

**הכפלת התמורה למגדלי התירס ע"י שיווק אבקת הפרחים כמזון לאקריות או כמזון בריאות
ופיתוח מאספת יעודית**

**Doubling corn growers profits by marketing pollen as predators and health food
and development of a dedicated harvester**

שמואל גן-מור - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
אריק פלבסקי - מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער
בני רונן - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
קיסר אוהליאב - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
פיליס וינטראוב - מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת
אפרים צוקרמן - תחום גידולי שדה, שה"מ

Samuel Gan-Mor, The Institute of Agr. Eng., ARO, POB 6, Bet Dagan, 50250. E-mail
ganmor@agri.gov.il

Erik Palevsky, The Inst. Of Plant protection, ARO, Neve Ya'ar

Beni Ronen, The Institute of Agr. Eng. ARO, POB 6, Bet Dagan, 50250

Keisar Ohaliav, The Institute of Agr. Eng. ARO, POB 6, Bet Dagan, 50250

Phyllis Weintraub, The Inst. Of Plant protection, ARO, Gilat

Ephraim Tsukerman, Field crops, Shaham, Bet Dagan

***הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים**

חתימת החוקר  תאריך 27/2/2014

תוכן הענינים

1. תקציר
2. מבוא
3. מטרות המחקר
4. פרוט עיקרי הניסויים – שיטות וחומרים
5. פרוט עיקרי הניסויים – תוצאות
6. סיכום עם שאלות מנחות
7. ספרות

1. תקציר

אקריות טורפות המכונות 'אוכלות-כל' (Generalists) ניזונות מכמה סוגי מזון אבל אבקות של פרחים מסוימים עדיפות על רוב המזונות ומאפשרות גידול מהיר של האוכלוסייה. אקריות כאלה הן ה- *A. swirskii* ו- *E. scutalis* ועבורן מהווה אבקת פרחי תירס מזון טוב ומתאים להזנה בטבע ובמעבדה. במחקר מקביל נמצא שהוספת אבקת תירס על עלים של פלפל, אבוקדו ובזיליקום, באמצעות טכנולוגיה שפתחנו לשם כך, הגבירה את אוכלוסית האקריות הטורפות הנ"ל והקטינה את מספר האקריות המזיקות. השיטות הקימות לאיסוף אבקות פרחים המתאימות להזנת האקריות הטורפות הללו הן יקרות מאד ודורשות עבודה רבה. במחקר הנוכחי פותחה שיטה ומערכת לאסיף אבקת פרחי תירס ע"י נייעור התפרחת כך שחלקה הגיע אל מגש האיסוף, חלקה הגיע אל צלקות פרחי הנקבה וחלק נותר בפרח. במסגרת המחקר הנוכחי נבחנה התקשרות עם חברות המשווקות אבקת פרחים כתוספת לדבש, מכונה "פולן" (Pollen) במטרה להשתמש באבקה מהתירס אותה ניתן לאסוף כעת בעלויות נמוכות יחסית.

מטרת העבודה הנוכחית היא פתוח מערכת לאסיף והפקה של אבקת פרחי תירס לצורך הזנה וטיפול של אוכלוסיות אקריות טורפות ובהמשך גם כתוסף לדבש, זאת כדי להוזיל את המוצר מצד אחד ומצד שני להגדיל את התמורה למגדל התירס.

במשך השנה הראשונה נבנה אבטיפוס הכולל ראש איסוף לשורה אחת. ראש זה הותקן לנשיאה על גבי מזלג קידמי של טרקטור, כאשר המנשא מאפשר לטרקטור לנסוע בשולי השדה ולאסוף אבקה בשורה הראשונה, השניה או השלישית מהשוליים. בשנה השניה הותקנה מצלמה מעל ראש האיסוף דבר ששיפר את דיוק האיסוף, נמדדו תוצאות איסוף משופרות ותוכנן דגם משופר המתאים להתקנה על שלוש נקודות. בשנה השלישית נבנה ונוסה אב-הטיפוס מדגם II. לפי תוצאות הניסוי צפוי קצב אסיף ממוצע של כ- 5 ק"ג לחצי יום עבודה במערכת 3 ראשים והכנסה נוספת של כ- 90 דולר לדונם לאחר ניכוי כל ההוצאות. בניסויים לבחינת הפגיעה ביבול לא נמצאה כל ירידה ביבול קלחי התירס.

2. מבוא

אקריות טורפות מסוג *Amblyseius swirskii* משווקות באופן מסחרי בישראל, אירופה וצפון אמריקה כאויבים טבעיים לכנימת עש הטבק, תריפס ואקריות העיוותים. גידול ורדים ופלפל בבתי צמיחה נבחרו כגידולי מודל במסגרת מחקר מקביל המבוצע על ידי המחקרים להזנת אקריות טורפות בחממה. שני גידולים אלה סובלים ממספר מזיקים והאקריות לעיל מקובלות כאמצעי הדברה. ממועד השתילה ועד הפריחה קיים מחסור באבקה ובמחקר המקביל הוכח כי הוספת אבקת פרחי תירס באמצעות טכנולוגיה שפותחה למטרה זו גרמה לתזונה טובה והגברת האוכלוסיה של האקריות הטורפות והקטינה אוכלוסיות של אקריות מזיקות ומזיקים נוספים (Palevski et. al., 2010, Gan-Mor et. al., 2010). אבוקדו נבחר כגידול מודל נוסף עבור אקריות טורפת נוספת מסוג *Euseius scutalis* הניזונה גם היא היטב על אבקת פרחי תירס. אבקה שסופקה באמצעות הטכנולוגיה הנ"ל שיפרה את אוכלוסית האקריות הטורפות והפחיתה את אקריות האבוקדו, *Oligonychus perseae*.

