0.05$)).



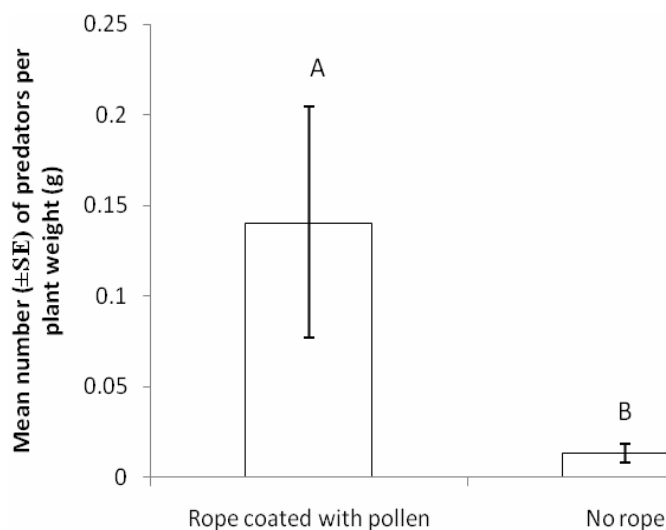
איור 4: ממוצע סכום הדרגות הנעות של *Tetranychus urticae* שנאספו מ-80 עלים מאמצע הצמח לפי הטיפולים השונים.



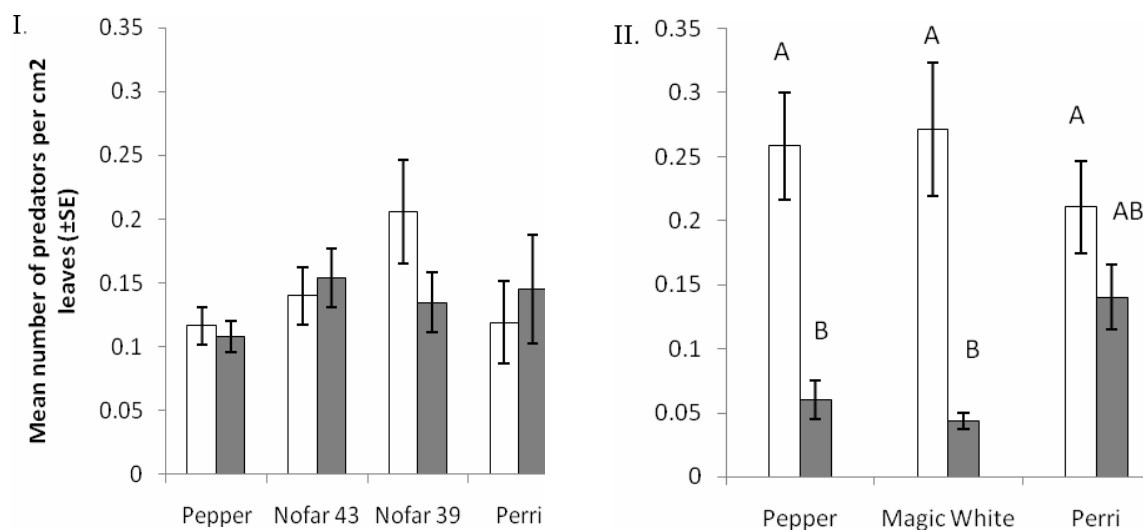
איור 5: ממוצע סכום הדרגות הנעות של *Frankliniella occidentalis* שנאספו מ-80 פרחים לפי הטיפולים השונים.



