

הדברה משולבת ידידותית של עש התפוח
חיים ראובני, לוטס אזולאי, זאב פרקש

תקציר

עש התפוח הוא מזיק מפתח המאיים באופן קבוע על יציבות הממשק הידידותי במטעי התפוח, דבר המחייב נקיטת אמצעים יעילים לניטור וזיהוי הופעתו במוקדים, עוד בטרם התפשט ברחבי המטע. כיום, מבוססת הדברת עש התפוח על שיטת בלבול הזכרים ויישום הבלבול באופן אזורי, בשטחי גידול רציפים תורם לשמירה על רמה נמוכה של האוכלוסיה. במקרים שבהם נצפתה עלייה באוכלוסיה במוקדים, נדרש לתגבר את ההדברה עם קוטלי חרקים בדור הראשון. הדברה יעילה של המזיק בדור הראשון מגבילה מאוד את התפתחות האוכלוסייה בדורות הבאים בהמשך העונה.

בשני העשורים האחרונים נבדקו באופן שגרתי אמצעים חדשים לניטור ולהדברת עש התפוח עם קוטלי חרקים ובשיטת בלבול הזכרים. מלכודות הניטור הרגילות, הכוללות נדיפית טעונה עם 1 מ"ג פרומון (למשיכה של זכרים), מאבדות מייעילותן בממשק של בלבול זכרים. נדיפיות מתוגברות (10 מ"ג פרומון) ונדיפיות המכילות נדיפים צמחיים (Pear Ester), היכולות למשוך את שני הזוויגים, לא שיפרו את הלכידה. המסקנה העיקרית היא, שברמת אוכלוסיה נמוכה פוחת חשיבותן של המלכודות כאמצעי לניטור האוכלוסיה וצריך למקד את המעקב אחר התפתחות האוכלוסיה לפי רמת הנזק בפרי. לפי בדיקת הנזק בפרי בצמרת העץ ניתן לזהות הופעה של עש התפוח במוקדים ולטפל בהם נקודתית, עוד בטרם התפשטה האוכלוסיה במטע.

תכשירי ההדברה שנבדקו כללו קוטלי חרקים צרי טווח מהדור החדש ויעילותם היתה מוגבלת. עובדה המצביעה על החשיבות הקיימת לגוון את אמצעי ההדברה בממשק של עש התפוח ולא להתבסס על שיטה אחת. בבדיקה של אמצעים חדשים של שיטת בלבול הזכרים נמצאו רמזים לאפשרות לצמצם את כמות הפרומון בשטח ולשחררו רק בחצי השני של היממה, בהתאמה להתנהגות המינית של העשים בשעות הערב, בהשוואה לשיטה הנפוצה כיום עם נדיפיות המשחררות עודף פרומון במשך כל היממה.

כאשר מתגלים כישלונות בהדברת עש התפוח, נובע הדבר בעיקר מהדברה לקויה של הדור הראשון, בין היתר, מהסיבות הבאות: (1) חדירה של המזיק ממטעים ופונדקאים שכנים בהם ההדברה לקויה, (2) יעילות נמוכה של שיטת בלבול הזכרים כתוצאה מהסעת הפרומון על ידי הרוח או במטעים משופעים, (3) תיזמון שגוי של מועד הצבת הנדיפיות לבלבול אוו מיקום הנדיפיות אינו בצמרת העץ, (4) שימוש בקוטלי חרקים בעלי יעילות נמוכה ותיזמון שגוי של ההדברה בדור הראשון. כדי לשפר את ההדברה נדרש לנקוט, בין היתר, בפעולות הבאות: (1) יישום אזורי של שיטת הבלבול בשטחי גידול רציפים, (2) במטעים עם משטר רוחות קבוע נדרש להגביל את הסעת הפרומון על ידי שוברי רוח, (3) את הטיפול עם קוטלי חרקים צריך לתזמן למועד הופעת דרגות המטרה. רעלי מגע יתוזמנו למועד הופעתם של הבוגרים והזחלים לפני שחדרו לפירות ורעלי קיבה (כגון: מגחיים ותכשירי ווירוס) למועד הופעת הזחלים לפני שחדרו לפירות. כמו כן, נדרש לצופף את הטיפולים עם קוטלי חרקים בדור הראשון, כדי להבטיח כיסוי מיטבי של הנוף, בכל התקופה שבה דרגות המטרה פעילות וחשופות. (4) שיטת הניטור העיקרית היא על ידי בדיקת הנזק בפרי בצמרת העץ. את הניטור צריך לבצע כחלק משגרת הטיפולים למזיק ובעיקר בתום הדור הראשון ובקטיף. גילוי מוקדם של התפתחות אוכלוסיית עש התפוח במוקדים יאפשר טיפול מקומי נקודתי עוד בטרם התפשט המזיק במטע. הטיפול המקומי יכול סניטציה של פרי נגוע ואם השטח גדול ניתן לשלב קוטלי חרקים, בהתאם לדרגות המטרה החשופות לפי הצטברות ימי מעלה, המאפשרים מעקב אחר התפתחות הדרגות השונות באוכלוסיה. כך, ניתן לשמור על רמה נמוכה של אוכלוסיית עש התפוח באופן קבוע ולאורך זמן ולהפחית את הסיכויים להתפרצותה בעתיד.

עש התפוח (*Cydia pomonella*) הוא מזיק מפתח במטעי התפוח. פונדקאים חשובים אחרים בארץ הם: אגס, חבוש ואגוז המלך. בשני העשורים האחרונים מבוססת הדברת עש התפוח על שיטת "הפרעת הזיווגים" (mating disruption), המוכרת בארץ בכינוי "בלבול זכרים". המוצרים המסחריים העיקריים ליישום של שיטת הבלבול הם נדיפיות "אל-עש" (חוטים) וציקמייט (פציים). השיטה תורמת להפחתה ברמת האוכלוסייה וביישום אזורי רב-שנתי היא יעילה לשמירה על רמה נמוכה של האוכלוסייה. ההגדרה המתאימה ל"רמה נמוכה של האוכלוסייה", היא: אי-לכידה של בוגרים במלכודות הניטור (עם נדיפיות הטעונה עם 1 מ"ג פרומון), במשך שתי עונות רצופות ונזק אפסי בפרי בשני הקטיפים האחרונים. את הנדיפיות לבלבול צריך להציב בצמרת העץ, מיד עם הופעת הבוגרים הראשונים של הדור הראשון של עש התפוח, בצפיפות של 50 יחידות לדונם. הן משחררות פרומון באופן לינארי במשך כ- 100 ימים כך, שהדבר מגביל את התפתחות האוכלוסייה בדור הראשון. הדברה יעילה של הדור הראשון מגבילה מאוד את התפתחות האוכלוסייה בדורות הבאים בהמשך העונה. במקרים שבהם נמצא נזק בפרי בקטיפי האחרון או שמתקבלות לכידות של בוגרים בדור הראשון, כתוצאה מהתפתחות האוכלוסייה המקומית או מחזירה של פרטים ממטעים שכנים, נדרש לתגבר את ההדברה בדור הראשון עם קוטלי חרקים. לאחרונה, הוכנסו לשימוש קוטלי חרקים חדשים (מקבוצת הניאוניקוטואידים ומקבוצת חדשות אחרות) כתחליף לתכשירים הוותיקים (בעיקר זרחנים אורגנים). לרוב, תכשירי ההדברה מ"הדור החדש" הם צרי טווח, בהשוואה לתכשירים הוותיקים ולפיכך, נדרש לבחון בהקפדה את רמת יעילותם ולתזמן את היישום לדרגת המטרה המתאימה באורח חייו של המזיק. כאשר מתקבלים כישלונות בהדברת המזיק לאחר השימוש עם קוטלי חרקים, נובע הדבר לרוב כתוצאה של פחיתה ביעילותם על רקע התפתחות עמידות של עש התפוח לתכשירים. נציין, שנושא התפתחות העמידות לתכשירים הוא הגורם העיקרי לצורך בגיוון אמצעי ההדברה ולהתפתחות ממשק ההדברה המשולבת (IPM).