שיטות האסיף הקימות של אבקות פרחים להזנת אקריות טורפות מחיבות עבודה רבה וגורמות לעלות גבוהה מאד של האבקה – למעלה מאלף דולר לק"ג. כדי לייעל את התהליך פותחו במחקר המקביל טכנולוגיה המשתמשת בטעינה אלקטרוסטטית ובהגברת לחות (Gan-Mor et al., 2010, 2003) וכן טכנולוגיה המשתמשת בחוט פשתן לפיזור האבקה וליצירת תנאים מתאימים לאקריות הטורפות. בכך הושג חסכון רב בכמויות החומר הנדרשות. מיכון אסיף האבקה המבוצע במסגרת עבודת מחקר זו צפוי להפחית את עלות האבקה בכמחצית ואפילו יותר ולשפר מאד את כלכליות ההזנה של האקריות הטורפות. על סמך התוצאות והידע (Gan-Mor et. al., 2009) הוחל בעבודת מחקר ופיתוח משותפת עם החברה הגדולה בארץ לייצור ושווק אויבים טבעיים ובאמצעותה גם עם חברות נוספות.

אבקת פרחים הנאספת ע"י דבורים משמשת בין היתר גם כתוסף מזון לדבש וכן משווקת בחנויות מזון בריאות תחת השם "פולן". האבקה הזו נחשבת למזון עשיר בויטמינים, מינרלים, הורמונים, חלבונים וחומרי הזנה נוספים ומשווקת כחומר להכנת תוספי מזון לטיפול באלרגיות, בהגדלת בלוטת הערמונית, באסטמה, בסרטן, בחוסר תאבון וכן לשיפור המערכת החיסונית ובעיות נוספות (Kroyer G. and N. Hegedus, 2001). אבקה זו מופקת בדרך כלל ע"י התקנת מלכודות אבקה בכניסה לכוורות דבורי הדבש. המלכודות מגרדות את צמידות האבקה מרגליהן של הדבורים הנכנסות פנימה. מאחר והדבורים מבקרות פרחים של צמחים שונים במועדים ומקומות שונים קיים שוני רב בין הגרגרים הנאספים במקומות ובתקופות שונות וכתוצאה מכך אחידות המוצר נמוכה מאד. ניסויים הראו שאבקה כזו אינה מתאימה להזנת האקריות הטורפות וכן קיים קושי בקבלת תוצאות אחידות בניסויים של תוספי מזון המשתמשים באבקות אלה למאכל אדם. גם האבקה שנאספת במלכודות האבקה נמכרת במחיר גבוה.

כמות גרגרי האבקה של תפרחות התירס גדולה בהרבה מהנדרש לצורך האבקה והפריה מיטביים ולשם קבלת יבול קלחים מיטבי, אלא אם נוצרים תנאי בצורת (Arritt et al., 2007; Klein et al., 2003). מאחר וגידול התירס בישראל מבוצע עם השקיה לכל אורך העונה לא צפויים תרחישים של עקות מים בגידול זה, לכן אסיף אבקת פרחי התירס באמצעות המאספת המכאנית לא צפוי לפגוע בהאבקה ובחנטה של תפרחות התירס ביבול הקלחים, אך להבטיח שלא יגרם נזק

ליבול נבחנת הנחה זו בעבודה הנוכחית.

העבודה הנוכחית מכוונת להוזלה משמעותית של אבקת פרחי התירס ע"י אסיף ממוכן וע"י כך לאפשר החדרת טכנולוגיה של שיפור אוכלוסיות אקריות טורפות בשדה. הוזלת האבקה תאפשר הגברת השימוש במוצר ה"פולן" כתוסף מזון ותביא תוספת תמורה גבוהה למגדלי התירס מבלי לפגוע ביבול.

3. מטרת המחקר

מטרת העבודה הנוכחית הינה פתוח מערכת לאסיף ממוכן והפקה של אבקת פרחי תירס שלא רוסס בחומרי הדברה רעילים, כדי להזין באבקה אקריות טורפות בחממה ובשדה, לטפח את אוכלוסיותיהן ולהדביר אוכלוסיות של מזיקים ללא חומרי הדברה. פיתוח הטכנולוגיה מיועד להביא גם להגדלת התמורה למגדל התירס, מבלי לפגוע ביבול, להפוך גידול זה לרווחי ביותר ולהרחבה של שטחי הגידול. הוזלת עלויות האבקה תאפשר הרחבה בשימוש באקריות טורפות והגברת השימוש במוצר ה"פולן" כתוסף מזון.

