



ד"ר ענת לוי-זאדה

## על התמרי הקטן: פיתוח כלים ללכידה המונית באמצעות פרומונים

ענת לוי-זאדה (anatzada@volcani.agri.gov.il), מעיין דוד,  
דניאלה פפר, עזרא דונקלבלום / המכון להגנת הצומח, מינהל  
המחקר החקלאי  
אבי סדובסקי, תמיר טיקוצ'נסקי, עדי קצמן, אלה יוסל /  
מו"פ ערבה דרומית  
סבטלנה דוברנין / שה"מ, משרד החקלאות  
ג'ון אלן באיירס / הפקולטה לחקלאות ברחובות



צילום: אבי סדובסקי

### תקציר

יהיו מרכיבי פרומון המין של עש התמר הקטן, *Batrachedra amydraula*, איפשר פיתוח פיתיון סינתטי רגיש ויעיל הן לניסור והן ללכידה המונית של מזיק זה ואחרים. העבודה שלהלן מפרטת את יתרונות שיטת הלכידה הממונית שפותחה בניסויי שדה ומודלים תאורטיים, כאשר השיטה נבחנת כיום בתוכנית הדברה בערבה דרומית בשטחים הנוגעים בעש התמר הקטן.

### מבוא

זחלי עש התמר הקטן, מזיק מפתח בתמרים, תוקפים את הפרחים, החנטים והפירות עד שלב החלפת הצבע וגורמים להפלתם. בנגיעות קשה רוב היבול עלול לנשוך. נזק נוסף נגרם כנראה מפייחת המתפתחת בשלב הבוחל בפירות שנפגעו מהזחלים. הדברת הזחלים מבוצעת כטיפול מונע או כטיפול תגובתי בתכשירי הדברה שונים. ניסיונות לזיהוי פרומון המין של

בתמונה למעלה: פירות תמר נוגעים בזחלים של עש התמר הקטן

עש התמר הקטן נמשכו שנים רבות וכשלו בגין הקושי לגדל את העש בתנאי מעבדה, כמויות זעירות של פרומון אותן משחררת הנקבה ושיטות האנליזה שהיו נהוגות בעבר. פיתוח שיטה אנליטית חדשה הביא לזיהוי שלושת המרכיבים החשובים של הפרומון, ביחס 2:2:1, בהתאמה (1, 2):

1. Z5-decenyl acetate;

2. Z5-decen-1-ol;

3. Z4,Z7-decadienyl-1-acetate.

הזיהוי איפשר פיתוח מערכת ניסור המתריעה על עלייה בתפוצת העש ומאפשרת עיתוי הדברה מדויק תוך חיסכון בכלי גובה והפחתה של כ-50% בתכשירי הדברה. עקב ההפחתה בתכשירי ההדברה ויעילות נמוכה של חלק מהם, כנראה עקב התפתחות עמידות בעש, עלה הצורך בחיפוש שיטות אלטרנטיביות להדברתו. לכידה המונית באמצעות פרומון מתאימה ביותר לעש התמר הקטן היות שהוא אנדמי (בל-עדי) לתמר. בעבודה זאת מפורטות שיטות העבודה שפותחו לניסור וללכידה המונית של עש התמר הקטן ויכולות לשמש גם במזיקים אחרים.

# עלון הנוטע

■ **ניטור זחלים:** פעולה זו בוצעה אחת לשבוע בארבעה עצים לחלקה בשלושה מסעי 'מגהול' ושלושה מסעי 'דקל נור'. כל האשכולות מכל עץ נוערו לתוך מכלי פלסטיק (תמונות 3, 4), הפרי שנשר הועבר תוך שעה עד שתיים לבדיקה במעבדה, בכל דגימה/עץ נספרו הזחלים, נמדד גודלם והתוצאות שימשו כהמלצות הדברה למגדלים ולבקרה על יעילות ההדברה. בעו' נות 2013/14 החל הניטור באפריל עם 60% פרחים פתוחים, ונמשך עד תחילת יולי. ב-2015 החל הניטור באמצע מרץ.