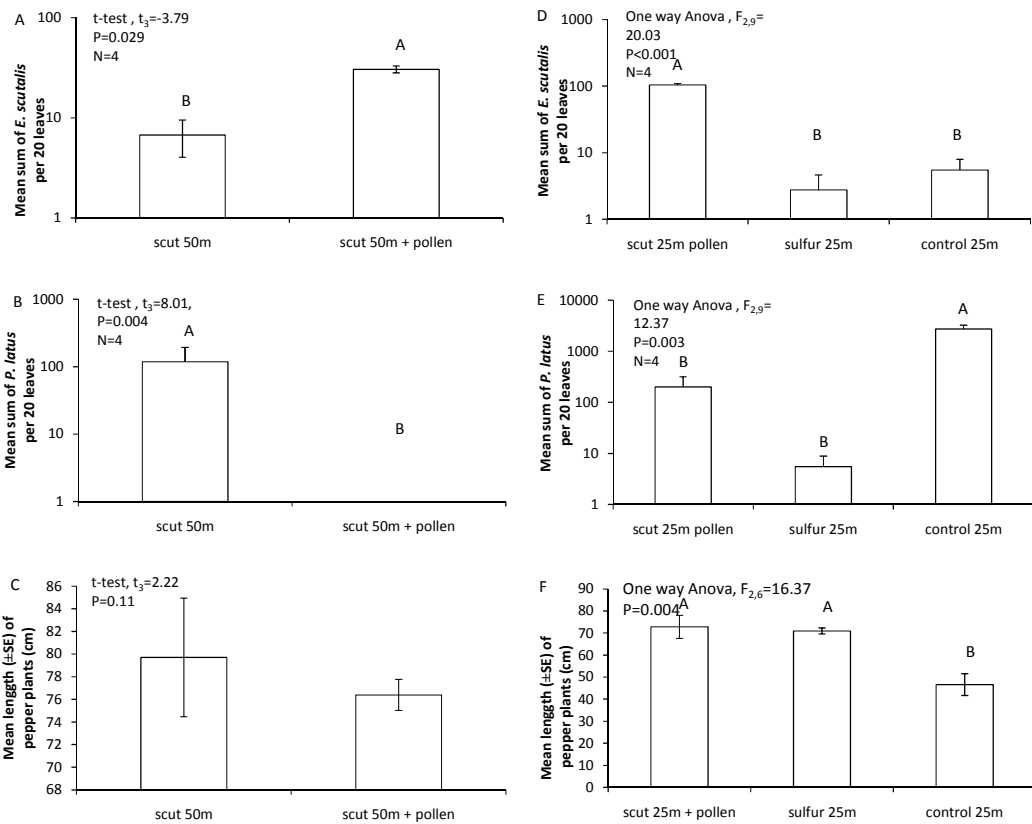
איור 6: ממוצע סכום (± SE) הדרגות הנעות של *Euseius scutalis* לס"מ² עלים לפי טיפולים מכל הדגימות, N=6, אותיות שונות מסמנות הבדל סטטיסטי מובהק, $\alpha \leq 0.05$.



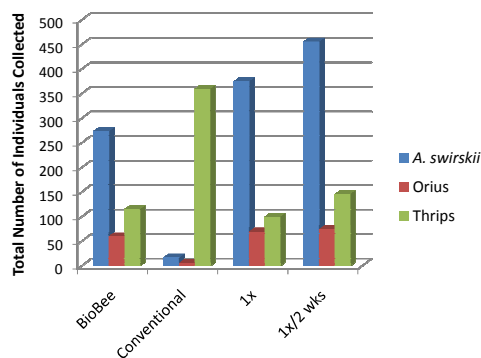
איור 7: ממוצע סכום (± SE) הדרגות הנעות של הטורפים לגרם צמחים לפי טיפולים מכל הדגימות, N=8, אותיות שונות מסמנות הבדל סטטיסטי מובהק, $\alpha \leq 0.05$.



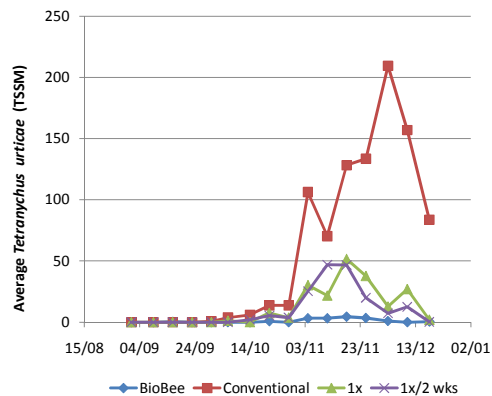
איור 8: ממוצע סכום (± SE) הדרגות הנעות של *Amblyseius swirskii* (אפור) ושל *Euseius scutalis* (לבן) מכל החזרות לפי הטיפולים השונים בניסוי הראשון (I) ובניסוי השני (II). אותיות שונות מסמנות הבדל סטטיסטי מובהק, $\alpha \leq 0.05$.