4. פירוט עיקרי הניסויים - שיטות וחומרים

שנה א' - בחינה של שיטות פוטנציאליות לאסיף אבקה, בחינה של: נגיפה, נעור במגע, כוחות גרר באמצעות יניקה של אויר, הפעלת כוחות גרר ונעור באמצעות סילוני אוויר. לאחר בחינת שיטות האסיף לעיל בחירת שיטות האסיף האופטימאליות ותכנון ובניה של ראש אסיף המשתמש בטכנולוגיית האסיף האופטימלית. השיטה האופטימאלית שנבחרה לניתוק הגרגר מהפרח היתה נגיפה מחזורית בתדר של 50 Hz כאופטימאלית לניתוק הגרגר מהפרח, כאשר הנגיפה מופעלת על בסיס התפרחת באמצעות מגשים רוטטים המשמשים גם לקליטת האבקה. הסעת האבקה על גבי המגשים בוצעה ע"י מישור משופע רוטט. ביצוע ניסויי שדה כאשר בתום האיסוף מבוצע ניפוי של האבקה ושקילת האבקה הנקיה. בחינה של נוחות העבודה ושל כמות האבקה הנאספת. ראש זה מוצג באיור מס' 1. המתקן מתחבר למזלג קידמי של טרקטור יעודי ומסוגל לאסוף אבקה מהשורה הראשונה או השניה או השלישית כמתואר באיור 2. ניסוי זה והבאים אחריו בוצעו בשדה תירס למאכל בקיבוץ שדה אליהו שגובהו נע בין 1.80 ל- 2.0 מטר. בכל ערוגה שתי שורות שהמרחק ביניהם 90 ס"מ, והמרחק בין מרכזי הערוגות היה 110 ס"מ. השדה נזרע במקביל לדרך עפר, דבר שאפשר איסוף אבקה כאשר הטרקטור נע מחוץ לשדה. הניסוי בוצע כאשר התחיל הזמן שבו ניתן היה לאסוף אבקה.

שנה ב' - שיפור אב-הטיפוס הראשון ע"י התקנת מצלמה מעל ראש האסיף ומניעת סתימות בזרימת האבקה במסועים ע"י ייבוש לרמה המונעת התגבשות לגושים תוך התקדמות משולבת עם המחקר המקביל של יישום האבקה בחממה ובשדה. שיפור אמינות המערכת ושיפור יעילות האסיף מהתפרחות. ייבוש ראשוני של האבקה הושג באמצעות אריג מאוורר שהותקן בקצות המגשים ושימש לקליטה ואחסון של המוצר בעת התנועה בשטח. בוצע המשך של ניסויי השדה ועל סמך הניסויים האלה תכנון אב-הטיפוס השני של מאספת אבקת פרחי התירס. תכנון המתקן מוצג באיור 3 כאשר החיבור הוא חיבור שלוש נקודות אוניברסלי כך שהמתקן מתחבר לזרועות

ההידראוליות של טרקטור סטנדרטי. איור 3 מראה מבט איזומטרי של תכנון בתוכנת solidedge של ההתקן לנשיאת ראשי האסיף. איור 4 מראה מבט איזומטרי של ההתקן כאשר זוג ראשי איסוף מותקן עליו. ייבוש ראשוני של האבקה הושג באמצעות סילוני אוויר שהותקנו בראש האיסוף ואריג מאוורר שהותקן בקצות המגשים ושימש לקליטה ואחסון של המוצר בעת התנועה בשטח. איור 5 מראה מבט איזומטרי של תכנון ראש האסיף המשופר. איור 6 מראה שרטוטי הרכבה בתוכנת solidedge של ראש האסיף המשופר. לראש האסיף הותקנו שני מגשי נייעור ו-2 יחידות של מנועים חשמליים עם משקולות אקסצנטריות ליצירת רטט. מפסק ההפעלה נמצא בתא נהג הטרקטור. מצלמת וידאו הותקנה מעל ראש הנייעור ומסך "7" הותקן בתא נהג הטרקטור. בוכנה הידראולית על המתקן אפשרה הגבהה והנמכה בנוסף לאלו של הזרועות ההידראוליות. באחורי כל מגש הוצמדו שקיות איסוף אבקה. זרוע המתקן באורך 5 מטר דבר שמאפשר לטרקטור לנסוע על הדרך בשולי השדה ולאסוף אבקת פרחי תירס מהשורה הראשונה ועד השורה השישית, כולל. ניתן לבצע אסיף בזמני ע"י כמה ראשים מכמה שורות. ההתקנים תוכננו לביצוע חקירה בשדה תירס כך שמהשורות השלישית עד השישית תיאסף האבקה, והשורות הבאות תוכלנה לשמש כמרווח או כביקורת. החקירה אינה מבוצעת על השורה הראשונה או השניה כדי להמנע מאפקטים של שולי השדה ומהסטה בדיוק המדידה.

התקן לנשיאה של ראשי האסיף שהותקן על הזרועות ההידראוליות של טרקטור סטנדרטי כדי איפשר הפעלה נוחה מהטרקטור שהיה זמין למשימה. ההתקן איפשר אסיף בו-זמני משתי שורות, כאשר הטרקטור נוסע על הדרך בשולי השדה ואוסף אבקת פרחי תירס מהשורות הקרובות לשולי השדה ועד לשורה השישית.

במחקר המקביל נבחנו בשנה זו השיטות להוספת אבקת הפרחים על הצמח וליצירת תנאים אופטימאליים להתרבות אוכלוסיית האקריות הטורפות. נבחנו מספר סוגי חבלים ונמצא סוג חבל אופטימאלי המשיג תוצאות טובות הן בקליטת אבקת פרחים עליו והן בקליטה ושמירה של הביצים של האקריות הטורפות. בכל טיפול של ניסוי התקנת אבקה על חבל הונחו חבלים על 8 עציצים של סולנום שחור. אוכלוסייה של בוגרים וזחלים של אקריות טורפות מסוג *A. swirskii* נ-
E. scutalis נספרה על הצמחים. הטיפולים היו עבור החרקים הנ"ל כאשר לכל אחד בוצע ניסוי עם ובלי אבקה. החבלים היו מנילון ומפוליפרופילן.