צילם: אבי סדובסקי

תמונה 3: לצורך ניטור זחלים נוערו האשכולות לדליים



תמונה 4: זחלי העש תוקפים את הפרחים, החנוטים והפירות עד שלב החלפת הצבע וגורמים להפלתם

■ **פיתיון 'מדמה נקבה' (FD):** היות שנקבות עש התמר הק' טן אינן שורדות בבלב בשדה לא ניתן להעריך באופן ישיר את מידת האטרקטיביות של פיתיון ניטור בהשוואה לפיתיון של נקבה חיה 'קוראת' המשחררת פרומון - נתון חיוני להערכת סיכויי ההצלחה של הלכידה ההמונית. לשם הערכת פותח פיתיון סינתטי מדמה נקבה. בעבר נמצא כי בשיא שחרור הפרומון, בלילה אחד, משחררת הנקבה כ-1 נוגרם *Z5-decenyl acetate*, המרכיב העיקרי של הפרומון (1). נראה

## שיטות וחומרים

■ **ניסויי שדה:** בכל ניסויי השדה, אלא אם צוין אחרת, נעשה שימוש במערכת ניטור שפותחה בעבר הכוללת מלכודת דלתא קטנה (תמונה 1), תחתית דבק הניתנת להחלפה ופיתיון סינתטי המורכב מנדיפית גומי טעונה ב-1 מ"ג פרומון. המלכודות נתלו במסעי תמר שונים בערבה דרומית, בצד צפוני של העץ בגובה 2 מ' מהקרקע (1, 2).



צילם: אבי סדובסקי

תמונה 1: מלכודת דלתא קטנה המכילה פיתיון סינתטי המורכב מנדיפית גומי טעונה ב-1 מ"ג פרומון



צילם: www.2nm.se

תמונה 2: עש בוגר

■ **מיקסום פעולת הפיתיון:** בעבר נמצא שפיתיון המכיל 1 מ"ג פרומון הוא המתאים ביותר לניטור (1, 2). לכידה המונית באה להפחית את אוכלוסיית המזיק באמצעות לכידת זכרים ועל כן נבדק תחילה אם הגדלת המינון תעלה משמעותית את מספר הלכידות. המינונים שנבדקו היו 1, 10, 20 ו-50 מ"ג פרומון לנדיפית.

■ **תעופה יממתית:** זו נבדקה בארבע יממות נפרדות, מה-3.7.16 עד ה-12.7.17, בשש מלכודות שנתלו במרחק 36 מ' זו מזו. הלכידות נרשמו מדי שעה בין 24:00 ל-08:00 בבוקר וכל שעות בשאר שעות היממה.

■ **תעופה עונתית:** זו תועדה במשך שלוש שנים, בין 2013 ל-2015, בשמונה מסעי 'מגהול' ו'דקל-נור' בערבה דרומית. בכל מסע/ז נתלו ארבע עד שש מלכודות שנבדקו אחת לשבוע עד עשרה ימים. הפיתיונות הוחלפו כל ארבעה-חמישה שבועות.



(איור 1). במאמרים קודמים (1, 2) נמצא כי אין הבדל בלכידות בין נדיפית גומי או פלסטיק הטעונות ב-1 מ"ג פרומון והוחלט על כן להמשיך ולהשתמש בנדיפית גומי.

■ **תעופה יומית, עונתית וניטור זחלים:** נתוני הלכידות ביולי 2016, שכאמור שנושמו מדי שעה במהלך ארבעה ימי בדיקה, הראו שתעופת הזכרים מתחילה לאחר 02:00 בלילה, פוסקת עד 06:00 בבוקר כאשר שיא התעופה בין 03:00 ל-05:00 לפי נות בוקר (איור 2). ניסוי מוקדם שנערך ב-1 בספטמבר 2014, בו המלכודות נבדקו כל שעות, הראה, בדומה, כי התעופה החלה בין 01:00 ל-03:00 בלילה, הסתיימה בין 05:00 ל-07:00 בבוקר ושיאה נרשם בין 03:00 ל-05:00. תעופה עונתית נרשמה בערבה דרומית במסעי 'מג'הול' ו'דקל נור' במשך שלוש שנים, בין 2013 ל-2015. בשנים אלו החלה התעופה בתחילת מרץ והסתיימה בסוף ספטמבר עם שלושה ימי פעילות חופפים (איור 3א, ב). בנוסף לשלושת הדורות העיקריים נצפו באוגוסט ובספטמבר שני דורות קטנים ויכר שהתעופה במסעי 'דקל נור' לרוב גבוהה מזו שב'מג'הול' (איור 3א, ב).