איור 9: תחת רשת 50 מ"מ ממוצע סכום (\pm SE) הדרגות הנעות של *Euseius scutalis* (A) ושל *Polyphagotarsonomus latus* (B) ואורך הצמחים בסוף הניסוי (C). תחת רשת 25 מ"מ ממוצע סכום (\pm SE) הדרגות הנעות של *Euseius scutalis* (D) ושל *Polyphagotarsonomus latus* (E) ואורך הצמחים בסוף הניסוי (F). אותיות שונות מסמנות הבדל סטטיסטי מובהק, $\alpha \leq 0.05$.



איור 10: סה"כ פרטים שנאספו במהלך הניסוי בפרחים בארבעת הטיפולים בניסוי פלפל בבשור (1- טיפול אחד של אבקה לפני פיזור *A. swirskii* (1x). 2- טיפול אחד של אבקה לפני פיזור *A. swirskii* והמשך של אבוקים פעם בשבועיים (1x/2wks). 3- הדברה משולבת (Bio-Bee) על פי הנחיות של חברת ביו-בי. 4- טיפול מסחרי לפי ההנחיות האזוריות (Conventional).



איור 11: תנודות אוכלוסיית אקריות הקורים בעלים העליונים של הצמח במהלך הניסוי בארבעת הטיפולים בניסוי פלפל בבשור (1- טיפול אחד של אבקה לפני פיזור *A. swirskii* (1x). 2- טיפול אחד של אבקה לפני פיזור *A. swirskii* והמשך של אבוקים פעם בשבועיים (1x/2wks). 3- הדברה משולבת (Bio-Bee) על פי הנחיות של חברת ביו-בי. 4- טיפול מסחרי לפי ההנחיות האזוריות (Conventional).



איור 12: משטח רוטט משחרר אבקה מתפרחת תירס בעת מגע בגבעול. תנועת הלוחית נגרמת על ידי מנוע עם משקולות אקסצנטריות.



איור 13: אבטיפוס משופר לאיסוף אבקת תירס - המשטח הרוטט נוקף בגבעול ומשחרר אבקה מתפרחת התירס בעת המגע. המערכת אינה גורמת נזק לתפרחת או לגבעול. תנועת המשטח נגרמת על ידי ויברטור סיבובי. ההמשטחים מוקפים בוילונות המפחיתים את כמות האבקה המרחפת אל מחוץ למתקן.

רשימת ספרות מצוטטת

1. ש. גן-מור, ב. רונן, א. בכר, ד. איזיקוביץ', א. טריפלר, י. כהן, י. ואקנין (2007). ייעול העבודה בהאבקת תמרים באמצעות טעינה אלקטרוסטטית. דוח מחקר לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות לתוכנית מס': 458-0364-06.
2. Bounfour M, and McMurtry JA. 1987. Biology and ecology of *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acarina:Phytoseiidae). *Hilgardia* 55: 1-23.
3. Gan-Mor S, Bechar A, Ronen B, Eisikowitch D, Vaknin Y. 2003. Electrostatic Pollen Applicator Development and Tests for Almond, Kiwi, Date and Pistachio – An Overview. *Applied Engineering in Agriculture* 19 :119-124.
4. Gerson U, Smiley RL, Ochoa R. 2003. Mites (acari) for pest control. Oxford, UK: Blackwell Science.
5. Momen FM, Amer SAA. 2003. Influence of the sweet basil, *Ocimum basilicum* L. on some predacious mites of the family Phytoseiidae (Acari: Phytoseiidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 38: 137-143.
6. Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW. 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology* 25:271-291.
7. Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW. 2003. Phytoseiid predator of whitefly feeds on plant tissue. *Experimental and Applied Acarology* 31:27-36.
8. Palevsky E, Soroker V, Weintraub P, Mansour F, Abo MF, Gerson U. 2001. How species-specific is the phoretic relationship between the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), and its insect hosts? *Experimental and Applied Acarology* 25: 217-224.

