

## בחינת שיטות חדשות לניטור והדברת סס הנמר

חיים ראובני, המרכז להדברה משולבת, מו"פ צפון.  
אלי הררי, אנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי.  
ענת זאדה, כימיה, מינהל המחקר החקלאי.  
דב אופנהיים, שה"מ, משרד החקלאות.

### מבוא

סס הנמר *Zeuzera pyrina* L. הוא מזיק כלכלי חשוב במטעי התפוח, האגס והזית. בממשק של הדברה משולבת בו נעשה שימוש מופחת בזרחנים אורגנים יש עלייה משמעותית באוכלוסיית המזיק. במקרים אלו מומלץ למגדלים להפחית את אוכלוסיית סס הנמר בעזרת זרחנים אורגנים. טיפול זה משפיע לרעה על התפתחות פאונת המועילים במטע ואינו מאפשר קיום כלכלי מוצדק לממשק ההדברה המשולבת.

אין אמצעים יעילים לניטור האוכלוסייה ולקביעת מועדי ההדברה האופטימליים בעונה. בשיטה הקיימת היום ניתן לקבוע את המועד הראשון להדברה בעונה על ידי זיהוי סימני הנבירה של הזחלים הצעירים בחיק העלה ("עלה דגלי"). בהמשך העונה נוהגים לרסס, עם זרחנים אורגנים ומגח"ים לסירוגין בתכיפות של אחת לשלושה שבועות. מטרת המחקר העיקרית היא לשפר את ממשק ההדברה של סס הנמר במטע על ידי קביעת מועדי הדברה אופטימאליים ושימוש באמצעים בררניים.

### פירוט הניסויים

#### א. ניסויים לבדיקת יעילותן של מלכודות פרומון לניטור האוכלוסייה

יעילותן של שתי סוגי מלכודות (תוצרת Serbios ו-Isagro) ושלוש סוגי נדיפיות שונות (תוצרת Isagro, Serbios ו-Phero-Tech) נבדקה לניטור סס הנמר בשני מטעים מסחריים עם רמות נגיעות שונות. במטע אגס של יראון בשטח כולל של 50 דונם היו 7% עצים נגועים בזחלי סס הנמר, ובמטע אגס של פרוד היו 50% עצים נגועים בשטח של 50 דונם. הטיפולים שנבדקו: (1) מלכודת ונדיפית מתוצרת Serbios; (2) מלכודת Serbios עם נדיפית תוצרת Phero-Tech; (3) מלכודת ונדיפית תוצרת Isagro; (4) מלכודת Serbios ללא נדיפית. המלכודות הוצבו כמטר מעל צמרת העץ, במרחק של 25 מטר ביניהן, בעשר חזרות (למעט טיפול 4 חמש חזרות) בבלוקים באקראי. בתחתית המלכודות הונח רעלן המכיל DDVP לקטילת הפרטים שנלכדו. המלכודות נבדקו אחת לשבועיים במשך ששה חודשים (אפריל-אוקטובר), הנדיפיות הוחלפו פעם אחת לאחר שלושה חודשים והרעלנים הוחלפו כל חודשיים.

ניתוח סטטיסטי של ממוצע הלכידה בטיפולים השונים נעשה בתוכנת SAS בפרוצדורת GLM לאחר טרנספורמציה של שורש הביטוי  $(X+0.5)$ , כאשר X הוא מספר הפרטים שנלכדו. אותיות לועזיות שונות מצביעות על הבדלים מובהקים לפי מבחן Tukey, ברמת מובהקות  $P < 0.05$ .

#### **ב. ניסויים לקביעת יעילות ההדברה בשיטת "בלבול הזכרים"**

הניסויים לקביעת יעילות ההדברה בשיטת "בלבול הזכרים" נערכו באותן החלקות בהן נערכו אשתקד, בחמשה מטעים מסחריים (כל מטע הוא חזרה). בכל מטע נערכה השוואה בין חלקות בממשק של "בלבול זכרים" לסס הנמר לבין חלקות ביקורת. לא נעשה בחלקות הניסוי שימוש בתכשירים הידועים כפוגעים בסס הנמר. הנדיפיות ל"בלבול" סס הנמר (מתוצרת Shin Etsu) הוצבו בראשית חודש מאי, כחצי מטר מתחת לצמרת העץ במינון של 60 נדיפיות לדונם. במחצית אוגוסט הוצבו נדיפיות חדשות באותו המינון, וזאת לאחר שהסתיים שחרור הפרומון כפי שנקבע בבדיקת השאריות (ראה להלן). יעילות ההדברה נקבעה לפי מספר העצים הנגועים בסס הנמר לפני ואחרי הטיפול.