כדי לשמור על רמה נמוכה של אוכלוסיית עש התפוח במטע ולמנוע את הצורך בתגבור ההדברה עם קוטלי חרקים, נדרש לבצע ניטור שיתריע על האפשרות של עלייה ברמת האוכלוסייה במוקדים. שיטות הניטור העיקריות מבוססות על שימוש במלכודות ללכידת בוגרים ובדיקת הנזק בפרי במהלך העונה ובקטיפי. הפיתיון במלכודות מבוסס על חומרי ריח נדיפים המושכים את הבוגרים (אותות כימיים Semiochemicals). חלק מהחומרים מופרשים על ידי הבוגרים עצמם לצרכי תקשורת והזדווגות בתוך המין (Pheromones) וחלק מופרשים מהפונדקאי הצמחי (Kairomones) וגורמים למשיכה של שני הזוויגים, בין היתר, לצרכי הזנה והטלת ביצים. לרוב, במטעים שנוקטים בשיטת הבלבול הזכרים לא מתקבלות לכידות של זכרים במלכודות ניטור עם נדיפיות רגילות (הטעונות 1 מ"ג פרומון) וזה למעשה הסימן הראשון המצביע על יעילות הבלבול. העובדה שהמלכודות אינן לוכדות מעידה על כך שרמת האוכלוסייה נמוכה ונדרש לפתח אמצעים אחרים לניטור. עובדה זאת הובילה לפיתוח של מוצרים חדשים לניטור הכוללים, בין היתר, נדיפיות עם כמות גדולה יותר (פי-10) של פרומון ונדיפיות הטעונות עם נדיפים צמחיים (למשל מעצי אגס pear ester) היכולים למשוך גם זכרים וגם נקבות. לעובדה זאת חשיבות רבה שכן, על ידי משיכה של נקבות ניתן גם לבדוק את מצב פוריותן ולקבוע את יעילות הבלבול. נציין, שנדיפיות הטעונות בנדיפים צמחיים אינן יעילות לניטור בשטח שבו נמצא הפונדקאי הצמחי המקורי (במקרה לעיל מטעי האגס) מהסיבה הפשוטה שהשטח רווי בנדיפים אלו.

במקביל למחקר שעוסק בפיתוח אמצעים לניטור בממשק של בלבול, פותחו מוצרים חדשים לשיפור שיטת הבלבול. במוצרים אלו נעשה ניסיון להפחית את כמות הפרומון המפוזרת בשטח ולקטין את משך זמן הפיזור ביממה. וזאת בהנחה, שכמות הפרומון המשוחררת על ידי נקבה היא נמוכה בהרבה מזאת המשוחררת על ידי הנדיפיות המסחריות וכן, פעילות ההזדווגות של העשים מתרחשת בשעות הערב ופיזור הפרומון ביום נחשב לבזבוז.

בעבודה זאת מרוכזים תוצאות מחקרים שנערכו לבדיקת יעילותם של אמצעים לניטור והדברה של עש התפוח. מטרתם העיקרית של מחקרים אלו היתה לקבוע את תרומתם ויעילותם של האמצעים השונים להגביל את התפתחות האוכלוסייה של עש התפוח. בחינה מתמדת של אמצעים שונים המופיעים בשוק מאפשרת, בין

היתר, לקבוע גם את יעילותם של האמצעים הוותיקים שכלפיהם נערכת ההשוואה ובכך, לרענן ולקבוע את הממשק הטוב ביותר לעש התפוח כפי שקיים בחזית הידע.

ב. חומרים ושיטות

1.1. בדיקת יעילותם של תכשירי הדברה

הניסויים לבדיקת יעילותם של תכשירי הדברה נערכו בתנאים מבוקרים במעבדה ובמטע ובניסויים מסחריים במטע. בניסויים מבוקרים במעבדה נחשפו זחלים של עש התפוח בדרגה ראשונה לפירות מנותקים (תמונה 1, למעלה) שרוססו במטע והוסרו מהעצים לאחר התייבשות התרסיס או יממה לאחר הריסוס. בניסויים מבוקרים במטע נחשפו נקבות מזווגות של עש התפוח לפירות מכויסים על עצים שרוססו במטע (תמונה 1, באמצע). יעילות הטיפול נקבעה לפי רמת הנזק בפרי ושיעור התמותה של הזחלים. בניסויים מסחריים במטע נערכה הבדיקה בחלקות תצפית שרוססו בתכשיר בהשוואה לחלקות בטיפול משקי ויעילות הטיפול נקבעה לפי רמת הנזק בפרי (תמונה 1, למטה).

נערכה השוואה בין יעילותם של קוטלי מגע וותיקים ורחבי טווח מקבוצת הזרחנים האורגניים, מעכבי אצטיל כולין אסטראז (כגון: כותניון ופנקאפ M) לבין תכשירים צרי טווח בעלי מנגנוני פעולה שונים, כגון: 1) תכשיר ביולוגי "קרפווירוסין" או "Madex" המכיל וירוס (Granulovirus - CpGV) שפוגע באופן ספציפי בזחלי עש התפוח, אינו פוגע באורגניזם שאינם מטרה להדברה ומתאים לשימוש בממשק של הדברה משולבת. התכשיר פועל כרעל קיבה ונדרש לכן לתזמן את השימוש בו לדרגות הזחל לפני שחדרו לפירות. כיוון שלתכשיר מיוחסת תכונה של יכולת להפחתה באוכלוסיית עש התפוח כתוצאה מהדבקה חוזרת של פרטים בדור השני והשלישי, נבדקה יעילותו בהשוואה לשיטת בלבול הזכרים שהוכחה כשיטה יעילה להפחתה ולשמירה על רמה נמוכה של אוכלוסיית עש התפוח. 2) תכשירים מקבוצת מווסתי גידול חרקים כגון: "רימון" (Novaluron) "מץ" (Lufenuron) וקסקייד (Flufenoxaron) הפועלים כמעכבי סינתזת כליטין והתכשיר "ראנר" (Methoxyfenozide) מחקה הורמון ההתנשלות. תכשירים מקבוצה זאת פועלים כרעלי קיבה ונדרש לתזמן את השימוש במ לדרגות הזחל לפני שחדרו לפירות. 3) "קורגן" (Chlorantraniliprole) מקבוצה חדשה (Anthranilic diamide), פועל כרעל מגע וקיבה ונקשר לקולטני Ryanodine בתאי השריר של חרקים. כתוצאה מכך, חל שחרור בלתי מבוקר של סידן בתאי השריר הגורם לשיתוק, הפסקת אכילה ומוות. כרעל מגע הוא מתאים גם להדברת בוגרים וגם להדברת זחלים לפני חדירתם לפירות. 4) "קליפסו" (Thiacloprid) מקבוצת הכלורוניקוטיניל (Chloronicotinyl) המוכרת גם בשם ניאוניקוטנואידים (Neonicotinoid). תכשירים בקבוצה זאת פועלים במערכת העצבית וחוסמים את הרצפטור לאצטיל כולין. התכשיר סיסטמי ופועל כרעל מגע וקיבה ומתאים לכן, גם להדברת בוגרים וגם להדברת זחלים לפני ואחרי חדירתם לפירות. 5) התכשיר "ביסקיה" מכיל את אותו חומר פעיל של התכשיר קליפסו, בשילוב שמן המשפר את חדירתו ומשך זמן פעולתו. 6) "מוספילן" (Acetamprid), תכשיר סיסטמי מקבוצת הניאוניקוטנואידים הפועל כרעל מגע וקיבה.

2.2. בדיקת יעילותם של אמצעים ל"בלבול זכרים"

הניסויים לבדיקת יעילותם של אמצעי בלבול שונים נערכו במטעים מסחריים בהשוואה למוצרים המסחריים מסוג "אל-עש" (חוטים) במינון של 50 נדיפיות לדונם או "צ'קמייט" (פצייס) במינון של 35 נדיפיות לדונם. בניסויים אלו נבדקו מוצרים שונים המבוססים על טכניקה לצמצום כמות הפרומון, כגון: 1) פרומון בתוארית מיקרוקפסולרית CM-F המיושם בריסוס. 2) מתקני "Exosex" המכילים תערובת של פרומון עם אבקה אינרטי בעלת תכונות אלקטרוסטטיות (EntoStatTM powder). זכרים הנמשכים אל המתקן יוצאים ממנו שלגופם מוצמדת האבקה והם משמשים כמפיצי הפרומון בסביבה ובכך נמנע מפגש אמיתי בין הזוויגים. 3) מתקני "Puffer" המוצבים בשטח מעל צמרות העצים, בצפיפות של מתקן אחד ל-5 דונם ומבוססים על פיזור הפרומון בעזרת זרמי האוויר. הפרומון משוחרר מהמתקן בפולסים במרווחים של 15 דקות, במחצית השנייה של היממה (05:00-17:00). הניסויים לבדיקת יעילותם של אמצעי הבלבול השונים נערכו על רקע

הטיפוליים השגרתיים במטע עם קוטלי חרקים, להדברת עש התפוח בדור הראשון ומזיקים אחרים בעונה. יעילות הטיפוליים נקבעה לפי רמת הלכידה במלכודות IPS עם נדיפית ישראלית הטעונה עם 1 מ"ג פרומון ומקובלת לניטור בטיפול המשקי ולפי שיעור הנזק בפרי בתום הדור הראשון ובקטיף. לצורך המעקב אחר הלכידה הוצבו שלוש מלכודות בכל טיפול, הן נבדקו אחת לשבוע והנדיפיות הוחלפו אחת לחודש. לצורך קביעת שיעור הנזק בפרי נבדקו בתום הדור הראשון של עש התפוח (לרוב, תחילת חודש יולי), כ-150 פירות על העץ בעשרה עצים אקראיים בכל זן, מתוך שני הזנים העיקריים בחלקת הניסוי. במועד הקטיף נקטפו כ-100 פירות מהצמרת של עשרה עצים אקראיים, בזן מקדים (גאלה או זהוב) ובזן מאוחר (גרניסמיט או פינק ליידי) והם נבדקו על שולחן המיון בשדה.

