



ד"ר ענת לוי-זאדה

על התמרי הקטן: פיתוח כלים ללכידה המונית באמצעות פרומונים

ענת לוי-זאדה (anatzada@volcani.agri.gov.il), מועיין 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 דוברינין / שה"מ, משרד החקלאות
ג'ון אלן באיירס / הפקולטה לחקלאות ברחובות

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.

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



צילום: אבי סדובסקי

תקציר

יהיו מרכיבי פרומון המיון של עש התמר הקטן, *Batrachedra amydraula*, איפשר פיתוח פיתיון סיתטי רגיש ויעיל הן לניטור והן ללכידה המונית של מזיק זה ואחרים. העבודה שלהלן מפרטת את יתרונות שיטת הלכידה ההמונית 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. בניגועת קשה רוב היבול עלול לנשוך. נזק נוסף נגרם כנראה מפייחת המתפתחת בשלב הבוחל בפירות שנופגו 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

עלון הנטע

■ **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 שעתיים לבדיקה במעבדה, בכל דגימה/עץ נספרו הזחלים, נמדד גודלם והתוצאות שימשו כהמלצות הדברה למגדלים ולבקרה על יעילות ההדברה. בעו נת 2013/14 החל הניטור באפריל עם 60% פרחים פתוחים, ונמשך עד תחילת יולי. ב-2015 החל הניטור באמצע מרץ.



צילום: 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 הקי סן אינן שורדות בכלוב בשדה לא ניתן להעריך באופן ישיר את מידת האטרקטיביות של פיתיון ניטור בהשוואה לפיתיון של נקבה חיה 'קוראת' המשחררת פרומון - נתון חיוני לה ערכת סיכויי ההצלחה של הלכידה ההמונית. לשם העריכה 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).



צילום: אבי סדובסקי

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



צילום: www.2.nhm.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 פרום מון 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 שעתיים בשאר שעות היממה.

■ **תעופה עונתית:** זו תועדה במשך שלוש שנים, בין 2013 ל-2015, בשמונה מסעי 'מגהול' ו'דקל-נור' בערבה דרומית. בכל מסע/זן נתלו ארבע עד שש מלכודות שנבדקו אחת לשבעה 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 שנרשמו 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 שעתיים, 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 שיאי פעילות חופפים (איור 3א, ב). בנוסף לשלושת הדורות העיקריים נצפו באוגוסט ובספטמבר שני דורות קטנים וניכר 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 אילת, 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 שיאים, 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 ברשתות - ב'מג'הול' בסוף יוני וב'דקל נור' באמצע יולי.

■ **מינון פיתיון מדמה נקבה (FD):** הלכידה בפיתיון זה בכל המיני נונים הנמוכים ובכל מועדי הבדיקה הייתה גבוהה מבביקות (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 מיני נונים הנמוכים פי 50 עד 1,000 ממינון הפרומון בפיתיון הניטור: 0 (ביקור רת), 1, 5, 10 ו-20 מ"ג לנדיפית. במסע נוע 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 דמוייים 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;

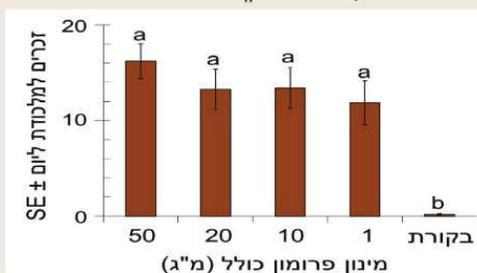
2. על מוטות אנכיים בגובה 2 מ' הוצבו 14 בקבוקי פלסטיק בנפח 1.5 ליטר, במרחק 27 מ' זה מזה, שכוסו בדבק חרקים ללא פיתיון. הלכידות בבקבוקים הושוו ללכידות במלכודות דלתא עם משטח דבק תחתון ובמלכודות דלתא שכל חלקן הפנימי מרוח בדבק ('סטורה', 'מכתשים'), הטעונות בפיתיונות ניטור MT ומדמה נקבה FD (n=4).

■ **סטטיסטיקה:** בניסויי לכידת זכרים במלכודות נבחנו מודל בהקות הפרש בין ממוצעי הטיפולים במבחן ANOVA. נוסחת גרסיה לא ליניארית לעקום המתאים ביותר נמצאה בעזרת Table Curve 2D version 5.01.

תוצאות

■ **מיקוסם 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 החודש

של 1 מק"ג, במינונים של 5 ו-10 מק"ג חלה ירידה חזקה בלכי דות לאחר ארבעה שבועות ומיון של 20 מק"ג החזיק כחודש. על כן הוחלט להשתמש בפיתיון של 10 מק"ג כמדמה נקבה קוראת. מיון זה נמוך פי 100 ממיון 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 6), בלכידות במלכודת FD נמוכות ביותר. בטווח השפעה של 54 מ' ויותר מתחילה עלייה בלכידות במלכודת FD בעקבות היח' לשות השפעה של פיתיון MT. בטווח השפעה נמוך מ-36 מ' יש עלייה בלכידות FD המוסברת בכמות גבוהה של זכרים עם ממרחק לעבר פיתיון MT, אולם בהגיעם 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).