#### **ג. בדיקת רמת שאריות הפרומון בנדיפיות**

כדי ללמוד על קצב השחרור ורמת שאריות הפרומון בנדיפיות נערכו בדיקות תקופתיות בשקילה עם מאזניים אנליטיים ואנליזה איכותית וכמותית לשאריות הפרומון בנדיפיות בעזרת גז כרומטוגרף. לצורך הבדיקה בשקילה הוסרו אחת לשבועיים עשר נדיפיות שהוצבו על העצים במטע של חוות המטעים בעמק החולה ובמטע של חוות מתיתיהו בהר. בתום השקילה הוחזרו הנדיפיות לעצים. לצורך הבדיקה בגז כרומטוגרף הוסרו אחת לשבועיים חמש נדיפיות מתוך עודף נדיפיות שהוצבו על העצים במטעים של חוות המטעים ומתיתיהו, ונשלחו באריזה מקוררת לבדיקה במעבדה הכימית במינהל המחקר החקלאי.

#### **ד. ניסויים לבחינת יעילותם של תכשירי הדברה ברנניים**

הניסויים לקביעת יעילותם של תכשירי ההדברה נערכו בשיטות מבוקרות על ענפים מנותקים. הענפים נטבלו למשך 3 שניות בתכשיר בריכוז המתאים, והונחו לייבוש במקום מוגן מקרינה ישירה. לאחר התייבשות התרסיס הונח זחל אחד של סס הנמר על כל ענף, וכל ענף הוכנס בנפרד לכלוב מאוורר. כבקורת שמשו שתילים שנטבלו במים בלבד. מקור הזחלים לניסוי היה מענפים חד שנתיים שנאספו ממטעים שבהם לא נעשה שימוש בתכשירים לפחות חודשיים לפני האיסוף. שיעור התמותה נבדק לאחר יומיים, וכן במרווחים של שבעה ימים ממועד האילוח.

#### **ה. ניסויים ללימוד התנהגות המינית של סס הנמר**

כדי לקבל פרטים בוגרים של סס הנמר לצורך המעקב אחר ההתנהגות המינית, אולחו שתילים של תפוח בזחלים. לקראת מועד גיחת הבוגרים הועבר 50 שתילים נגועים לכלובי רשת (כל שתיל בכלוב נפרד), ונערך מעקב יומי למציאה ואיסוף של בוגרים לניסויי ההתנהגות.

## תוצאות

### א. יעילות הניטור עם מלכודות פרומון

תוצאות הלכידה של הבוגרים במלכודות הפרומון מתוארות בטבלה 1. במלכודות שהוצבו במטע אגס של פרוד בו היו 50% עצים נגועים בסס הנמר התקבלה לכידה גבוה יחסית (מובהק) עם מלכודות ונדיפיות תוצרת Isagro. בטיפול Isagro נלכדו 19.2 זכרים בממוצע למלכודת בכל העונה. לעומת 1.9 ו- 1.3 במלכודת Serbios עם נדיפית Serbios ונדיפית Phero-Tech, בהתאמה. הלכידה הראשונה בעונה התקבלה בחודש מאי והאחרונה בחודש ספטמבר. רוב הפרטים בטיפול Isagro נלכדו בחודשים יולי ואוגוסט (170 זכרים מתוך 192 שנלכדו בעשר המלכודות כל העונה), והדבר מלמד על תקופת שיא בגיחת הבוגרים. במטע אגס של יראון בו היו 7% עצים נגועים היתה הלכידה אפסית ולא היו הבדלים בטיפולים השונים (טבלה 1).

בכל הטיפולים נמצאו במלכודות גם נקבות (טבלה 1). הסיבה המדויקת ללכידתן אינה ברורה בהתחשב בעובדה שהפרומון משמש למשיכת זכרים בלבד. בטיפולים עם מלכודות Serbios נלכדו יותר נקבות מזכרים, אך נראה שהדבר אקראי ואינו קשור לסוג המלכודת. שכן, גם במלכודות Isagro נמצא מספר דומה של נקבות. ההבדלים בשיעור הלכידה של זכרים ונקבות בטיפולים השונים מצביעים על כך שלא היתה השפעה של הנקבות על לכידת הזכרים. בסדקים הקיימים בגנות המלכודות נמצאו ביצים, וייתכן שהסיבה להופעת הנקבות במלכודות היתה העדפתן להטיל במקומות גבוהים.