3.3. בדיקת יעילותם של אמצעים לניטור עש התפוח בממשק של "בלבול זכרים"

הניסויים לבדיקת יעילותן של נדיפיות שונות לניטור עש התפוח נערכו במטעים מסחריים בממשק של בלבול זכרים (למעט, אם צוין אחרת – טבלה 3). המלכודות הוצבו על העצים בשורה אחת במטע, בגובה של כ-2 מטר מהקרקע, במרחקים של כ-25 מטר ביניהן, בחמש חזרות ובמבנה של בלוקים באקראי. הן נבדקו אחת לשבוע והנדיפיות הוחלפו אחת לארבעה שבועות. לאחר כל בדיקה הועברה המלכודת בסבב לתחנה הבאה בבלוק כדי למנוע את השפעת המיקום על רמת הלכידה. בניסויים אלו נערכה השוואה של סוגי נדיפיות שונות שהוצבו במלכודות עם תחתית דבק או במלכודת יבשה מסוג IPS עם רעלן המכיל דיויפאן (DDVP) לקטילת הפרטים שחדרו למלכודת (תמונה 2). מקור הנדיפיות שנבדקו היה מחברות מסחריות שונות וחלקן טעונות בפרומון בכמות של 1 או 10 מ"ג למשיכת זכרים או בפיתיון שמקורו ממיצוי של עצי אגס (Pear Ester) שמתאים למשיכה של שני הזוויגים. שתי האחרונות יוצרו במיוחד במטרה לשפר את אמצעי הניטור של עש התפוח על רקע של ממשק בלבול הזכרים.

4.4. ניתוח סטטיסטי

ניתוח סטטיסטי נערך בתוכנת JMP וממוצעים המלווים באותיות לועזיות שונות נבדלים בניהם לפי מבחן Tukey ברמת מובהקות $P < 0.05$. לתוצאות באחוזים נערכה הסבה מסוג arcsin לשורש היחס בין מספר הפירות שנפגעו או מספר המתים לבין סך הפרטים שנבדקו. לתוצאות הלכידה נערכה הסבה של שורש הביטוי (מספר הפרטים במלכודת + 0.5). לא נערכו ניתוחים סטטיסטיים בניסויים שהיו כתצפיות בלבד וללא חזרות.

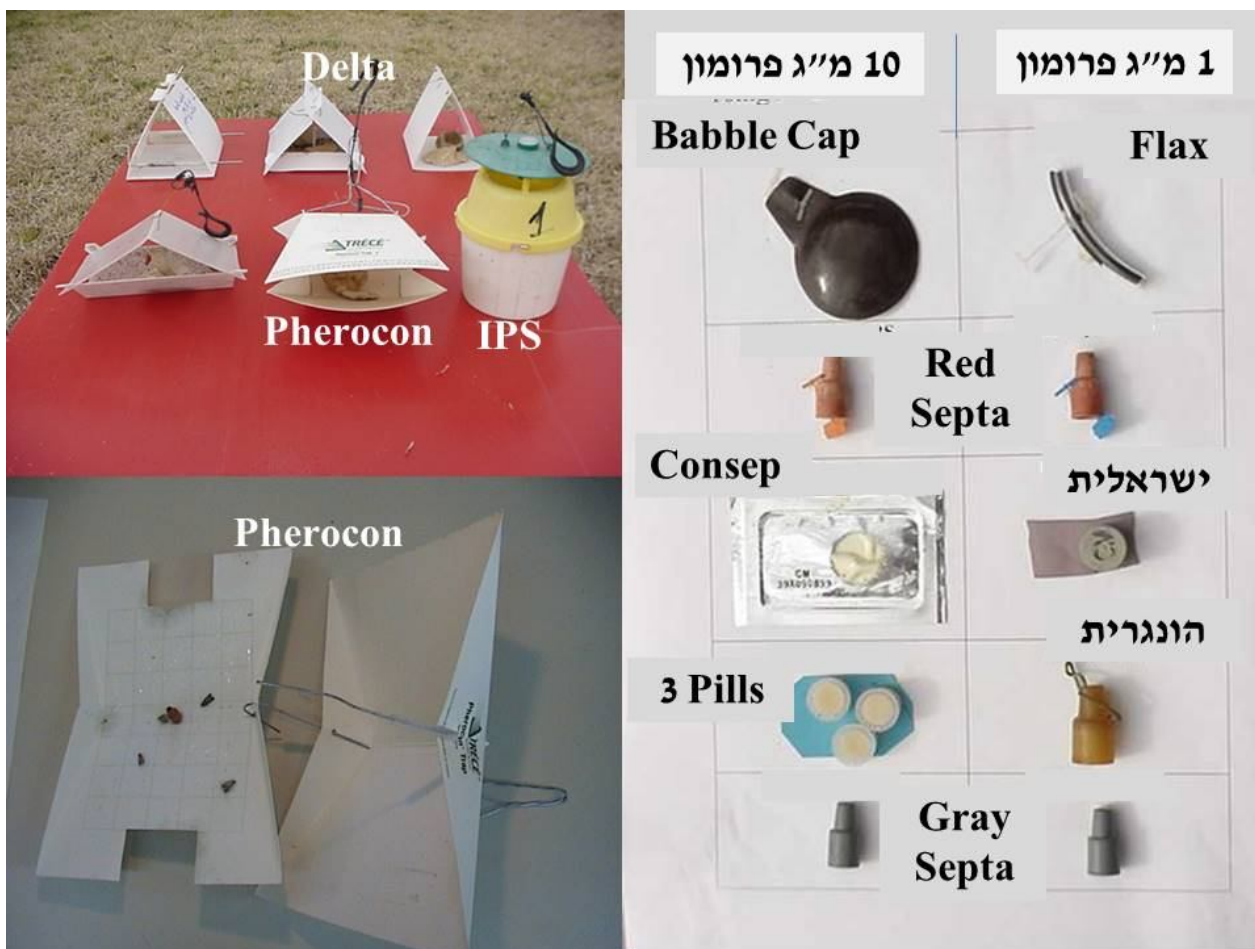
ג. תוצאות ודיון

1.1. יעילותם של תכשירים להדברת עש התפוח

תוצאות הניסויים לבדיקת יעילותם של תכשירים להדברת עש התפוח מפורטים בטבלה 1 ובאיור 1. באופן כללי, כאשר מתייחסים לשיעור הנזק בפרי ניתן לראות שנגרם נזק גבוה בחשיפה של זחלים לפירות שרוססו עם תכשירים הפועלים כרעלי קיבה בלבד, כגון: תכשירי וירוס ומגחי"ם. שיעור הנגיעות בפרי בחשיפה לתכשירים הפועלים גם כקוטלי מגע (כגון: זרחנים אורגנים, פירתרואידים, ניאוניקוטנואידים) היה נמוך ומלמד על יעילותם של התכשירים בקטילת הזחלים עוד לפני שנגרם נזק בפרי. אמנם, שיעור הנגיעות הנמוך בפרי ושיעור התמותה הגבוה מצביעים על יעילותם של קוטלי המגע אך, ניתן היה לצפות לתוצאות טובות יותר על רקע יישום התכשירים בריכוז שדה במערכת סגורה. העובדה שלא כך קרה, מלמדת שיעילותם של התכשירים בשימוש מסחרי בתנאי שדה נמוכה. זאת המשמעות שמייחסים לאמירה של "התפתחות עמידות של המזיק לתכשירים" שכן, היא מתבטאת בפחיתה ביעילות ולא בעמידות מוחלטת לתכשירים. זאת גם הסיבה העיקרית לחשיבות שיש בגיוון אמצעי ההדברה לפי הגישה המקובלת של שיטת ההדברה המשולבת. בהקשר זה, יישום שיטת בלבול הזכרים בשילוב עם קוטלי חרקים היא חלק מהאסטרטגיה ונדרש לחקור ולשלב

תמונה 1. תיאור שיטת הניסויים לבדיקת יעילות תכשירים להדברת עש התפוח בתנאים מבוקרים במעבדה ובמטע. (למעלה – פירות מנותקים לאחר ריסוס במטע, אליהם הוצמדו כלובים ובכל כלוב הונח זחל של עש התפוח. באמצע – פירות מכויסים בשרוולים לאחר ריסוס במטע, לכל שרוול הוכנסו נקבות מזווגות של עש התפוח, למטה – חדירה של זחל עש התפוח לפרי, בניסויים במטע מסחרי).