שנה ג' -

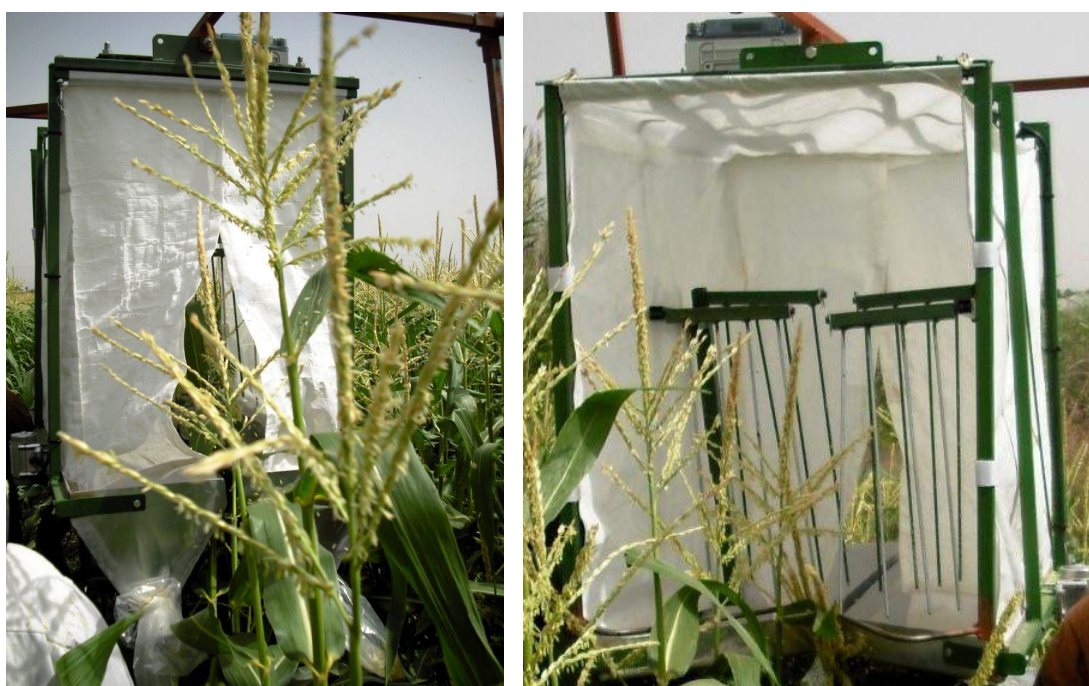
אב-הטיפוס שתוכנן ונבנה בשנה השניה לפי המפרט לעיל נבחן בניסויי שדה בשנה השלישית. איור 7 מראה את עבודת אב-הטיפוס השני. פרטי הניסוי היו כבשנים הקודמות ובנוסף נבחנו גם ההשפעה על יבול קלחי התירס. בתאריך 26/11/13 בוצע האסיף הראשון. אורך האסיף בכל שורה היה 380 מטר ומהירות הנסיעה היתה 4 קמ"ש. עקב תקלה בגידול בשורה 6 לא נאספה אבקה משורה זו ואיסוף האבקה בוצע מהשורות 3 ו-4. לצורך בחינת הפגיעה ביבול נבחנו שורה 4 כשורה שעברה טיפול של איסוף אבקת פרחי התירס, ושורה 5 נבחנו כשורת ביקורת. בכל שורה נבחרו חמישה מקטעים אקראיים, באורך של 10 מטר כל אחד, כאשר המקטעים בין השורות היו מקבילים. מכל מקטע נאספו 15 קלחים.

בשל חוסר תאום מספיק בוצע ריסוס בשדה ולכן האבקה לא התאימה להאכלת האקריות הטורפות אבל היא התאימה לניסוי הנוכחי ונמסרה לחברת ביו-בי לניפוי ולשקילה. בהמשך,

בתאריכים 28/11/13, 1/12/13 בוצעו איסופי אבקה נוספים משורות 3 ו-4. אזי בוצעו הניפוי והשקילה במכון להנדסה חקלאית.

5. פירוט עיקרי הניסויים - תוצאות

שנה א' - הניסוי לבחירת אמצעי הניתוק העדיפים אותם יש להתקין על ראש האסיף הראה כי הרעדה במרכז התפרחת באמצעות אצבעות מתכת וכן הרעדה בבסיס התפרחת באמצעות מגש רוטט משיגים ניתוק נאות של אבקה. יישום הממצאים הביא להתקדמות בפיתוח הטכנולוגיה לאסיף ממוכן ע"י שילוב של הרעדה במרכז התפרחת באמצעות אצבעות מתכת בנוסף להרעדה בבסיס התפרחת באמצעות מגש רוטט (איור 1). בהתאם לתוצאות הניסויים של אמצעי הניתוק נבנה ראש אסיף לשורה אחת והותקן על זרוע המחוברת לטרקטור (איור 2). לזרוע יכולת לשאת את ראש האסיף כך שיבצע איסוף מהשורה הראשונה, השנייה והשלישית מקצה השדה, בעוד הטרקטור נע בשולי השדה.