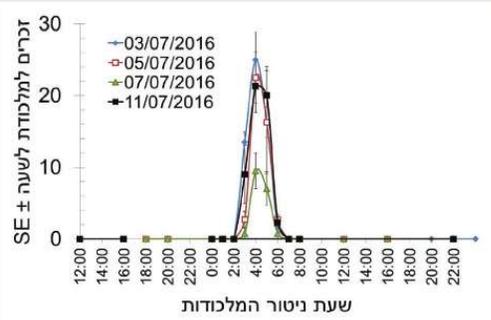
■ **גובה התעופה:** בוגרים של עש התמר הקטן נתקלו באק' ראי במלכודות שהוצבו בשישה גבהים במטע צעיר: ארבעה עשים נלכדו בגובה 1 מ', ארבעה בגובה 2 מ', שמונה ב-3 מ', חמישה נלכדו בגובה 4 מ', שניים ב-5 מ' ושלושה עשים נלכדו בגובה 6 מ'. מכאן חושב גובה תעופה ממוצע של 3.23 ± 1.53 מ' (סטיות תקן).

■ **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 תח' תית דבק טעונה FD נלכדו 10.7 זכרים, במלכודת סוטרט של דלתא טעונה MT נרשמו 230.25 לכידות ובסוטרט 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';
- לסוטרט טעונה MT חושב EAR של 3.75 מ';
- לסוטרט טעונה FD חושב EAR של 0.74 מ'.

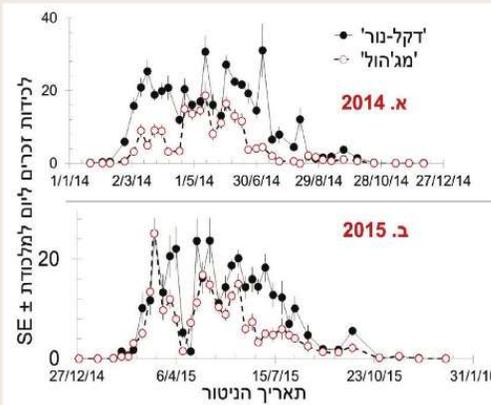
על פי נתוני ה-EAR וסטיות התקן ניתן לחשב את ה-EARc (רדיוס משיכה אפקטיבי מעגלי) של כל צירוף מלכודת-פיתיון ואיתו לבצע סימולציות לכידה בתנאים משתנים של גודל שטח, מספר מלכודות ומספר הזכרים המתווספים לשטח (מהת' פרפרות גלמים כמו גם פלישה מבחוץ). EARc שחושב עבור מלכודת סוטרט עם פיתיון פרומן 1 מ"ג הוא 5.76 מ'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

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



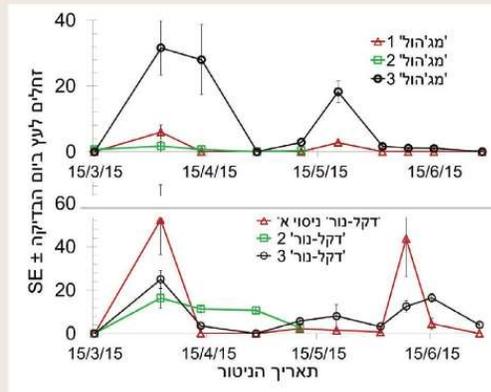
איור 2: לכידת זכרים ממוצעת לשעה (± סטיות תקן)

- בוצע בשש מלכודות דלתא טעונות ב-1 מ"ג פרומן במטע 'דקל נור' בארבעה ימים נפרדים ביולי 2016.



איור 3: יעילות ממוצעת עונתית (± סטיות תקן) בחלקות 'מגהול' ו'דקל נור' סמוכות; באה לביטוי בל' כידה ממוצעת של זכרים/מלכודת/יום

- ובדק בארבעה מטעים ב-2014 (א3) ובשישה מטעים ב-2015 (ב3).



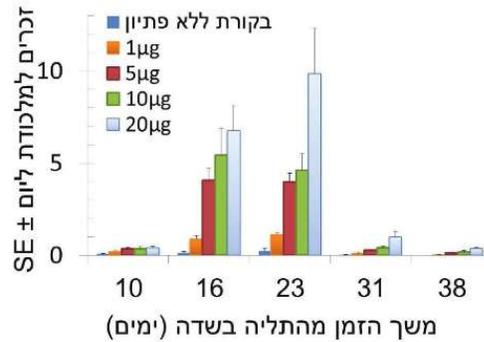
איור 4: מספר זחלים ממוצע לעץ (± סטיות תקן)

- ומדד לאחר ניעור כל האשכולות מארבעה עצים אקראיים בכל מטע, מדי שבועה עד 14 יום. הניטור בוצע בשלושה מטעים מכל זן ('מגהול' ו'דקל נור').