■ **ניטור הזחלים:** בעונות 2013/14 החל ניטור הזחלים בהתאם לפרוטוקולי עבודה בחבל אילות, כאשר 60% מהפרחים היו פתוחים. היות שב-2014 נמצאו זחלים בתחילת אפריל, ב-2015 הוחל הניטור מוקדם יותר, כבר מאמצע מרץ, אך ללא תוצאות. שבועיים מאוחר יותר, ב-2 באפריל, נמדד השיא הראשון של זחלים בניטור ואחריו עוד שני ימים, באמצע מאי ותחילת יוני (איור 4). בדרך כלל באפריל נראית ירידה בכמות הזחלים בעקבות טיפולי הדברה, כאשר זיהוי מאוחר שלהם תלוי ביעילות הריסוס שבוצע. ניטור הזחלים הופסק עם כיסוי האשכולות ברי שתות - ב'מג'הול' בסוף יוני וב'דקל נור' באמצע יולי.

■ **מינון פיתיון מדמה נקבה (FD):** הלכידה בפיתיון זה בכל המינים הנומים הנמוכים ובכל מועדי הבדיקה הייתה גבוהה מביקורת (איור 5). לאחר שבועיים חלה ירידה חזקה בלכידות במלכודות

כי כמות כה נמוכה של פרומון בנדיפית בתנאי האקלים הקיצוניים בערבה, בהנחה ש-60% ממנו מתנדפים במהלך השבועיים הראשונים מההצבה במסע (3), אינה מתאימה לבדיקה. נבדקו על כן חמישה מינים הנומים פי 50 עד 1,000 ממינון הפרומון בפיתיון הניטור: 0 (ביקורת), 1, 5, 10 ו-20 מ"ג לנדיפית. במסע נוגע נתלו באקראי, במרחקים של 27 מ' זו מזו, חמש מלכודות למינון למשך 38 יום. אחת לשבעה עד עשרה ימים, במהלך ספירת הלכידות השבועית, הוזזו המלכודות בעמדה אחת כך שבתום הניסוי נבדקו כל המינונים בכל עמדה.

■ **טווח ההשפעה של מלכודות הניטור:** מרחק ההשפעה של פיתיון במלכודת ניטור או לכידה המונית הוא הטווח ההתחלתי בו רצוי לפזר את מלכודות הפרומון במשטר הדברה מסוג זה. פיתיון MT (Monitor-ing trap) במינון של 1 מ"ג שימש לניטור וללכידה המונית ופיתיון FD (Female dosage) במינון של 10 מ"ג שימש לדימוי נקבה. שניהם הושמו במלכודות דלתא וזאת במסגרת שלושה ניסויים שבוצעו בשני מסעי 'דקל נור' מיום 27.4.15 ועד 5.7.15. המלכודות נתלו בשתי שורות עצים מאונכות אחת לשנייה, בצורת X שבמרכזו מלכודת ניטור MT ובארבע זרועות ה-X מלכודות FD עם פיתיון מדמה נקבה. בניסוי הראשון הוצבו מלכודות FD במרחקים של 9, 18, 27, 36, 45 ו-54 מ' מהמלכודת המרכזית, ובניסויים הבאים במרחקים של 9, 18, 27, 36, 45, 54, 63 ו-72 מ' מהמרכזית.

■ **רדיוס משיכה אפקטיבי של מלכודת עם פיתיון וגובה תעופה:** הערכים במודלים של לכידה המונית, רדיוס משיכה אפקטיבי כדורי (EAR) ורדיוס משיכה אפקטיבי מעגלי (EARc) היום ערכים מספריים המתארים את עוצמת המשיכה של מערכת מלכודת-פרומון ומתייחסים לכדור ומעגל דמיוניים שבהם 100% מהזכרים הנקלעים אליהם יילכדו (4).

כדי לקבוע ערכים אלה עבור מערכת פיתיון-מלכודת של עש התמר הקטן בוצעו שני ניסויי שדה:

1. על מוט אנכי בגובה 6 מ' הוצבו שישה בקבוקי פלסטיק שקופים מכוסים דבק במרחק של 1 מ' זה מזה, במטרה לבחון גובה לכידה אקראית;

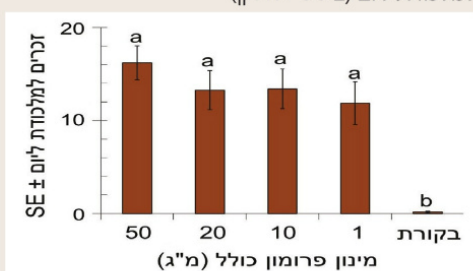
2. על מוטות אנכיים בגובה 2 מ' הוצבו 14 בקבוקי פלסטיק בנפח 1.5 ליטר, במרחק 27 מ' זה מזה, שכוסו בדבק חריקים ללא פיתיון. הליכידות בבקבוקים הושו ללכידות במלכודות דלתא עם משטח דבק תחתון ובמלכודות דלתא שכל חלקן הפנימי מרוח בדבק ('סוטר', 'מכתשים'), הטעונות בפיתיונות ניטור MT ומדמה נקבה FD (n=4).