טבלה 1: מספר הבוגרים של סס הנמר שנלכדו במלכודות פרומון בכל העונה (180 ימים).

מספר נקבות ( $\pm$ SD ממוצע)	מספר זכרים ( $\pm$ SD ממוצע) <sup>1</sup>	סוג הנדיפית	סוג המלכודת	% עצים נגועים	מקום
6.3 $\pm$ 4.9	1.9 $\pm$ 1.3 b	Serbios	Serbios	50	פרוד
4.7 $\pm$ 2.0	1.3 $\pm$ 1.1 b	Phero-Tech	Serbios		
3.2 $\pm$ 1.9	0.6 $\pm$ 0.9 b	ללא נדיפית	Serbios		
5.4 $\pm$ 2.5	19.2 $\pm$ 9.9 a	Isagro	Isagro		
0.4 $\pm$ 0.5	0.3 $\pm$ 0.5 ab	Serbios	Serbios	7	יראון
0.3 $\pm$ 0.5	0.1 $\pm$ 0.3 ab	Phero-Tech	Serbios		
0	0 b	ללא נדיפית	Serbios		
0.6 $\pm$ 0.7	0.9 $\pm$ 1.0 a	Isagro	Isagro		

<sup>1</sup> ממוצע פרטים למלכודת בכל העונה. אותיות לועזיות שונות מצביעות על הבדלים מובהקים בטיפולים השונים בכל מטע בנפרד, לפי מבחן Tukey ברמת מובהקות  $P < 0.05$ .

### ב. יעילות ההדברה של סס הנמר בשיטת "בלבול הזכרים"

תוצאות ההדברה של סס הנמר בשיטת "בלבול הזכרים" מפורטות בטבלה 2. לאחר עונה אחת של יישום שיטת ה"בלבול" היתה ירידה של 20% במספר העצים הנגועים בסס הנמר לעומת עלייה של 36% בביקורת. הדבר מצביע על כך ששיטת ה"בלבול" הגבילה את התפתחות האוכלוסייה. בעונה הנוכחית חידשנו את הנדיפיות במחצית העונה וניתן לצפות להשפעה גדולה יותר של טיפול ה"בלבול". תוצאות ההדברה של העונה האחרונה ייבדקו בחודש מרץ 2005 ויופיעו בדיווח הבא. במועד זה קל יותר לאתר את העצים הנגועים כתוצאה מפעילות מוגברת של זחלים לקראת הגיחה באביב ובקיץ.

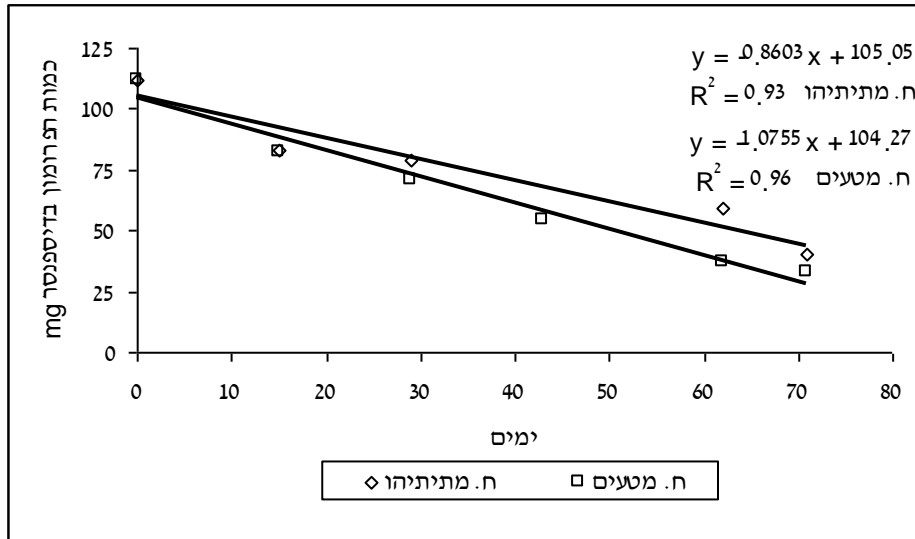
טבלה 2: רמת הנגיעות בסס הנמר (% עצים עם לפחות מחילה אחת פעילה) בניסויים לקביעת יעילות ההדברה בשיטת "בלבול הזכרים".