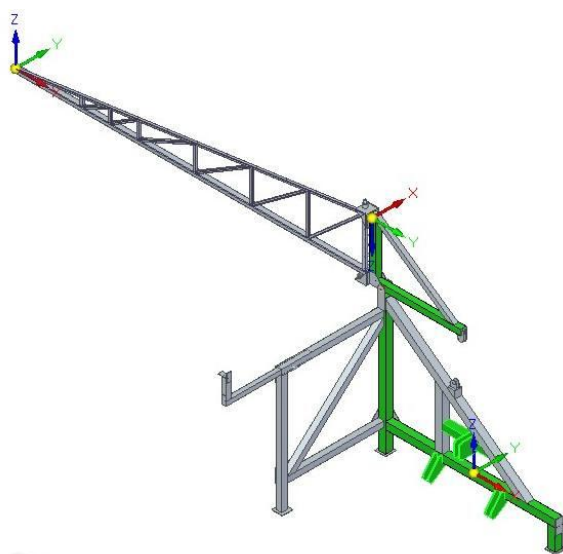
ציור 1 - ראש אסיף אופטימלי הכולל את הרכיבים היעילים ממגוון שיטות האסיף שנבחנו. במבט חזיתי של ראש האסיף (מימין) ניתן לראות את האצבעות הנוגפות ומנערות במרכז התפרחת ואת המגשים הרוטטים בתחתית התא. מבט אל עורף ראש האסיף (משמאל) מראה את פתח יציאת התפרחות ובתחתית המגשים את השקיות אליהן נאספת האבקה. על גבי התא מעליו מותקנת קופסת בקרה המפעילה מנועים חשמליים עם משקולות אקסצנטריות המותקנים בצידי המגשים מבחוץ וגורמים לתנודת המגשים.



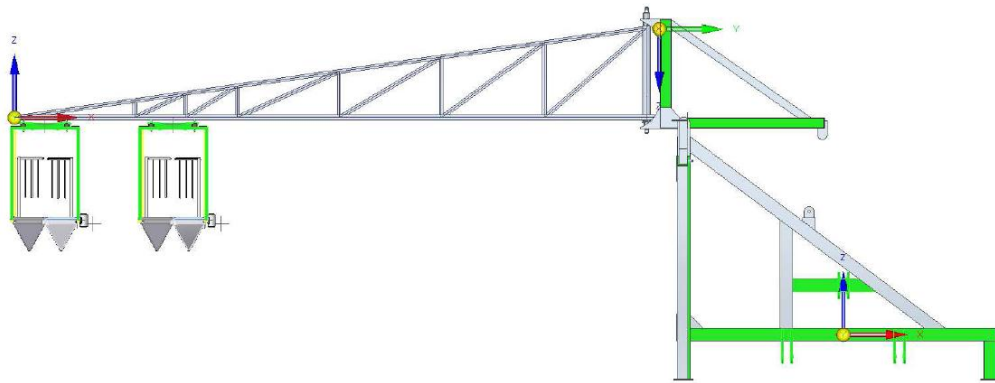
ציור 2 – מראה כללי של ראש האיסוף מותקן על טרקטור הנוסע לצד השדה ונושא את ראש האיסוף לאורך השורה בתוך השדה.

הניסויים עם אב-הטיפוס הראשון המותקן על טרקטור הראו שניתן לאסוף בין 30 ל- 100 גרם אבקה באורך שורה של כאלף מטר כאשר הספיקה תלויה בפוריות הצמחים. לא נמצאה פגיעה בהפריה של הצמח ונמצא כי מהירות הנסיעה האופטימלית היא כ- 3 קמ"ש. מהירות זו אפשרה איסוף של עד 250 גרם לראש לשעה באב-טיפוס זה. נושא ייבוש החומר ומניעת התדבקות נבחן ונמצא כי סילוני אוויר המופעלים בחלק העליון של ראש האיסוף מבצעים היטב את המטלה.

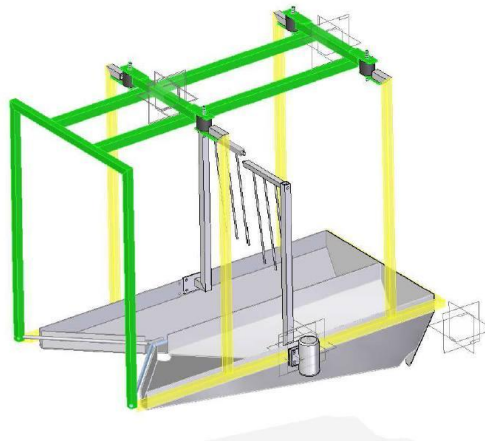
שנה ב' - בתחילת העבודה בשנה השניה בוצאו שיפורים במערכת כפי שפורט לעיל ובוצעו ניסויים שהיוו חזרה על הניסויים שבוצעו בסוף השנה הראשונה. תוצאות הניסויים היו דומות לאלו שהתקבלו בשנה הראשונה אולם נוחות ודיוק ההפעלה של המערכת היו משופרים. המשך העבודה הוקדש בשנה זו לתכנון ובניה של אב-הטיפוס השני ולליווי הניסוי המקביל של בחינת דרכים ליישום האבקה בשדה ולהאכלה של האקריות הטורפות.



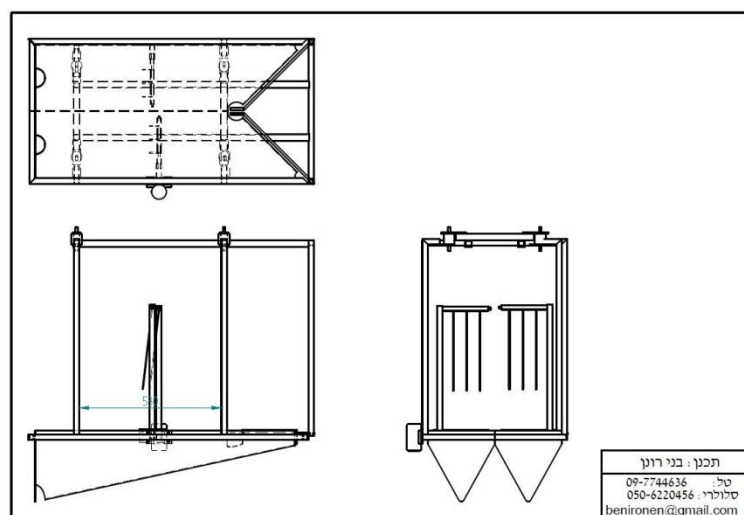
איור 3 – מבט איזומטרי של אבטיפוס של התקן לנשיאה של זוג ראשי אסיף של אבקת פרחי תירס על זרועות הידראוליות של טרקטור סטנדרטי.