■ **סטטיסטיקה:** בניסויי לכידת זכרים במלכודות ובחנה מו' בהקוץ ההפרש בין ממוצעי הטיפולים במבחן ANOVA. נוסחת גרגסיה לא לינארית לעקום המתאים ביותר נמצאה בעזרת Table Curve 2D version 5.01.

## תוצאות

■ **מיקסום פעולת הפיתיון:** העלאת המינון של פיתיון הפרומון מ-1 ל-10, 20 ו-50 מ"ג לא השפיעה באופן מובהק על ממוצע הלכידות

איור 1: השפעת מינון הפרומון על ממוצע לכידת זכרים למלכודת ליום (± סטיית תקן)



- נבדק במשך 18 יום במסע 'דקל נור' באביב 2013, חמש חזרות לטיפול.

# עלון הנוטע

של 1 מק"ג, במינונים של 5 ו-10 מק"ג חלה ירידה חזקה בלכידות לאחר ארבעה שבועות ומינון של 20 מק"ג החזיק כחודש. על כן הוחלט להשתמש בפיתיון של 10 מק"ג כמדמה נקבה קוראת. מינון זה נמוך פי 100 ממינון של מלכודת ניטור (MT) המשמשת גם ללכידה המונית.

■ **טווח ההשפעה של מלכודת ניטור:** בשלושת הניסויים נמצא כי לפיתיון ניטור MT טווח השפעה של 36 עד 45 מ' (איור 2), בו הלכידות במלכודת FD נמוכות ביותר. בטווח השפעה של 54 מ' ויותר מתחילה עלייה בלכידות במלכודת FD בעקבות היח' לשות ההשפעה של פיתיון MT. בטווח השפעה נמוך מ-36 מ' יש עלייה בלכידות FD המוסברת בכמות גבוהה של זכרים עים ממרחק לעבר פיתיון MT, אולם בהיעם סמוך לפיתיון FD הם מזהים אותו כנקבה, נעים לקראתו ולכדים. עלייה בלכידות במלכודות FD סמוכות למלכודת MT, בטווח של 4.5 עד 12 מ', נמצאה גם בניסויים אחרים (תוצאות לא מובאות).

■ **גובה התעופה:** בוגרים של עש התמר הקטן נתקלו באיך ראי במלכודות שהוצבו בשישה גבהים במסע צעיר: ארבעה עשים נלכדו בגובה 1 מ', ארבעה בגובה 2 מ', שמונה ב-3 מ', חמישה נלכדו בגובה 4 מ', שניים ב-5 מ' ושלושה עשים נלכדו בגובה 6 מ'. מכאן חושב גובה תעופה ממוצע של  $3.23 \pm 1.53$  מ' (סטיית תקן), דומה לגובהם הממוצע של האשכולות במסע.

■ **רדיוס משיכה אפקטיבי (EAR) של צירופי מלכודת-פיתיון שונים:** לכידה שבועית ממוצעת למלכודת גלילית ריקה עמדה על 0.143 זכרים ( $n=14$ ), במלכודת דלתא קטנה עם תחתית דבק טעונה MT נלכדו 137.25 זכרים, בדלתא קטנה עם תחתית דבק טעונה FD נלכדו 10.7 זכרים, במלכודת סוטר של דלתא טעונה MT נרשמו 230.25 לכידות ובסוטר טעונה FD נרשמו 9.0 לכידות ( $n=4$ ). מנתונים אלה חושב ה-EAR, רדיוס המשיכה האפקטיבי של המלכודות השונות:

- לדלתא קטנה טעונה MT חושב EAR של 2.89 מ';

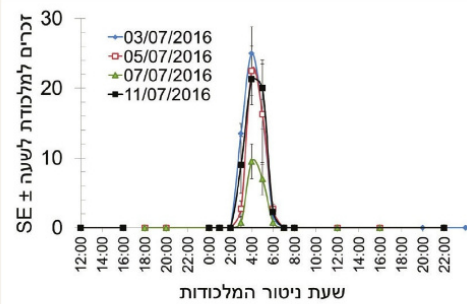
- לדלתא טעונה FD חושב EAR של 0.8 מ';

- לסוטר טעונה MT חושב EAR של 3.75 מ';

- לסוטר טעונה FD חושב EAR של 0.74 מ'.