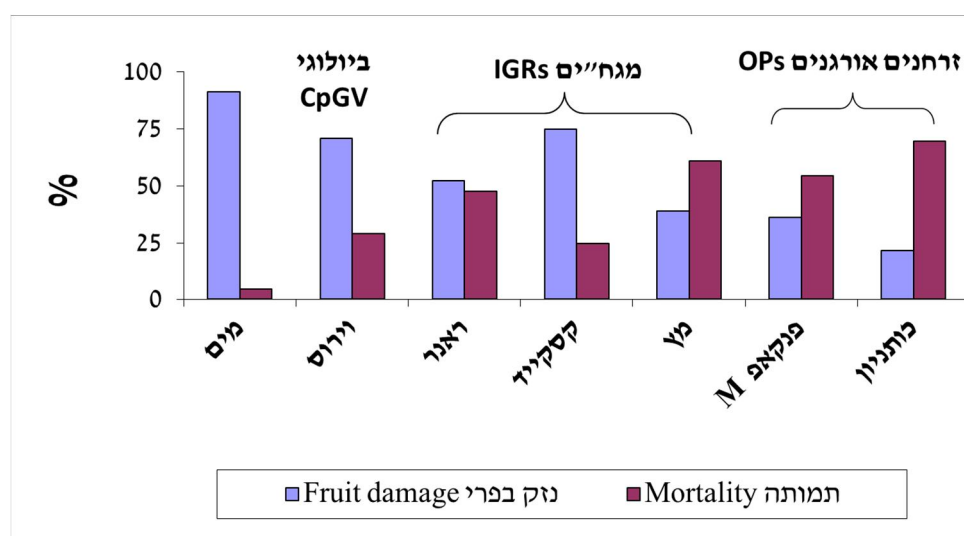


אמצעים נוספים. עדיף במקרה זה שקוטלי החרקים שבהם נעשה שימוש יהיו בררניים ולא יפגעו באויבים טבעיים ובמי שאינו מטרה להדברה. אחת הדוגמאות לכך היא הפיתוח של תכשיר הווירוס כמוצר ביולוגי, ספציפי לעש התפוח ושאינו פוגע במי שאינו מטרה להדברה. לתכשיר הווירוס מיוחסת, לפי היצרן, תכונה של הצטברות החומר הפעיל לאחר מספר יישומים במטע כתוצאה מהדבקות חוזרות של זחלים שספגו את התכשיר. ניתן לצפות לפיכך, שלאחר מספר טיפולים עם התכשיר תתקבל הפחתה ברמת האוכלוסיה בדורות הבאים ובעונה העוקבת. בהתאם למידע זה, נבדקה יעילות התכשיר כתחליף לשיטת בלבול הזכרים ולא בנוסף לה (טבלה 2, 2011-2013). לפי תוצאות הלכידה שהתקבלו בניסויים שנערכו באותם מטעים במשך שלוש עונות רצופות, התקבלה אמנם הפחתה בלכידה בעונות העוקבות, בחלקות שטופלו עם קרפווירוסין אך, קיים קושי לקבוע האם להפחתה זאת יש משקל שווה לתוצאה שמתקבלת בשיטת בלבול הזכרים, שבה נרשמה לכידה אפסית (טבלה 2). מכאן נובע החשש לעשות שימוש בתכשיר הווירוס כתחליף לשיטת בלבול הזכרים אך, ניתן להשתמש בו לתגבור ההדברה בדור הראשון בנוסף לשיטת בלבול הזכרים. תכשיר הווירוס, כאמור, הוא תכשיר ביולוגי ספציפי לעש התפוח ואינו פוגע במי שאינו מטרה להדברה ומכאן התאמתו ליישום במטעים בממשק של הדברה משולבת ידידותית. כיוון שהתכשיר פועל כרעל קיבה חשוב לתזמן את היישום לשלב הופעת הזחלים. כמו כן, אם התכשיר נשטף בגשם נדרש לחזור על היישום. שני גורמים אלו, תזמון יישום מדויק ואפשרות שטיפת התכשיר בגשם מגבילים גם הם את השימוש בתכשיר כתחליף לשיטת בלבול הזכרים.

טבלה 1. יעילותם של קוטלי חרקים להדברת עש התפוח.

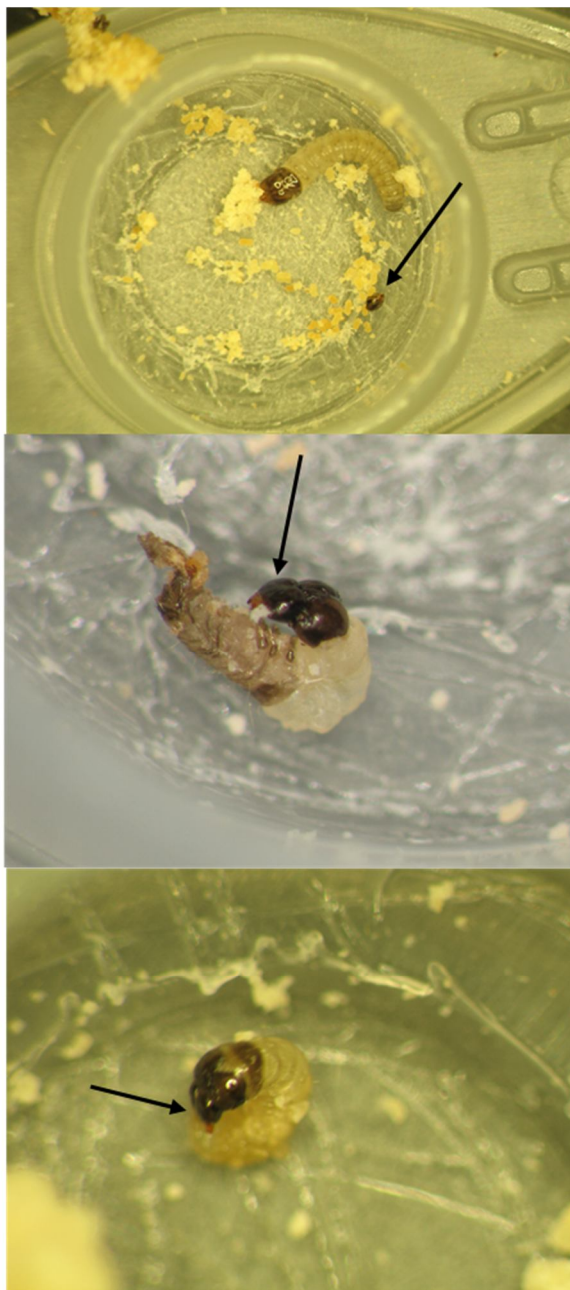
ניסוי מספר ושיטה	שנת הבדיקה	שם התכשיר ופרוט הטיפולים	קבוצה \ מנגנון הפעולה	נזק בפרי (%±SD)	שיעור תמותה זחלי עש התפוח (%±SD)
1 מבוקר במעבדה	2005	Madex כותניון ביקורת	תכשיר ביולוגי וירוס (Granulovirus - CpGV) זרחן אורגני \ מעכב אצטיל כולין אסטרזאז מיס	גדול מ- 75 קטן מ- 20 גדול מ- 80	קטן מ- 25 גדול מ- 70 קטן מ- 10
2 מבוקר במעבדה	2007	רימון ביסקיה כותניון ביקורת	מגיח \ מעכב סינתזת כיטין ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין זרחן אורגני \ מעכב אצטיל כולין אסטרזאז מיס	43.3 b 6.7 c 11.7 c 63.3 a	לא נבדק
3 מבוקר במעבדה	2007	רימון ביסקיה ביקורת	מגיח \ מעכב סינתזת כיטין ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין מיס	>50 <30 >80	47 80 13
4 מבוקר במטע	2007	רימון ביסקיה כותניון ביקורת	מגיח \ מעכב סינתזת כיטין ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין זרחן אורגני \ מעכב אצטיל כולין אסטרזאז מיס	43.3 ±16.3 b 6.7 ±6.7 c 11.7 ±7.3 c 63.3 ±16.8 a	לא נבדק
5 מבוקר במטע	2007	קורגן כותניון ביקורת	פוגע בתהליך שחרור יוני סידן במערכת השרירים זרחן אורגני \ מעכב אצטיל כולין אסטרזאז מיס	5.5 ±5.5 b 11.7 ±7.3 b 76.7 ±10.0 a	לא נבדק
6 מבוקר במעבדה	2008	קורגן כותניון ביקורת	פוגע בתהליך שחרור יוני סידן במערכת השרירים זרחן אורגני \ מעכב אצטיל כולין אסטרזאז מיס	23.6 ±6.4 b 17.4 ±15.1 b 81.2 ±9.1 a	70.8 ±15.0 a 90.2 ±9.2 a 13.5 ±4.5 b
7 מבוקר במעבדה	2008	מוספילן קליפסו מאבריק כותניון ביקורת	ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין פירתרואיד \ הפרעה ביצירת האות העצבי זרחן אורגני \ מעכב אצטיל כולין אסטרזאז מיס	4.9 ±4.3 b 4.9 ±4.3 b 0 c 4.8 ±4.6 b 86.5 ±8.3 a	91.0 ±9.4 a 98.0 ±3.4 a 97.9 ±3.6 a 94.4 ±9.6 a 13.8 ±8.1 b
8 במטע מסחרי	2010	קליפסו קורגן	ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין פוגע בתהליך שחרור יוני סידן במערכת השרירים	0.3 ±0.7 0.1 ±0.3	לא נבדק
9 במטע מסחרי	2010	קליפסו קורגן	ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין פוגע בתהליך שחרור יוני סידן במערכת השרירים	0.4 ±1.1 0.5 ±0.5	לא נבדק
10 במטע מסחרי	2010	קליפסו קורגן	ניאוניקוטנואיד \ פגיעה ברצפטור לאצטיל כולין פוגע בתהליך שחרור יוני סידן במערכת השרירים	0 0.2 ±0.5	לא נבדק