איור 4 – שרטוט הרכבה של אב הטיפוס של התקן נשיאת ראשי האסיף של אבקת פרחי תירס.



איור 5 – מבט איזומטרי של אבטיפוס משופר של ראש אסיף, נגיפה מחזורית בתדר של 50 Hz משמשת לניתוק הגרגר משקיקי האבקה.

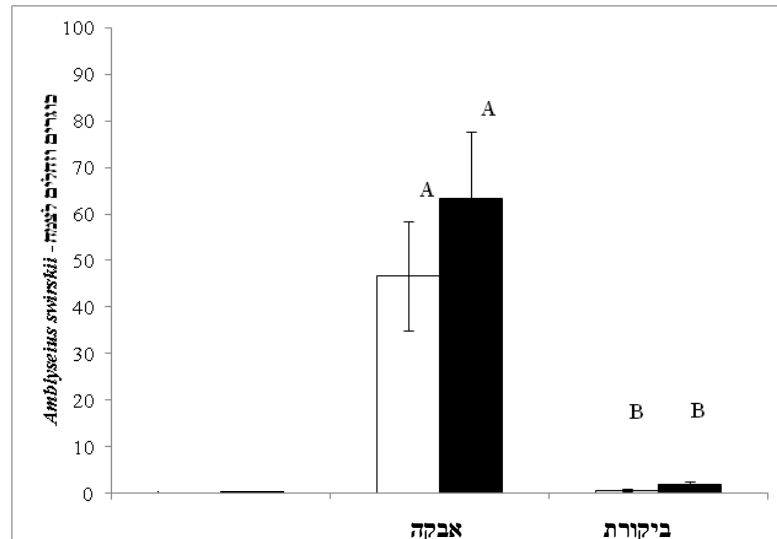


איור 6 – שרטוט הרכבה של אב הטיפוס של ראש האסיף המשופר של אבקת פרחי תירס.

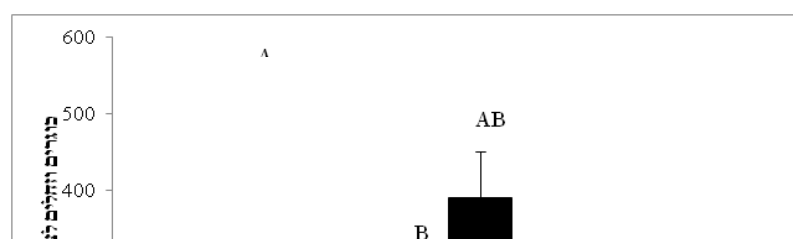


איור 7 – עבודת אב-הטיפוס השני כאשר הוא מותקן על טרקטור סטנדרטי.

תוצאות הוספת אבקת הפרחים על חבלים המונחים על הצמחים ומשמשים ליצירת תנאים אופטימאליים להתרבות אוכלוסיית האקריות הטורפות מוצגות באיורים 8 ו-9. נמצא שחבל הנילון השיג תוצאות טובות כך שהשפעתו על קליטת אבקת פרחים עליו ועל קליטה ושמירה של הביצים של האקריות הטורפות היו מיטביות. תוצאות ריבוי האוכלוסיה של האקרית *A. swirskii* הראו עליה במספר הפרטים עד למאות פרטים לצמח בעוד שהעליה באוכלוסיה של האקרית *E. scutalis* הגיעה לעשרות פרטים לצמח גם בטיפול עם החבלים מנילון וגם בטיפול עם החבלים מפוליפרופילן. בביקורת הגיע מספר הפרטים של שתי האקריות באותו משך זמן לכמות הקטנה בסדר גודל.



איור 8 – מספר ממוצע של זחלים ובוגרים של *Euseius scutalis* על צמחים עליהם הונח חבל מפוליפרופילן (עמודות לבנות) וחבל נילון (עמודות שחורות) – בטיפול הוספה אבקה לחבל ובביקורת לא.



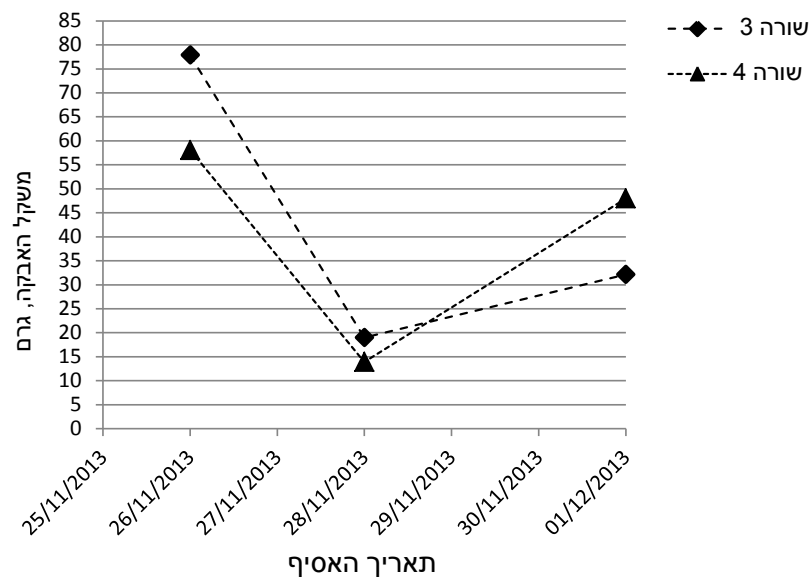
איור 9 – מספר ממוצע של זחלים ובוגרים של *Amblyseius swirskii* על צמחים עליהם הונח חבל מפוליפרופילן (עמודות לבנות) וחבל נילון (עמודות שחורות) – בטיפול הוספה אבקה לחבל ובביקורת לא.