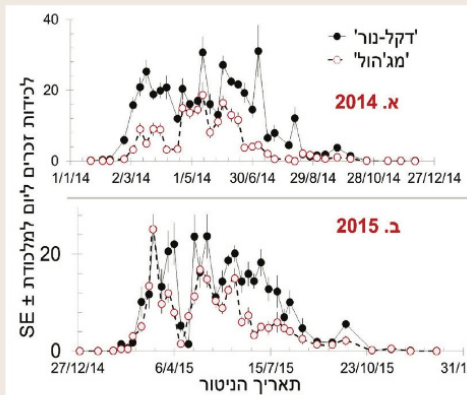
על פי נתוני ה-EAR וסטיית התקן ניתן לחשב את ה-EARc (רדיוס משיכה אפקטיבי מעגלי) של כל צירוף מלכודת-פיתיון ואיתו לבצע סימולציית לכידה בתנאים משתנים של גודל שטח, מספר מלכודות ומספר הזכרים המתווספים לשטח (מהתפרפרות גלמים כמו גם פלישה מבחוץ). EARc שחושב עבור מלכודת סוטר עם פיתיון פרומון 1 מ"ג הוא 5.76 מ' - ה-EARc האטרקטיבי ביותר שחושב עד כה למזיק כלשהו. לדוגמה, EARc שחושב עבור זחל ורוד בכותנה הוא 2.61 מ'.

■ **סימולציה ומודלים:** ערכי EARc וסטיית תקן שעלו מתוצאות ניסויי הלכידה במלכודת דלתא קטנה עם פיתיון MT הוטמעו בתוכנות סימולציה. בהנחה כי אורך חי נר נע בין 10



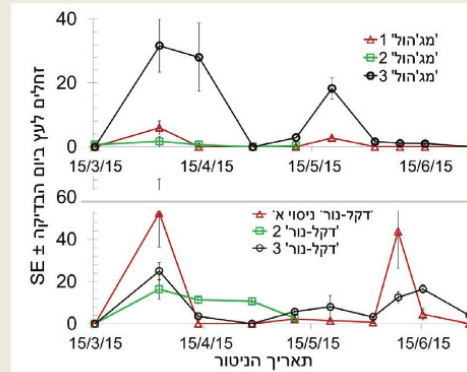
**איור 2:**  
לכידת זכרים  
ממוצעת לשעה  
( $\pm$  סטיית תקן)

- בוצע בשש מלכודות דלתא טעונות ב-1 מ"ג פרומון במסע 'דקל נור' בארבעה ימים ופרדים ביולי 2016.



**איור 3:**  
תעופה עונתית  
יומית ממוצעת  
( $\pm$  סטיית  
תקן) בחלקות  
'מגהול' ו'דקל  
נור' סמוכות;  
באה לביטוי בל-  
כידה ממוצעת  
של זכרים/  
מלכודת/יום

- נבדק בארבעה מסעים ב-2014 (3א) ובשישה מסעים ב-2015 (3ב).



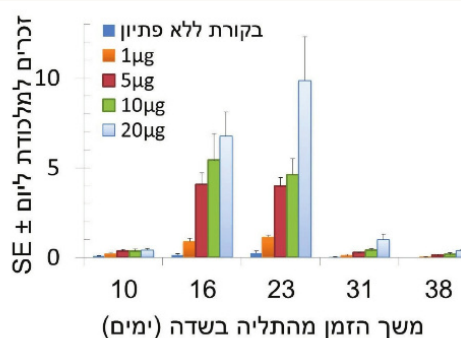
**איור 4:**  
מספר זחלים  
ממוצע לעץ  
( $\pm$  סטיית  
תקן)

- נמדד לאחר ניעור כל האשכולות מארבעה עצים אקראיים בכל מסע, מדי שבעה עד 14 יום.  
- הניטור בוצע בשלושה מסעים מכל זן ('מגהול' ו'דקל נור').