ניסוי מבוקר במעבדה – חשיפה במעבדה של זחלי עש התפוח בדרגה ראשונה לפירות מנותקים שרוססו במטע. ניסוי מבוקר במטע – חשיפה של נקבות מזווגות של עש התפוח לפירות מכויסים על העץ לאחר התייבשות התרסיס. ניסוי במטע מסחרי – בדיקת נזק בפרי על רקע ריסוס תכשירים בחלקות תצפית במטע מסחרי.



איור 1. אחוז התמותה והנזק בפרי לאחר חשיפה של זחלי עש התפוח לתכשירים בניסויים מבוקרים במעבדה.

תמונה 3. תגובה של זחלי עש התפוח לאחר חשיפה למווסתי גידול חרקים, מעכבי סינתזת כיטין. למעלה - התפתחות נורמאלית של זחל עש התפוח לאחר המעבר לדרגת זחל II (החץ מסמן את ראש הנשל של הזחל בדרגה I). באמצע - תגובה של זחל עש התפוח לתכשיר "רימון", הזחל אינו מצליח להשלים את המעבר לדרגת זחל II – ניתן להבחין בקדמת הגוף בשני ראשים, כאשר הקדמי יותר הוא ראש הזחל בדרגה I (מסומן בחץ) שנשאר צמוד לראש הזחל בדרגה II. במצע הגוף ניתן להבחין בעור הנשל הישן (אותו לא מצליח הזחל להסיר) המכסה עדיין את הגוף החדש. למטה - זחל פגוע מקופל בתנוחה אופיינית – ניתן להבחין בחלק הקדמי בשני ראשים, כאשר הקדמי יותר הוא ראש הזחל בדרגה I (מסומן בחץ) שנשאר צמוד לראש הזחל בדרגה II.



ג. יעילותם של אמצעים להדברת עש התפוח בשיטת "בלבול זכרים"

תוצאות בדיקת יעילותם של אמצעים להדברת עש התפוח בשיטת בלבול הזכרים מפורטות בטבלה 2. נציין, שכל הניסויים נערכו במטעים מסחריים שטופלו כשגרה עם קוטלי חרקים, להדברת עש התפוח בדור הראשון (למעט אם צוין אחרת) ולהדברת מזיקים אחרים במשך העונה. כך, שאוכלוסיית עש התפוח, לפי תוצאות הנזק בפרי ורמת הלכידה, יכולה להיות מושפעת גם מקוטלי החרקים האחרים שבהם נעשה שימוש

במטע. בטיפול הביקורת נעשה רק שימוש בקוטלי חרקים ללא אמצעים לבלבול והדבר מאפשר לכמת את התרומה של אמצעי הבלבול השונים על רקע הטיפול השגרתי במטע המסחרי.

בניסויים לבדיקת יעילותם של מתקני Exosex היתה רמת הלכידה ושיעור הנזק בפרי גבוהים יותר בהשוואה לטיפולים האחרים עם נדיפיות מסחריות אל-עש (חוטים) וצ'קמייט (פצ'ים) (טבלה 2, ניסויים 1, 5, 7). מתקני Exosex מבוססים על משיכה של זכרים למתקן המכיל פרומון ולפיכך לא ניתן לצפות ללכידה נמוכה במלכודות הניטור, כפי שמוכר עם הנדיפיות המסחריות הפועלות בטכניקה המבוססת על רווית האויר במטע בפרומון המין. יחד עם זאת, אם הבלבול עם מתקני Exosex יעיל, ניתן לצפות ביישום רב-שנתי, לירידה ברמת האוכלוסיה ובהתאם גם לירידה ברמת הלכידה. בהקשר זה נשאלת השאלה, האם הטיפול יהיה יעיל גם כאשר אוכלוסיית הזכרים, האחראית לפיזור הפרומון, תהיה נמוכה. הניסויים עם מתקני Exosex נערכו בשנים שונות ובמטעים שונים ולא ניתן היה לקבוע את ההשפעה המצטברת על רמת האוכלוסיה ורמת הלכידה.

בניסויים לבלבול עם פרומון המפוזר בשטח בריסוס CM-F (תוארית מיקרוקפסולרית), היתה רמת הלכידה גבוהה יותר בהשוואה לטיפול עם הנדיפיות המסחריות צ'קמייט (פצ'ים) (טבלה 2 ניסויים 4, 6, 7). תוצאה דומה התקבלה גם בבדיקת הנזק בפרי, שהיה גבוה יותר בהשוואה לטיפול עם נדיפיות צ'קמייט (למעט, ניסוי 4). גם מתקני Exosex וגם הפרומון בתוארית מיקרוקפסולרית מבוססים על שיטות לצמצום כמות הפרומון בשטח, בהנחה שניתן לצמצם את הכמות הדרושה לקבלת בלבול יעיל. בשלב זה, שני המוצרים לא נפוצים בשימוש מסחרי ולא ניתן לקבוע את יעילותם המצטברת על רמת האוכלוסיה ביישום רב-שנתי.

הרצון להפחית את כמות הפרומון בשטח צובר תאוצה במחקר ובפיתוח על ידי חברות שונות המציעות טכניקות שונות כגון, מתקני ה-Puffer המבוססים על שחרור הפרומון בפולסים אחת ל-15 דקות רק במחצית השנייה של היממה, בהתאם להתנהגות המינית של העשים הפעילים בשעות הערב והלילה. בתצפיות שנערכו עם מתקנים אלו במטעים מסחריים התקבלו תוצאות המצביעות על יעילותם (טבלה 2, ניסויים 11-16). נציין, שבכל המטעים שבהם נבדקו המתקנים נעשה בשנים קודמות שימוש בשיטת הבלבול עם נדיפיות מסחריות (חוטים או פצ'ים) והבדיקה התמקדה, בין היתר, ביעילותם לשמור על רמה נמוכה של האוכלוסיה, בדומה למתרחש עם נדיפיות מסחריות. בכל התצפיות (למעט ניסוי 11), התקבלה רמת לכידה נמוכה יותר ונזק נמוך יותר בפרי בטיפול עם המתקנים, דבר המצביע על יעילותם בבלבול זכרים. יעילות המתקנים בלטה בעיקר במטעים שבהם התקבלה לכידה גבוהה יחסית בטיפול עם נדיפיות מסחריות (ניסויים 13, 15), שבהם מנשבות כנראה רוחות קבועות המסיעות את הפרומון מהשטח. ייתכן שמתקני Puffer במקרה זה, נותנים מענה לשטחים הסובלים מרוחות קבועות וקיים בהם חשש להסעת הפרומון עם זרמי האויר אל מחוץ למטע. המתקנים מוצבים מעל צמרת העץ ומפוזרים מחוץ ובתוך המטע בהתאם לכיוון הרוח (במקרה זה ממערב ומצפון-מערב). כך, שהפרומון המשתחרר מהמתקן מוסע בעזרת זרם האויר אל שטח המטרה ואולי בשיטה זאת מושג כיסוי טוב יותר של הפרומון בשטחים שבהם מנשבות רוחות קבועות. כדי לאמת זאת נדרש להרחיב את השימוש עם מתקנים אלו במטעים נוספים ולבחון את יעילותם בהשגת בלבול יעיל ושמירה על רמה נמוכה של אוכלוסיית עש התפוח, בעיקר במטעים הסובלים ממשטר רוחות קבוע שבהם לא מתקבלת הדברה יעילה עם הנדיפיות המסחריות.