שנה ג – תוצאות אסיף האבקה באמצעות אב-הטיפול השני מוצגות באיור 10. ניתן לראות שבמועד הראשון לאסיף נאספה כמות של 136 גרם אבקה משתי השורות. במועד השני לאסיף שבוצע לאחר 48 שעות מהאסיף הראשון נאספו 33 גרם אבקה משתי השורות. במועד השלישי שבוצע לאחר 72 שעות לאחר האסיף השני נאספו 80 גרם אבקה משתי השורות. נראה שיש כמה גורמים המשפיעים על כמות האבקה הזמינה לאסיף: הפרש הזמנים בין האסיפים, רמת הרוח שמפזרת את האבקה לפני האסיף, מועד האסיף יחסית להתחלת הפריחה וגורמים נוספים שאת השפעתם יש לחקור בניסוי נוסף. לפי הממצאים לעיל נאספה בשלושה אסיפים כמות של 249 גרם אבקה מאורך אסיף כולל של 2280 מטר. כלומר מק"מ שורה נאסף בממוצע 109 גרם. במהירות של 4 קמ"ש ניתן לאסוף עם שלושה ראשים שורות באורך כולל של 12 ק"מ. כלומר כ- 1.3 ק"ג לשעה או כ- 5.25 ק"ג בארבע השעות הנוחות לאיסוף. בעלויות הנוכחיות של האבקה מדובר בלמעלה מ- 5000 דולר לחצי יום ומכאן שעלות הכלי והעבודה זניחים, בעוד שתוספת ההכנסה מאד משמעותית.

תוצאות שקילת היבול באמצעות אב-הטיפול השני מוצגות בטבלה 1. מאחר ולא נמצא הפרש בין מספר הקלחים בכל מקטע בוצעה רק שקילה וניתוח ההפרש בין המשקל הממוצע לקלח בשני הטיפולים. שקילת היבול התבצעה כעבור 21 יום מסיום אסיף האבקה בהתאם למפורט בסעיף השיטות לעיל. מהטבלה עולה שסטיות התקן גדולות מההפרש בין התוצאות ומכאן שאין הפרש משמעותי בין התוצאות בשני הטיפולים. לא נצפתה פגיעה פיזית בקני התירס בעקבות מעבר המתקן בשדה.

מבחינת עבודת אב-הטיפול עולה כי המתקן לאיסוף אבקת פרחי התירס מבצע ביעילות את איסוף האבקה. מנועי הרטט, המגשים ואצבעות הניעור מבצעים את פעולת הניתוק וההסעה של האבקה בצורה טובה. ההתאמה לכל טרקטור סטנדרטי, פשטות ההרכבה וההפעלה של המתקן והעלות

הנוחה של המתקן יוצרים אפשרות שהוא יכול להמצא אצל החקלאי ואם הכמויות הנדרשות אינן גבוהות האיסוף האיסוף יכול להתבצע ע"י טרקטור הנע מחוץ לשדה התירס. יש לבצע ניסויים נוספים כדי למצוא תנאים אופטימאליים לאסוף, אך כבר בנתונים הנוכחיים מדובר בתוספת הכנסה גבוהה למגדל. רצוי לשפר את מערכת הטיפול באבקה ולבצע ניפוי וטיפול נוספים כבר על גבי המאספת.



איור 10 – משקל האבקה שנאספה (בגרמים) באמצעות אב-הטיפול השני, במועדים שונים ומשורות שונות, לאורך של 380 מטר בכל שורה ומהירות נסיעה של 4 קמ"ש.

טבלה 1 - השוואה בין משקל דגימה של 15 קלחים במקטעים בהם נאספה אבקה לאלו שבהם לא נאספה אבקה.

מס' דגימה	יבול בשורה בה נאספה אבקה	יבול בשורה ללא איסוף אבקה
1	4615	4210
2	4093	4257
3	4605	4084
4	4093	4086
5	4204	3848
משקל ממוצע	4322	4097
סטית תקן	266.8	158.6

6. סיכום התוצאות ותחשיב תוספת התמורה למגדלי התירס ע"י שיווק אבקת הפרחים

בהתבסס על הממצאים ניתן לבצע תחשיב מקורב של תוספת התמורה למגדלי התירס ע"י שיווק אבקת הפרחים. לפי הממצאים נאספה כמות של 249 גרם אבקה מאורך אסיף כולל של 2280 מטר. כלומר מאורך שורה של ק"מ נאסף בממוצע 109 גרם. בשטחים בהם רוחב השורה הוא 96 ס"מ נאסף 104.7 גרם מדונם. גם אם עלות האבקה תרד לכאלף דולר לק"ג הרי מדובר בתוספת הכנסה של כ- 100 דולר לדונם. מאחר ולפי התחשיבים לעיל בחצי יום עבודה נאספים למעלה מ- 5 ק"ג ניתן להניח כי עלות האסיף נמוכה מ- 10% של מחיר התוצרת. מאחר ולא נצפתה פגיעה באיכות וכמות היבול הרי שנותרת לחקלאי הכנסה נטו של כ- 90 דולר לדונם לאחר הפחתת כל ההוצאות. מבלי לקחת צד בויכוח על התחשיבים הנכונים של הכנסות החקלאי, זו תוספת המהווה הכפלה בהכנסה על פי כל תחשיב.

7. סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה :
המטרה העיקרית של המחקר הנוכחי הינה פתוח מערכת לאסיף ממוכן והפקה של אבקת פרחי תירס כדי להזין באבקה אקריות טורפות בחממה ובשדה, לטפח את אוכלוסיותיהן ולהדביר אוכלוסיות של מזיקים. פיתוח הטכנולוגיה יביא להגדלת התמורה למגדל התירס, מבלי לפגוע ביבול. הוזלת עלויות האבקה תאפשר הרחבה בשימוש באקריות טורפות והגברת השימוש במוצר ה"פולן" כתוסף מזון המשווק בדבש.
עיקרי הניסויים והתוצאות :
בשנה הראשונה נבחנו שיטות איסוף ונבנה אבטיפוס הכולל ראש איסוף לשורה אחת. ראש זה הותקן לנשיאה על גבי מזלג קידמי של טרקטור, כאשר המנשא מאפשר לטרקטור לנסוע בשולי השדה ולאסוף אבקה בשורה הראשונה, השניה או השלישית מהשוליים. בשנה השנייה הותקנה מצלמה מעל ראש האיסוף דבר ששיפר את דיוק האיסוף ולאחר שיפורים נוספים נמדדו תוצאות איסוף משופרות. נבחנה האפשרות להפקה של אבקה נקייה מהחומר שנאסף ולפיה תוכננו ונוסו סילוני אוויר והתקן אחסון המייבשים את האבקה בעת האסיף. במחקר מקביל פותחה טכנולוגיה משופרת להרבצת אבקת הפרחים על חבל וחיבורם לצמח ליצירת תנאים אופטימאליים להתרבות אוכלוסיית האקריות הטורפות 'אוכלות-כל' מסוג A. <i>swirskii</i> ו- <i>E. scutalis</i> . הטיפול הביא לעליה של למעלה מסדר גודל בכמות האקריות הטורפות. על סמך הממצאים לעיל תוכנן דגם משופר המתאים להתקנה על שלוש נקודות.
בשנה השלישית נבנה ונוסה אב-הטיפוס מדגם II ובניסויי אסיף נאספה כמות של 328 גרם אבקה לדונם בשלושה אסיפים. בנתוני הכלי שווה הדבר לקצב של 4 דונם לשעה לראש אסיף או כ- 5 ק"ג לחצי יום עבודה במערכת 3 ראשים. בניסויים לא נמצאה כל פגיעה בגידול ובפרט לא נמצאה כל ירידה ביבול קלחי התירס. מכאן שנותרת לחקלאי הכנסה נטו של כ- 90 דולר לדונם לאחר הפחתת כל ההוצאות. זו תוספת המהווה הכפלה בהכנסה על פי כל תחשיב.

מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח? תוצאות הניסויים הראו שאסיף ממוכן של אבקת תירס באמצעות הטכנולוגיה והמערכת שפותחו מפיק כמויות גדולות של אבקת תירס שיכולות להביא לתמורה נוספת גבוהה מאד למגדל התירס תוך השקעה נמוכה ביותר. הכמויות הנאספות הן בכמות המאפשרת הורדה של עלויות המוצר והרחבת השימוש בו הן למטרות של הגברת האוכלוסיה של אקריות טורפות אוכלות כל והן לשימוש במוצר ה"פולן" כתוסף מזון המשווק בדבש. שיפור תהליך הוספת האבקה על הצמח, באמצעות טכנולוגיה של הנחת חבל עם אבקה על הצמח, הביא לשיפור בתנאי ההזנה והמחיה של האקריות הטורפות ולהגברה בסדרי גודל של אוכלוסיתן. מכאן שמטרות המחקר המפורטות לעיל הושגו ברמה טובה.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שונתה לביצוע תוכנית המחקר? המטרות שהוצבו לביצוע התוכנית הושגו וכדי ליישם את הטכנולוגיה בהקדם יש לבצע ניסויים נוספים כדי למצוא תנאים אופטימאליים לאסיף. נראה שרצוי לשפר את מערכת הטיפול באבקה ולבצע ניפוי וטיפולים נוספים כבר על גבי המאספת.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח (פרסומים):
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
לפרסם ☐
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? לא ☐

8. ספרות

- Arritt, R. W., C. A. Clark, A. S. Goggi, H. Lopez Sanchez, M. E. Westgate, J. M. Riese, 2007. Lagrangian numerical simulations of canopy air flow effects on maize pollen dispersal. *Field Crops Research* 102: 151–162
- 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.
- Gan-Mor, S., S. Pivonia, A. Mizrach, B. Ronen, P. Weintraub, (2010). A new technology for application of freshly emulsified botanical pesticides. *The Association of Applied Biologists - International Advances in Pesticide Application 2010, Cambridge, UK*.
- Gan-Mor, S., E. Palevski, B. Ronen, (2009). A device and a method for pollen application for enhancing biological control. *US patent application* No. 61/129,586
- Klein, E.K., Lavigne, C., Foueillassar, X., Gouyon, P.H., Laredo, C., 2003. Corn

- pollen dispersal: quasi-mechanistic models and field experiments. *Ecological monographs* 73, 131–150.
- Kroyer G., N. Hegedus, 2001. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2 (3) 171-174.
- Palevsky, E., Y. Maoz, S. Gal, Y. Abrahams, S. Gan-Mor, M. Coll & Y. Argov (2010). pollen provisioning enhances euseius populations and improves biological control in avocado and citrus. *XIII International Congress of Acarology*. Recife, Pernambuco, Brazil