הטיפול	מספר חזרות	גודל השטח (דונם)	ס"ה עצים	% עצים נגועים לפני טיפול	% עצים נגועים אחרי טיפול
"בלבול"	5	100	9800	4.78	3.86
ביקורת	5	62	6900	6.74	10.54

### ד. קביעת קצב הנידוף ורמת שאריתיות הפרומון בנדיפיות ל"בלבול זכרים"

בבדיקה איכותית של תכולת הנדיפיות שנעשתה באמצעות גז כרומוטוגרף המחובר לספקטרומטר מאסות (GCMS) זוהו החומרים E3-Z13-18Ac, E2-Z13-18Ac, הידועים כפרומון של סס הנמר, ביחס 5:95 בהתאמה. הזיהוי נעשה לפי ספריות ה-GCMS וכן על ידי השוואה לסטנדרטים של מרכיבי הפרומון העומדים לרשותנו. החומרים אינם עוברים איזומריזציה, כי הקשרים הכפולים אינם מצומדים, ומכיון שלשני האיזומרים גם אותה נדיפות, יחס האיזומרים אינו משתנה במשך העונה. הדבר הוכח בבדיקה ב-GCMS של נדיפיות לאחר חודש מזמן הצבתן במטע. בבדיקה הכמותית שנעשתה בעזרת GC רגיל (עם גלאי FID) נמצא קצב שחרור לינארי של 1.07 ו-0.86 מ"ג ליום עבור המרכיב העיקרי של הפרומון במשך 70 ימים, בחוות המטעים ובחוות מתיתיהו, בהתאמה (איור 1). קצב השחרור במטע של חוות המטעים (70 מטר מעל פני הים) היה גבוה ב-20% מזה שנמצא במטע של חוות מתיתיהו (700 מטר מעל פני הים), וייתכן שהדבר נובע מהבדלים באקלים.

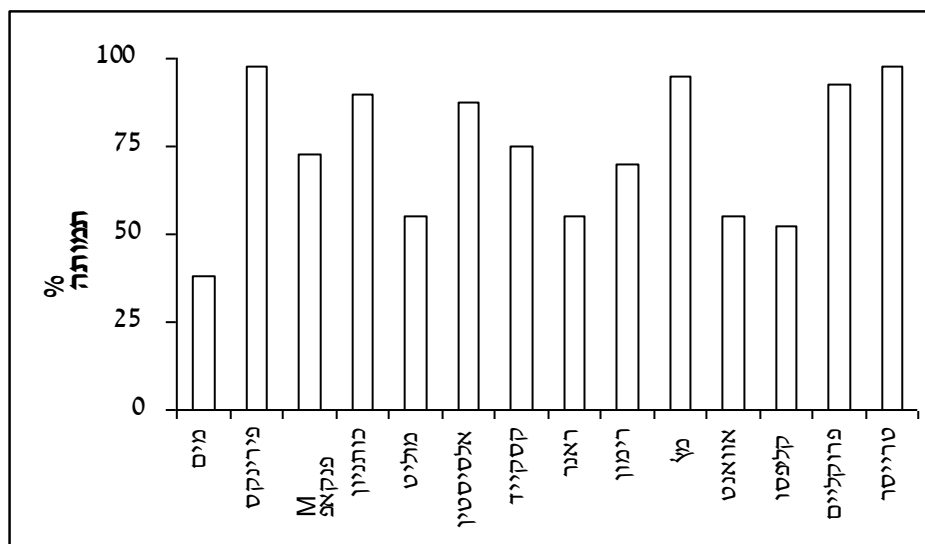
בבדיקה בעזרת מאזניים אנליטיים נמצאה ירידה לינארית במשקל הנדיפית במשך 150 ימים, ולא היו הבדלים בקצב הירידה (0.46 מ"ג ליום) בין חוות המטעים לבין חוות מתיתיהו (לא מוצג). בהנחה שהפרומון הוא המרכיב העיקרי שמתנדף ניתן ליחס את הירידה במשקל הנדיפית לירידה בכמות הפרומון.



איור 1: כמות הפרומון (מ"ג) שנותרה בנדיפית בבדיקה שנעשתה בעזרת גז כרומטוגרף לנדיפיות שהוצבו בחוות המטעים ובחוות מתיתיהו.