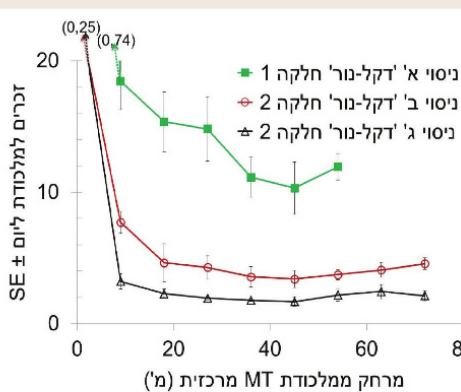


האוכלוסיה, ניתן להשתמש במלכודת דלתא קטנה עם תחתית דבק הניתנת להחלפה ובפיתיון המכיל 1 מ"ג פרומון. עם זאת, המלכודת שנמצאה המתאימה ביותר לצורך לכידה המונית וניסור היא מלכודת דלתא שהחלק הפנימי של פאותיה מרוח בדבק חרקים. מלכודת מסוג זה לכדה פי 2 יותר ממלכודת דלתא קטנה פתוחה שרק בסיסה מרוח בדבק (3). נמצא, כי המיון המיטבי ללכידה המונית זהה לזה שבניסור, משום שכמות פרומון גבוהה מ-1 מ"ג לנדיפות לא הביאה לעלייה מובהקת בלכידות (איור 1).

■ **פעילות העש:** על פי הניסור, פעילות העש מתחילה בכ"ו חזר ומסתיימת באוקטובר-נובמבר ונראה שהיא קשורה לתאי מזג האוויר. לאורך השנים נמצא דמיון רב בפעילות העש בין המסעים השונים עם הבדל קל במועדיה. פעילות העש מתחילה בדרום בקיבוץ אילות ומגיעה צפונה, לאזור קיבוץ יהל, שבוע עד שבועיים מאוחר יותר. במהלך השנים זוהו שלושה גלי תנועה עיקריים: במרץ-אפריל, באפריל-מאי ובמאי-יוני ונמצאה חפיפת דורות בין גלי התנועה (איור 3), התלויה במזג האוויר וביישום טיפולי הדברה ויעילותם. בנוסף זוהו שני גלים קטנים של תנועת זכרים בין יולי לאוקטובר. נמצא קשר בין עלייה חדה בקצב לכידת זכרים והופעת זחלים באשכולות, בדרך כלל שבועיים-שלושה מתחילת העלייה החדה בלכידות, בעיקר בגל הראשון. ניתן לזהות זחלים באשכולות באמצעות בדיקת הית פרחות במעבדה, הכוללת ניסור האשכולות ובדיקת הפרחים והחנשים שנשרו מהם. קשר זה מאפשר להיערך מבעוד מועד עם כלי הגובה לביצוע ניסור ובמידת הצורך להדברה. רמת הלכידות במלכודות הניסור לאחר הדברה כימית מצביעה על יעילותה של זו האחרונה ועל הצורך בבדיקת הזחלים באשכולות. במסעים שפעלו לפי עקרונות אלה נרשמה הפחתה בפגיעה בפרי ובחלק מהם הפחתה ביישום תכשירי ההדברה. במסעים מסעים בהם לא חלה ירידה בלכידות נמצא כי ההדברה לא הייתה יעילה, לא בוצעה בזמן או שהתפתחה עמידות לתכשיר. המידע לגבי השעון הביולוגי היומי של קריאת הנקבה ומועדי 'רגישות' הזכר לקריאה, כנראה בשעות בהן הוא מעופף, יכול לשמש לבלבול באמצעות 'פאפרים' (מתקנים אוטומטיים הני תלים על עצים במטע ומשחררים תרסיסי פרומונים במועדים קצוצים), ובכך לחסוך בפרומון. נמצא כי הזכרים נמשכים למלכודות כשש שעות מרדת החשיכה עם שיא בין 03:00 ל-05:00 (איור 2). רגישות הזכרים לפרומון מתחילה סמוך למועד הקריאה של הנקבות, שנקבע בעבר באנליזה כימית (1, 2). הדרישה להפחתת השימוש בתכשירי הדברה והירידה ביעילות התכשירים המותרים מביאות לחיפוש שיטות אלטרנטיביות להדברת עש התמר הקטן. מוזיק, כמו גם עש התמר הגדול *Aphomia sabella*, מהווים מזיקי מפתח ל"מלהול" בערבה. עש התמר הגדול גורם לפגיעה בשלושה-ארבעה אשכולות לעץ לעז



**איור 5:**  
לכידה ממוצעת ליום (± סטיית תקן) במלכודות דלתא טעונות בפי תיונות מדמי נקבה עם מיונים מופחי תים בכמה מועדיים, בין ה-6.4.14 ל-14.5.14 (38 יום)



**איור 6:**  
השפעת מרחקים שונים (n=4) של מלכודות FD טעונות ב-10 מק"ג פרומון ממלכודת מרכזית MT טעונה ב-1 מ"ג פרומון, על לכידה ממוצעת ליום (± סטיית תקן)

- נבדק בשלושה ניסויים במטעי 'דקל נור': ניסוי א' מיום 27.4.15 עד 31.5.15; ניסוי ב' מיום 11.5.15 עד 31.5.15; ניסוי ג' מיום 5.7.15 עד 31.5.15.