3. סיכום עם שאלות מגחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
קביעת השפעת מינונים ותדירויות של הרבצת אבקה על תגבור שני מינים של אקריות טורפות. (ב) בחינת יעילות שיטה של מתן אבקת פרחים על מצע אינרטי להתפתחות אוכלוסייה של אקריות טורפות. (ג) בדיקת השפעת מין הצמח הפונדקאי על התפתחות שני מינים של אקריות. (ד) בדיקת השפעה של תוספת אבקה על יכולת הדברה. (ה) –תכנון, כיול והתאמה של מערכת קיימת להרבצת אבקה טעונה במטען אלקטרוסטטי ופיתוח מכשור להפקה יעילה של אבקת פרחי תירס.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
א) בפלפל ובזיליקום, הטיפולים של הרבצת אבקה בעזרת מיישם האבקה השפיעו באופן מובהק על אוכלוסיות הטורפות. (ב) תוספת מצע אינרטי ועליו אבקה מגדילה את אוכלוסיית הטורפות על הצמח. (ג) לא נמצא הבדל בין שני מיני הטורפות בהתפתחות האוכלוסיות על הצמחים השונים בהינתן אבקה. (ד) הספקת האבקה אפשרה לאקרית הטורפת להתבסס על צמחי פלפל בערבה ולהדביר את אקריות העיוותים. (ה) אב טיפוס של מכשיר לאסוף אבקה עבר בהצלחה מבחני שדה.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
מטרות המחקר הושגו. מינון נמוך של אבקה משפר את הביסוס והיעילות של אקריות טורפות אוכלות כול על צמחי פלפל ובזיל צעירים (לפני פריחה). בפלפל הדברה ביולוגית יעילה של אקרית העיוותים בתחילת העונה תאפשר הכנסה קלה יותר של אויבים טבעיים אחרים שעד כה לא הוכנסו בשלב זה בגלל שאריות חומרים. אב הטיפוס החדש לאיסוף אבקת פרחי תירס מבצע את פעולת האיסוף.
בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?
על מנת ליישם את תוצאות המחקר יש לשפר את האב טיפוס של המכשיר הרבצת אבקה הקיים או לייבא ולבחון מכשיר קיים בחו"ל כגון "E-Z Power Duster", Firman Pollen Company, Yakima WA USA.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פנטמים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
יהיה דיווח בכנס השנתי לאנטומולוגיה באוקטובר 2011.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
חסוי – לא לפרסם

Table 1. Chemical treatments, pollen spraying, and predator releases for autumn 2009

Experimental Treatment	Commercial	IPM	Pollen Once	Pollen/2 weeks
Chemical/Release				
Proclaim ¹	25-Aug 13-Sept 14-Oct 5-Nov 17-Nov	25-Aug		
Vertimec + EOS ²	1-Sept 3-Sept 17-Nov 2-Dec	1-Sept 3-Sept		
Heliogufrit ³	9-Sept 13-Sept 29-Sept 3-Oct 8-Oct 14-Oct 4-Nov	9-Sept 29-Sept 3-Oct 8-Oct 14-Oct 4-Nov	9-Sept 29-Sept 3-Oct 8-Oct 14-Oct 4-Nov	9-Sept 29-Sept 3-Oct 8-Oct 14-Oct 4-Nov
Tracer ⁴	24-Sept 2-Dec			
Mospilan ⁵	24-Sept 8-Oct 21-Oct			
Marshall ⁶	29-Sept 5-Nov			
Mite Clean ⁷	21-Oct 7-Dec 12-Dec			
Massi/Spider ⁸	9-Nov			
Flormite ⁹	30-Nov	30-Nov	30-Nov	30-Nov
Pollen			2-Sept	2-Sept 17-Sept 1-Oct 15-Oct
<i>Amblyseius swirskii</i>		14-Sept 17-Sept	3-Sept	3-Sept
<i>Phytoseiulus persimilis</i>		12-Sept	22-Oct	22-Oct

		17-Sept 24-Sept 1-Oct 20-Oct 2-Nov	2-Nov	2-Nov
<i>Orius laevigatus</i> 2 individuals/m ²		17-Sept 24-Sept 1-Oct 8-Oct 20-Oct 12-Nov	22-Oct 12-Nov	22-Oct 12-Nov

- 1 thrips, some mites
- 2 thrips and mites
- 3 primarily for powdery mildew, also kills broad mites
- 4 thrips
- 5 white flies, aphids
- 6 aphids and thrips
- 7 spider mites
- 8 spider mites
- 9 spider mites

Release rates:

Amblyseius swirskii was in a bran carrier which contained a prey mite and was applied at a rate of about 20/plant. *Orius laevigatus* was released as a population of adults and 5th instar nymphs at a rate of 2 individuals/m². *Phytoseiulus persimilis* was released in a carrier and applied at a rate of 20 individuals/m².