טבלה 2. יעילותם של אמצעים שונים להדברת עש התפוח בשיטת "בלבול הזכרים".

ניסוי מס'	שנת הבדיקה	פרוט הטיפול	קבוצה \ מנגנון הפעולה	נוק בברי (% ±SD)	רמת הלכידה במלכודות (% ±SD)
1	2003	Exosex אל-עש ביקורת	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח באמצעות זכרים* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* קוטלי חרקים * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	2.1 ±1.1 0.2 ±0.3 1.6 ±1.5	21.3 ±2.1 0.9 ±0.6 6.3 ±5.8
2	2004	CM-F1 ביקורת	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח בריסוס* קוטלי חרקים * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	לא נבדק	36.3 ±14.5 b 58.1 ±15.3 a
3	2004	Pherocap ביקורת	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח בריסוס* קוטלי חרקים * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	לא נבדק	91.4 ± 38.8 78.2 ±25.4
4	2005	CM-F ציקמייט ביקורת	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח בריסוס* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* קוטלי חרקים * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	1.7 ±2.0 3.7 ±3.8 2.1 ±1.1	70.7 ±74.4 29.2 ±24.2 170.7 ±85.7
5	2005	Exosex אל-עש ביקורת	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח באמצעות זכרים* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* קוטלי חרקים * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	1.3 ±1.6 0 0.1 ±0.2	17.5 ±2.4 0.6 ±0.7 7.5 ±6.8
6	2006	CM-F ציקמייט ביקורת	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח בריסוס* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* קוטלי חרקים * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	5.4 ±2.4 a 1.2 ±0.5 b 5.6 ±5.3 a	90.6 ±69.0 8.4 ±5.0 147.8 ±111.5
7	2006	Exosex CM-F ציקמייט אל-עש	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח באמצעות זכרים* פרומון עש התפוח המפוזר בשטח בריסוס* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	1.6 ±1.2 a 0.9 ±1.3 a 0.3 ±0.2 b 0 c	18.6 ±22.9 a 3.2 ±3.6 b 0.6 ±0.2 c 0.3 ±0.3 c
8	2011	קרפווירוסין אל-עש	תכשיר ביולוגי וירוס (Granulovirus - CpGV)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	1.3 ±2.3 1.1 ±1.8	23.3 ±23.1 6.7 ±11.5
9	2012	קרפווירוסין אל-עש	תכשיר ביולוגי וירוס (Granulovirus - CpGV)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	0.2 ±0.7 0.2 ±0.8	1.0 ±1.0 0
10	2013	קרפווירוסין אל-עש	תכשיר ביולוגי וירוס (Granulovirus - CpGV)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	0.1 ±0.4 0.1 ±0.4	19.3 ±23.1 0
11	2014	Puffer ציקמייט אל-עש	פרומון המפוזר בפולסים, כל 15 דקות במשך 12 שעות* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	3.9 ±6.5 0.6 ±1.1 0	2.2 ±1.9 0.6 ±0.9 0.7 ±0.6
12	2014	Puffer ציקמייט אל-עש ביקורת	פרומון המפוזר בפולסים, כל 15 דקות במשך 12 שעות* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* קוטלי חרקים * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	0 0 0.1 ±0.4 0.7 ±1.6	0.3 ±0.6 0 0 3.0 ±2.8
13	2015	Puffer ציקמייט אל-עש	פרומון המפוזר בפולסים, כל 15 דקות במשך 12 שעות* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	1.0 ±1.7 16.7 ±9.7 4.3 ±5.2	2.5 ±2.4 10.7 ±13.3 10.0 ±11.8
14	2015	Puffer ציקמייט אל-עש	פרומון המפוזר בפולסים, כל 15 דקות במשך 12 שעות* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	0.3 ±0.7 0 0	0 0 0
15	2016	Puffer ציקמייט אל-עש	פרומון המפוזר בפולסים, כל 15 דקות במשך 12 שעות* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	0.7 ±1.7 5.0 ±4.3 2.3 ±3.2	17.7 ±20.2 44.7 ±36.8 19.0 ±13.1
16	2016	Puffer ציקמייט אל-עש	פרומון המפוזר בפולסים, כל 15 דקות במשך 12 שעות* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (פציים)* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	0.3 ±1.0 0.6 ±1.9 0.1 ±0.5	0 0 0
17	2016	פרומון נוזלי אל-עש	פרומון עש התפוח המפוזר בשטח בריסוס* פרומון המפוזר בשטח באמצעות נדיפיות (חוטים)* * בנוסף לריסוסים עם קוטלי חרקים	5.7 ±6.5 a 0.1 ±0.5 b	2.3 ±2.3 a 0 a

Exosex במינון של 2.5 מתקנים לדונם, CM-F במינון של 20 מ"ל לדונם ונפח תריסוס של 50 ל"ד לצמרת העץ, נדיפיות ציקמייט במינון של 35 פציים לדונם, נדיפיות אל-עש במינון של 50 חוטים לדונם, Puffer בצפיפות של 1 מתקן ל-5 דונם. פרומון נוזלי – תוארית מיקרוקפסולרית חדשה, במינון 3 גרם לדונם.

3. יעילותם של אמצעים לניטור אוכלוסיית עש התפוח בממשק של "בלבול זכרים"

תוצאות בדיקת יעילותם של מלכודות ונדיפיות לניטור עש התפוח בשיטת בלבול הזכרים מפורטות בטבלה 3. נושא הניטור במלכודות בממשק בלבול הוא מורכב, בין היתר, בשל ההשפעה שיש לשיטת הבלבול על יעילות הלכידה עם מלכודות טעונות בפרומון וההפחתה המתקבלת ברמת האוכלוסייה. זאת הסיבה שפותחו נדיפיות לניטור המכילות כמות גדולה יותר של פרומון (נדיפיות מתוגברות) ונדיפיות המכילות נדיפים צמחיים, היכולות למשוך גם נקבות. למשיכה של נקבות יש חשיבות רבה שכן, ניתן לבדוק לפי פוריותן גם את יעילות הבלבול. בניסויים שבהם התקבלו לכידות עם נדיפיות מתוגברות המכילות 10 מ"ג פרומון, התקבלו גם לכידות עם נדיפיות רגילות המכילות 1 מ"ג פרומון (טבלה 3, ניסויים 3, 4). בניסויים שבהם לא התקבלו לכידות עם נדיפיות מתוגברות לא התקבלו גם לכידות עם נדיפיות רגילות (טבלה 3, ניסויים 7-9). רמת לכידה גבוהה במיוחד (מעל 150 פרטים בעונה) התקבלה עם נדיפיות מתוגברות אדומה (טבלה 3, ניסוי 3) רק במטע אחד שבו נעשה שימוש לראשונה בשיטת בלבול הזכרים ועוד לא נרשמה הפחתה ברמת האוכלוסייה. למעט, יוצא מן הכלל זה, לא נראה שיש יתרון לשימוש בנדיפיות מתוגברות בממשק של בלבול זכרים. שכן, כאשר רמת האוכלוסייה נמוכה על רקע בלבול רב-שנתי יעיל, מאבדות המלכודות את חשיבותן כאמצעי לניטור האוכלוסייה. נכון הדבר גם לנדיפיות המכילות נדיפים צמחיים (Pear Ester) ונדיפים ממקור מיקרוביאלי, שהלכידה בכולן היתה נמוכה מאוד (טבלה 3). מכאן נובע הצורך לאמץ שיטות יעילות אחרות לניטור עש התפוח בממשק של בלבול זכרים והשיטה היעילה הקיימת בשלב זה היא על ידי ניטור נזק בפרי. נציין, שניטור נזק בפרי צריך לבצע גם במטעים שאינם בממשק בלבול וגם במטעים אחרים שבהם מתקבלות לכידות במלכודות הניטור וזאת, כדי לקבוע, בין היתר, את יעילות ההדברה. כך, שבמטעים בממשק של בלבול זכרים שבהם המלכודות אינן כלי יעיל לניטור נחוצה בוודאי בדיקת הנזק בפרי כאמצעי לקביעת יעילות ההדברה. את הנזק בפרי בודקים משלב החנטה ועד הקטיפה ועל ידי כך משיגים מידע מדויק על מוקדי הנגיעות שבהם כדאי לטפל באותה העונה ובדור הראשון של העונה העוקבת, בטרם התפשט המזיק בכל שטח המטע.