ל-14 יום, המודלים נתנו תוצאות המאפשרות הערכת הכמות הראשונית של מלכודות הדרושות לניסור או לכידה המונית בשטח נתון בהתאם לכמות הזכרים הצפויה. תוצאות הסימולציה והמודלים מפורטות במאמר שפורסם לאחרונה בעיתונות בינלאומית (3).

### סיכום ומסקנות

מטרת העבודות שהוצגו לעיל הייתה למצוא את מערכת מלכודת-פיתיון המתאימה ביותר לניסור ולכידה המונית של עש התמר הקטן באמצעות פרומון המין, וכן לפתח מודל לחישוב נתוני פתיחה לניסור וללכידה המונית גם בחרקים אחרים שלא בשיטת ניסור וטעייה. להדברה מסחרית באמצעות לכידה המונית של זכרים דרושה מערכת יעילה מאד של מלכודת-פיתיון. כפי שנמצא בעבר, פרומון המין התלת-מרכיבי יעיל מאד (1-3), מה שמתבטא ברדיוס ההשפעה של נדיפות ניסור בודדת, בין 36 ל-45 מ' (איור 6) ונותן שטח כיסוי שבין 3 ל-6 ד"ר. בכמות הפיתיון הקטנה הדרושה למשיכת זכרים למשך חודש ויותר (איור 5) ובערך EAR הגבוה ביותר המוכר בספרות. לצורך ניסור המזיק, באמצעותו למעשה נדגמת

# אלון הנטע

מבוססות על מודלים מתמטיים (3).

מלכודות הפרחון שפותחו מתרעיות על הופעת העש במטע כבר בתחילת העונה, שבועיים-שלושה לפני הופעת זחלים באי שכולות. הניסור מזהה את התחלת התעופה ונותן מושג טוב לגבי גודל האוכלוסיה ומצבה היחסי, מה שלא ניתן לדעת בוודאות בשיטת הניסור הקודמת של יעור אשכולות תוך שימוש בכלי גובה יקרים. ניסור באמצעות הפרחון MT מתריע גם על יעילות ההדברה, עוד נתון שלא ניתן היה להעריך בעבר.

פיתוח פיתיון מדמה נקבה FD במבנה הניסויי שבוצע מדגים לראי שונה את האפשרות לבחינת סווח ההשפעה של פיתיון ניסור או פיתיון לכידה המונית, וכן קביעת צפיפות המלכודות ההתחלתית והדרושה ללכידה המונית שיטה זו תתאים גם למזיקים אחרים.

## תודה

תודה למגדלי התמרים בערבה דרומית על העזרה בביצוע הניסויים במטעיהם וכן תודה למחלקה החקלאית 'מכתשים אדמה' על אספקת מלכודות סוטר לניסויים. המחקר מומן על ידי המדען הראשי של משרד החקלאות, תוכנית מס' 1719-131, וכן על ידי מ"פ ערבה דרומית.

## רשימת ספרות

1. Levi-Zada A., Sadowsky A., Dobrinin S., David M., Ticuchinski T., Fefer D., Greenberg A., Blumberg D. (2013): Reevaluation of the sex pheromone of the lesser date moth, *Batrachedra amydracula*, using autosampling SPME-GC/MS and field bioassays. *Chemoeecology* 23: 13-20.
2. לוי-זאדה א., דוד מ., פפר ד., בלומברג ד., סדובסקי א., טיקוצ'ינסקי ת., גרינברג א., דוברינין ס. (2014): זיהוי פרומון המין המלא של עש התמר הקטן וניסור המזיק באמצעותו. 'עלון הנוטע' 68: 32-38.
3. Levi-Zada A., Sadowsky A., Dobrinin S., Ticuchinski T., David M., Fefer D., Dunkelblum E., Byers J.A. (2018): Monitoring and mass-trapping methodologies using pheromones: The lesser date moth *Batrachedra amydracula*. *Bull. Entomol. Res* 108: 58-68.
4. Byers J.A. (2011): Analysis of vertical distributions and effective flight layers of insects: three-dimensional simulation of flying insects and catch at trap heights. *Environmental Entomology* 40: 1210-1222.
5. Kinawy M.M., Arissian M., Guillon M. (2015): First field evaluation of mass trapping system for males of the lesser date moth *Batrachedra amydracula* (Meyrick) (Lepidoptera: Batrachedridae) in sultanate of Oman. *International Journal of Advanced Research and Review* 3(5): 223-232. ■

נה המהווים 10-20% מהיבול, אך הנזק ממנו מוגבל, כאשר ניתן לדלל פחות בשאר חלקי העץ ובכך לפצות על אובדן האשכולות. לעומת זאת, פגיעה מעש התמר הקטן ללא הדברה עלולה לגרום לנשירת רוב היבול ולנזק רב למגדל. מכאן, שאם תפוח עכור שיטת הדברה אלטרנטיבית יפחת מאוד יישום תכשיר הדברה ב'מלוח'.