**ה. יעילותם של תכשירי הדברה ברנניים**

תוצאות בדיקת יעילותם של תכשירים ברנניים בהשוואה לזרחנים אורגניים מפורטות באיור 2. בבדיקות שנערכו לאחר 14 ימים ממועד האילוח של זחלי סס הנמר על ענפים שנטבלו בתכשירים נמצאה תמותה של מעל 75% בטיפולים עם טרייסר פרוקליים, מץ', אלסיסטין, פירינקס וכותניון. למעט שני התכשירים האחרונים כל האחרים נחשבים ברנניים יחסית. יעילותם של יתר התכשירים שנבדקו היתה נמוכה.



איור 2: אחוז התמותה של זחלי סס הנמר שנחשפו לתכשירים שונים בריכוז שדה.

## ו. לימוד ההתנהגות המינית של סס הנמר

מספר השתילים שמהם הגיחו בוגרים היה קטן יחסית, ולא היו מקרים בהם הגיחו זכר ונקבה בו-זמנית. עובדה זאת מנעה את האפשרות לבצע את הניסויים ללימוד ההתנהגות המינית של הזויגים.

## דיון

מטרת המחקר העיקרית היתה לשפר את ממשק ההדברה של סס הנמר, ולהפחית את השימוש בזרחנים אורגניים. בהתאם נערכו ניסויים לקביעת יעילותן של מלכודות ניטור ושימוש באמצעי הדברה ברנניים. במלכודות עם נדיפיות מתוצרת Isagro התקבלה הלכידה הגבוהה ביותר של זכרים (19 זכרים במוצע למלכודת במשך 150 ימים), אך לא נמצא דפוס התנהגות ברור ללכידה במשך העונה ולא ניתן לעשות שימוש במלכודות לתזמון מועדי ההדברה. בחלק מהמלכודות נמצאו גם נקבות, ולא ברורה הסיבה לכך. כדי להסביר את הלכידה הנמוכה של זכרים במלכודות ואת הופעתן של הנקבות דרוש מידע על ההתנהגות המינית של הזויגים. מידע זה טרם הצלחנו להשיג בגלל הקושי לקבל בוגרים חיוניים במערכת גידול מבוקרת.

בבדיקת יעילות ההדברה של סס הנמר בשיטת "בלבול הזכרים" נמצאה פחיתה בשיעור העצים הנגועים לאחר יישום השיטה במשך עונה אחת. לפי תוצאות השאריות של הפרומון בנדיפיות, בבדיקה בגז כרומוטוגרף, התקבל שחרור לינארי למשך 70 ימים. אשתקד היה משך זמן השחרור דומה (80 ימים), וכדי לכסות את כל תקופת פעילות הבוגרים צריך לחדש את הנדיפיות במחצית העונה. בהקשר זה ראוי לציין את חשיבות הבדיקה של שאריות הפרומון בנדיפיות כדי לקבוע את המועד לחידוש הנדיפיות במטע. בשתי השיטות שנבדקו, בשקילה ועם גז כרומוטוגרף, התקבל שחרור לינארי של פרומון מהנדיפיות. עובדה זאת מאפשרת להשתמש בשיטת השקילה למעקב אחר שחרור הפרומון באופן מקומי בכל מטע ומטע. אך כדי לקבוע את המועד לחידוש הנדיפיות צריך לבצע בדיקה כמותית מדויקת עם גז כרומוטוגרף.

ראוי לציין, שחידוש הנדיפיות במטע משפיע ישירות על הכדאיות הכלכלית ליישום השיטה. אחת האפשרויות לפתור בעיה זאת היא לבדוק את יעילות ההדברה במינון נמוך יותר של נדיפיות. אך, לפי ניסיוננו (ב"בלבול" של עש התפוח) הפחתת המינון אפשרית רק כאשר רמת האוכלוסייה נמוכה וכן, במינון נמוך מ-50 נדיפיות לדונם יש כישלונות בהדברה. הדבר נובע כנראה מהיווצרות "איים" שאינם מכוסים בפרומון כתוצאה מהגדלת המרחק בין הנדיפיות. ניתן לבדוק אפשרות נוספת להקטין את הוצאות ההדברה בשיטת ה"בלבול" על ידי הצבת הנדיפיות רק פעם אחת בעונה בתקופת השיא של פעילות הבוגרים, ולהשלים את ההדברה עם תכשירים ברנניים. אפשרות זאת יכולה להתאים במטעים עם אוכלוסייה גבוהה, בהנחה שמחיר השימוש בתכשירים יהיה נמוך יותר מחידוש הנדיפיות ל"בלבול". לפי תוצאות העבודה הנוכחית יש מספר תכשירים ברנניים היכולים להיות תחליף לזרחנים האורגניים, ויש צורך לבדוק את יעילותם גם בתנאי שדה.