4. סיכום

בעבודה זאת נבדקה יעילותם של אמצעים שונים לניטור והדברה של עש התפוח, במטרה לקבוע אסטרטגיה יעילה לשמירה על רמה נמוכה של האוכלוסייה. שימוש באמצעים יעילים לשמירה על רמה נמוכה של אוכלוסיית עש התפוח, מאפשר פיתוח ממשק ידידותי ליתר מזיקי המטע. השיטה המסורתית להדברת עש התפוח לפני שני עשורים באמצעות קוטלי חרקים, פינתה את מקומה לטובת שיטת בלבול הזכרים. וזאת, בעיקר על רקע פחיתה ביעילותם של קוטלי החרקים. בנוסף, הופעתם של דור תכשירים חדש, שיעילותם מוגבלת בהשוואה לדור התכשירים הוותיק, שכלל תכשירים רחבי טווח (בעיקר מקבוצת הזרחנים האורגניים), מחייבת שילוב אמצעים נוספים ב"סל ההדברה". כדי לעשות שימוש יעיל בקוטלי החרקים מהדור החדש נדרש לתזמן אותם במדויק לדרגת המטרה בעיקר בדור הראשון. לרוב, הדברה יעילה של עש התפוח בדור הראשון מגבילה את התפתחות האוכלוסייה בדורות הבאים. בניסויים שתוארו לעיל נמצא בברור שיעילותם של התכשירים מוגבלת שכן, התקבלו שיעורי תמותה נמוכים מ-99% בחשיפה של זחלים לריכוז שדה במערכת סגורה. משמעות הדבר, שבמערכת פתוחה בשדה יהיה שיעור התמותה נמוך יותר. זה הביטוי למושג "התפתחות עמידות", שבו מתקבלת פחיתה ביעילות אמצעי ההדברה ולא מדובר בעמידות מוחלטת. כלומר, ניתן לעשות שימוש באמצעים אלו אך, נדרש לשלב אמצעים נוספים כדי להשיג מעל 99% תמותה. על רקע יעילותם המוגבלת של קוטלי החרקים, הורחב מאוד, כאמור, השימוש בשיטת בלבול הזכרים כאמצעי עיקרי לשמירה על רמה נמוכה של אוכלוסיית עש התפוח. כיום, מבוססת השיטה על רווית האוויר במטע בעודף פרומון עם נדיפיות "אל-עש" (חוטים) או "צ'קמייט" (פציים), במינון של 50 יחידות לדונם. לפי הניסיון שהצטבר, מינון זה מתאים לשמירה על רמה נמוכה של האוכלוסייה ואפשר להסתפק בהצבת הנדיפיות בדור הראשון בלבד, מיד עם הופעתם של הבוגרים הראשונים במטע. בניסויים שנערכו לאחרונה עם מוצרים אחרים המנדפים כמות נמוכה יותר של פרומון (כגון, בריסוס או עם מתקני Puffer), ניתן היה ללמוד שכמות הפרומון

המפוזרת בשטח עם הנדיפיות המסחריות במינון של 50 לדונם היא עודפת וניתן להפחיתה. שכן, התקבלו סימנים לבלבול יעיל עם המוצרים החדשים על רקע כמות פרומון מופחתת ביממה. יחד עם זאת, בניסויים בעבר, שבהם הפחתנו את מינון הנדיפיות מתחת ל- 50 יחידות לדונם התקבלה עלייה ברמת האוכלוסיה במוקדים. הדבר מצביע על כך שנוצרו כנראה "איים" ללא פרומון כתוצאה ממרחק גדול יותר בין הנדיפיות. מכאן ניתן ללמוד שאפשר כנראה לצמצם את כמות הפרומון המפוזרת בשטח, אבל צריך להקפיד על אחידות בפיזור ולמנוע אפשרות להיווצרות "איים" ללא פרומון.

טבלה 3. יעילותן של נדיפיות ומלכודות שונות לניטור עש התפוח במטע בממשק של "בלבול זכרים".

רמת הלכידה ($\bar{n} \pm SD$) ממוצע		סוג הנדיפית * שיטת "בלבול הזכרים"	סוג המלכודת	שנה	ניסוי מס'
נקבות	זכרים				
0 0 0	15 < \bar{n} < 20 a 5 < \bar{n} < 10 b 2 < \bar{n} < 5 b	RS 10mg Pheromone נדיפית אדומה Babble Cap 10 mg Pheromone Consep 10 mg Pheromone * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 70 יחיד'י	דבק Pherocon	1998	1
0 0 0 0	2 < \bar{n} < 5 b 1 < \bar{n} < 3 b 5 < \bar{n} < 10 a 1 < \bar{n} < 3 b	RS 10mg Pheromone נדיפית אדומה GS 10mg Pheromone נדיפית אפורה Babble Cap 10 mg Pheromone Consep 10 mg Pheromone * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 70 יחיד'י	דבק Pherocon	1999	2
0 0 0	150 < \bar{n} < 170 a 50 < \bar{n} < 60 b 15 < \bar{n} < 20 b	RS 10mg Pheromone נדיפית אדומה RS 10mg Pheromone נדיפית אדומה נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 70 יחיד'י	דבק Pherocon IPS דבק Pherocon	2000	3
0 0 0	15 < \bar{n} < 25 a 5 < \bar{n} < 10 b 1 < \bar{n} < 2 b	Babble Cap 10 mg Pheromone Babble Cap 10 mg Pheromone נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 70 יחיד'י	דבק Pherocon IPS דבק Pherocon	2000	4
0 1.2 ± 1.5	6.7 ± 3.4 2.5 ± 1.0	נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון נדיפית אפורה GS Pear Ester 1 mg * הניסוי במטע ללא "בלבול זכרים"	IPS	2003	5
0 0 0.4 ± 0.5	17.0 ± 5.3 5.4 ± 4.9 6.0 ± 4.7	נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון נדיפית אפורה GS Pear Ester 5 mg נדיפית אפורה GS Pear Ester 10 mg * הניסוי במטע ללא "בלבול זכרים"	IPS	2004	6
0 0 0	0 0 0	נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון נדיפית אפורה GS 10 mg Pheromone נדיפית אפורה GS Pear Ester 10 mg * "בלבול זכרים" עם פצים ציקמיט 50 יחיד'י	דבק Pherocon	2004	7
0 0 0	0 0 0	נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון נדיפית אדומה RS 10mg Pheromone Babble Cap 10 mg Pheromone * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 50 יחיד'י	דבק Pherocon	2005	8
0 0 0	0 0 0	נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון Consep 10 mg Pheromone 3 Pills 10 mg Pheromone * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 50 יחיד'י	דבק Delta	2006	9
0 0.3 ± 0.5 0.8 ± 1.1	0 0.1 ± 0.3 1.7 ± 1.6	נדיפית ישראלית 1 מ"ג פרומון נדיפית אפורה GS Pear Ester 10 mg נדיפית אפורה Acetic A. + Pear E. 10 mg * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 50 יחיד'י	IPS	2007	10
0 0 0 0	0 0 0 0	microbial volatiles K1 microbial volatiles KC1 microbial volatiles KC2 microbial volatiles KC3,4,5 * "בלבול זכרים" עם חוטים אל-עש 50 יחיד'י	דבק Delta	2012	11

על רקע ההפחתה המשמעותית ברמת האוכלוסייה בממשק של בלבול זכרים איבדו מלכודות הניטור את כושרן לדווח על הופעת עש התפוח במטע. שימוש בנדיפיות ניטור מתוגברות ונדיפיות המכילות נדיפים צמחיים או מיקרוביאליים אינה משפרת את הניטור, כל זמן שרמת האוכלוסייה נמוכה. במקרה זה יש הכרח לבצע בדיקות מסודרות לניטור נזק בפרי כאמצעי למנוע את עליית האוכלוסייה במוקדים ולעקוב אחר יעילות ההדברה. כאשר רמת האוכלוסייה נמוכה לא ניתן לקבוע את מועד הביופיקס (התאריך שממנו יש גיחת בוגרים רציפה) בשיטה המקובלת עם מלכודות הניטור. במטעים עם אוכלוסייה נמוכה שבהם לא מתקבלות לכידות ולא ניתן לקבוע את מועד הביופיקס, אפשר לנקוט בשיטה הבאה: מוציאים בדור השלישי בקטיף זחלים בדרגה חמישית מתוך פירות נגועים ומכניסים לגביע בגודל של כ-250 סמ"ק המרוצף בחגורות קרטון גלי (תמונה 4). את הגביע מכסים ברשת מאווררת ומשאירים במטע במקום מוגן מגשם וחשוף לתאורה טבעית. מסוף החורף עוקבים אחר גיחת הבוגרים בגביע. אין צורך ללכוד את הבוגרים, ניתן לזהות את הגלימה הריקה ממנה הגיח הבוגר הבלוטת מהקרטון (תמונה 4).