■ **יתרונות הלכידה המונית:** לאחר הזיהוי המלא של פרומון המין של עש התמר הקטן (1, 2) נפתחה האפשרות להדברה אלטרנטיבית שלו. הדבר רת עשים באמצעות פרומונים נעשית לרוב בשתי שיטות: בלבלול זכרים ולכידה המונית. שיטת הבלבלול, המבוססת על הרוויית השטח בפרומון המין כך שהזכר אינו מסוגל לזהות את שובל הפרחון אותו משחררת הנקבה ולהזדווג איתה, יעילה במספר עשים אולם דורשת כמות גבוהה של פרומון על מנת להרוות את האווירה מסביב לנקבות הקוראות. בעצי תמר בהם גובה האשכולות בין 5 ל-18 מ' הנפח הנדרש למילוי פרומון לבלבלול גבוה מאד, כאשר ברוחות היומיות ובטמפרטורות הגבוהות השוררות באזורי גידול התמר רוב הפרומון יתנדף דווקא בשעות היום החמות בהן אין תעור פת זכרים, ומכאן שבלבלול בשיטות הקיימות אינו מתאים לתמרים. לעומת זאת, לכידה המונית מבוססת על לכידת הזכרים מבעוד מועד במלכודת המכילה פרומון וסילוקם מהשטח לפני מועד ההזדווגות.

שיטת הלכידה המונית מתאימה לעש התמר הקטן מכמה סיבות:

1. מזיק זה יחיד לתמר ואין לו פונדקאים אחרים;
  2. הפיתיון שפותח עוצמתי מאד וניתן ללכוד באמצעותו מאות זכרים בלי לה אחד במחיר נמוך יחסית;
  3. מטעי התמרים בערבה נטועים במרחקים של מאות מטרים עד מספר קילומטרים זה מזה, בתוך מדבר קיצוני, כך שגיוס זכרים או נקבות מופרות מבחץ צפוי להיות שולי;
  4. כמות הפרטים החורפים במטע נמוכה מאד ומכאן שרוב הסיכוי ללכוד את רובם ולמנוע דור אביבי גדול. למסקנות דומות הגיעו חוקרי תמרים בארצות ערב הבודקים לכידה המונית עם הפרומון שזוהה על ידינו (5).
- **צפיפות המלכודות:** כמות הפיתיונות וצפיפות המלכודות בשיטת לכידה זו נקבעות לרוב באמצעות ניסוי וטעייה, בהתאם למספר הלכידות וגו' בה הנזק. השאיפה היא להגיע לצפיפות מלכודות מיטבית, הן כדי להימנע מגילוי נקבות 'לא מכוסות' על ידי זכרים והן כדי לשמור על יעילות כלכלית. לצורך קביעת צפיפות המלכודות עם פיתיון MT של 1 מ"ג פותח פיתיון מדמה נקבה (FD) קוראת המכיל 10 מק"ג פרומון. בניסויי השדה נמצא כי רדיוס השפעת פיתיון MT, כפי שנמדד במלכודות טעונות FD, נע בין 36 ל-45 מ' ומעבר לטווח זה לא נראתה השפעה (איור 6). מכיון שבמשטר לכידה המונית מדובר ביותר משתי מלכודות MT צמודות, הרי ש-27 מ' בין שתי מלכודות נראה מרחק מתאים לבדיקה ראשונית. מלכודות FD המפורזות בחלקות ניסוי של לכידה המונית משמשות להערכת יעילותה של זו. ערך EARC (רדיוס משיכה אפקטיבי מעגלי) של מלכודת סוטר שחושב הוא 5.76 מ', כאמור הגבוה והאטרקטיבי ביותר שחושב עד כה למזיק כלשהו. ערכים בסדר גודל כזה מראים שמערכת פיתיון-מלכודת לעש התמר הקטן חזקה מאד ומעלה את סיכויי ההצלחה של הלכידה ההמונית. ניסיונות השדה והמסקנות שתוארו לעיל אוששו בסימולציות