לרוב, כאשר לא מתקבלת הפחתה ברמת האוכלוסייה על רקע יישום שיטת בלבול הזכרים ומתגלים כישלונות בהדברת עש התפוח, נובע הדבר בעיקר מהדברה לקויה של הדור הראשון, בין היתר, מהסיבות הבאות: (1) חדירה של המזיק ממטעים ופונדקאים שכנים בהם ההדברה לקויה, (2) יעילות נמוכה של שיטת "בלבול הזכרים" כתוצאה מהסעת הפרומון על ידי הרוח או במטעים משופעים, (3) תזמון שגוי של מועד הצבת הנדיפיות לבלבול אוויר מיקום הנדיפיות אינו בצמרת העץ, (4) שימוש בקוטלי חרקים בעלי יעילות נמוכה ותזמון שגוי של ההדברה בדור הראשון. כדי לשפר את ההדברה נדרש לנקוט, בין היתר, בפעולות הבאות: (1) יישום אזורי של שיטת הבלבול בשטחי גידול רציפים יתרום לשמירה על רמה נמוכה של האוכלוסייה במטע המקומי ובמטעים השכנים, (2) במטעים עם משטר רוחות קבוע הבלבול אינו יעיל בגלל הסעת הפרומון על ידי זרמי האויר ונדרש להגביל את הסעת הפרומון על ידי שוברי רוח, (3) כדי להגביל את התפתחות האוכלוסייה במוקדים נדרש לנטר בקביעות את הנזק בפרי בצמרת העץ ובעיקר בתום הדור הראשון, (4) את הטיפול עם קוטלי חרקים צריך לתזמן למועד הופעת דרגות המטרה. רעלי מגע יתוזמנו למועד הופעתם של הבוגרים והזחלים לפני שחדרו לפירות ורעלי קיבה (כגון: מגחיים ותכשירי ווירוס) למועד הופעת הזחלים לפני שחדרו לפירות. כמו כן, נדרש לצופף את הטיפולים עם קוטלי חרקים בדור הראשון, כדי להבטיח כיסוי מיטבי של הנוף בתכשיר, בכל התקופה שבה דרגות המטרה פעילות וחשופות.

במקרים שבהם נמצא נזק בפרי בדור הראשון יש צורך להמשיך בטיפולים עם קוטלי חרקים ובמקביל להפחית את רמת האוכלוסייה על ידי סילוק פירות נגועים. פעולת הסניטציה במקרה זה חיונית וזאת בהנחה שלא ניתן להפחית את רמת האוכלוסייה והנזק בפרי עם קוטלי חרקים ואמצעי הבלבול בלבד. שכן, אם אמצעים אלו ננקטו בדור הראשון בתזמון נכון אז הכישלון בהדברה נובע מעיילותם הנמוכה ואם היתה שגיאה בתזמון אמצעים אלו בדור הראשון אז בוודאי שנדרש לתגבר את ההדברה על ידי פעולת הסניטציה. לניטור הנזק בפרי יש חשיבות רבה וצריך לבצעו כשגרה כחלק מממשק ההדברה של עש התפוח ובעיקר על רקע של יישום שיטת בלבול הזכרים. בדיקת הפרי מלמדת על יעילות ההדברה ומאפשרת לזהות את מוקדי הנגיעות עוד בטרם התפשט המזיק במטע. כך, ניתן למקד את הפעולות לתגבור ההדברה למוקדי הנגיעות בלבד ולא באופן גורף בכל המטע. מכאן גם החשיבות הרבה לבדיקת הנזק בפרי בקטיף בכל עונה ועונה, גם כאשר הושגה הדברה יעילה. למעשה לפי הנזק בפרי בקטיף קובעים את יעילות ההדברה באותה העונה. את הבדיקה בקטיף מבצעים בשני זנים עיקריים (זן מוקדם וזן מאוחר) ולצורך זה נדרש לקטוף מצמרת העץ כ-100 פירות מעשרה עצים אקראיים בכל זן, ביחס של עץ אחד לכל 5 דונם. כך, שבשטח של כ-50 דונם נקבל מדגם של כ-20 אתרי בדיקה בשני הזנים העיקריים. בשיטה זאת מתקבל מידע מדויק על מוקדי הנגיעות וניתן להיערך בהתאם לטיפול במוקדים אלו בדור הראשון של העונה העוקבת.

אמצעי נוסף לתגבור ההדברה הוא על ידי הקפת גזע העץ עם חגורת קרטון גלי ללכידת זחלים (תמונה 5). בעזרת החגורות ניתן ללכוד בדור השלישי של עש התפוח את הזחלים בדרגה חמישית המחפשים אתרי התגלמות לקראת החריפה במטע. החגורות משמשות ללכידה המונית וצריך להציבן בתחילת הדור השלישי ולהסירן

בחוודשי הסתיו. ככל שמספר החגורות בעץ יהיה גדול יותר יגדלו הסיכויים ללכידה המונית של זחלים ולהפחתה באוכלוסיית עש התפוח בעונה העוקבת. לפיכך, נדרש להציב מספר חגורות במרחקים של כ- 50 ס"מ, על כל הגזעים המרכזיים של העץ.

לסיכום, כדי לקבל הדברה יעילה של עש התפוח ולשמור בקביעות על רמה נמוכה של האוכלוסייה במטע, נדרש ליישם נכון את אמצעי ההדברה בעיקר בדור הראשון וללוות את יעילות ההדברה על ידי בדיקת נזק בפרי בצמרת העץ במשך העונה ובקטיף. הדברה יעילה של הדור הראשון מושגת על ידי יישום נכון של שיטת בלבול הזכרים ותזמון נכון של קוטלי חרקים. הדברה יעילה של עש התפוח בדור הראשון תגביל מאוד את התפתחות האוכלוסייה בדורות הבאים. שיטת בלבול הזכרים היא אמצעי לשמירה על רמת אוכלוסייה נמוכה ואינה אמצעי הדברה. לפיכך, נדרש לשלב עם שיטה זאת אמצעי הדברה נוספים בדור הראשון בהתאם לרמת האוכלוסייה, כפי שנקבעה בבדיקת הנזק בפרי בעונה הקודמת אוו בהתאם לקרבה עם מטעים שכנים שבהם ההדברה לקויה. כדי להקטין את הסכנה של חדירת פרטים ממטעים שכנים נדרש ליישם את שיטת בלבול הזכרים באופן אזורי בשטחי גידול רציפים. במטעים עם משטר רוחות קבוע הבלבול אינו יעיל בגלל הסעת הפורמון על ידי זרמי האויר. במקרים אלו, נדרש להקים במטע שוברי רוח או להציב נדיפיות על פונדקאים צמחיים היוצרים חגורה צפופה (כגון: שדרת ברושים) מהכיוון שממנו מגיעה הרוח. נציין, שבמטעים שאינם סובלים מרוחות קבועות הנדיפיות המסחריות (חוטים ופציים) במינון של 50 יחידות לדונם מספיקות כדי ליצור עודף פרומון במטע וצריך לפזר אותן באופן סימטרי ואין צורך בתגבור של נדיפיות בגבולות המטע. הפרומון הוא גז כבד מהאוויר וכשהוא משתחרר מהנדיפית הוא נוטה לשקוע. ספיחתו למרכיבים צמחיים מאיטה את קצב שקיעתו לקרקע ומכאן החשיבות להציב את הנדיפיות בצמרת העץ.

תמונה 4. תיאור השיטה לקביעת מועד הגיחה (Biofix) של בוגרי עש התפוח במטע. לתוך גביע מרוצף בקרטון גלי (למטה מימין) מכניסים כ- 25 זחלים בדרגה חמישית שהוצאו מפירות נגועים בקטיף. את הגביע מכסים ברשת עדינה ומאווירת ומאחסנים במטע מתחת למחסה גשם וחשוף לתאורה טבעית. מסוף החורף מתחילים לעקוב אחר גיחת הבוגרים בגביע.



תמונה 5. חגורת קרטון גלי בהיקף הגזע המרכזי ללכידת זחלים בדרגה חמישית של עש התפוח. לצרכי הדברה נדרש להציב מספר חגורות במרחקים של כ- 50 ס"מ, על כל הגזעים המרכזיים בעץ. את החגורות מציבים על העצים במחצית אוגוסט ומסירים בחודשי הסתיו. לפי סימני הפקעת שיוצר הזחל (תמונה תחתונה), ניתן לקבוע את מספר הזחלים שנלכדו בחגורה.