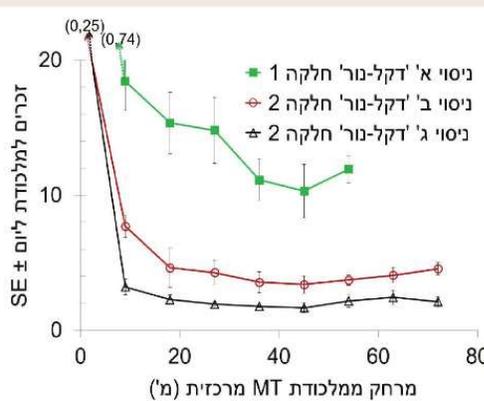
האוכלוסיה, ניתן להשתמש במלכודת דלתא קטנה עם תחתית דבק הניתנת להחלפה ובפיתיון המכיל 1 מ"ג פרומון. עם זאת, המלכודת שנמצאה המתאימה ביותר לצורך לכידה המונית וניטור היא מלכודת דלתא שהחלק הפנימי של פאותיה מרוח בדבק חרקים. מלכודת מסוג זה לכדה פי 2 יותר ממלכודת דלתא קטנה פתוחה שרק בסיסה מרוח בדבק (3). נמצא,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

■ **פעילות העש:** על פי הניטור, פעילות העש מתחילה בפברואר ומסתיימת באוקטובר-נובמבר ונראה שהיא קשורה לתנאי מזג האוויר. לאורך השנים נמצא דמיון רב בפעילות העש בין המסעים השונים עם הבדל קל במועדיה. פעילות העש מתחילה בדרום בקיבוץ אילות ומוגיעה צפונה, לאזור קיבוץ יהל, שבוע עד שבועיים מאוחר יותר. במהלך השנים זהו שלושה גלי תעוד פה עיקריים: במרץ-אפריל, באפריל-מאי ובמאי-יוני ונמצאה חפיפת דורות בין גלי התעופה (איור 3), התלויה במזג האוויר וביישום טיפולי הדברה ויעילותם. בנוסף זהו שני גלים קטנים של תעופת 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 התפרחות במעבדה, הכוללת יעורר האשכולות ובדיקת הפרחים והחוטמים שנשרו מהם. קשר זה מאפשר להיערך מבעוד מועד עם כלי הגובה לביצוע ניטור ובמידת הצורך להדברה. רמת הלכידות במלכודות הניטור 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. במספר 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 'ריגשות' הזכר לקריאה, כנראה בשעות בהן הוא מעופף, יכול לשמש לבלבול באמצעות 'פאפרים' (מותקנים אוטומטיים הנרתלים על עצים במטע ומשחררים תרסיסי פרומונים במועדים קצובים), ובכך לחסוך בפרומון. נמצא כי הזכרים נמשכים למלכודות כשש שעות מרדת החשיכה עם שיא בין 03:00 ל-05:00 (איור 2). רישות 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. מוזק זה, כמו גם עש התמר הגדול *Aphomia sabella*, מהווים מוזיקי מפתח למגוהול' בערבה. עש התמר הגדול גורם לפגיעה בשלושה-ארבעה אשכולות לצף לעו



איור 5: לכידה ממוצעת ליום (± סטיית תקן) במלכודות דלתא טעונות בפייתונים מדמי נקבה עם מיונים מופחי תים בכמה מועדי, 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 במסעי 'דקל נור': ניסוי א' מיום 27.4.15 עד 11.5.15; 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 לניטור או לכידה המונית בשטח נתון בהתאם לכמות הזכרים הצפויה. תוצאות הסימולציה והמודלים מפורסות במאמר שפורסם לאחרונה בעיתונות בינלאומית (3).

סיכום ומסקנות

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

עלון הנוטע

מבוססות על מודלים מתמטיים (3). מלכודות הפרומון שפותחו מתרועות על הופעת העש במטע כבר בתחילת העונה, שבועיים-שלושה לפני הופעת זחלים באי שכולות. הניסוי מזהה את התחלת התעופה ונותן מושג טוב לגבי גודל האוכלוסיה ומצבה היחסי, מה שלא ניתן לדעת בוודאות בשיטת הניסוי הקודמת של נייעור אשכולות תוך שימוש בכלי גובה יקרים. ניסוי באמצעות הפרומון MT מתרוע 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 טווח ההשפעה של פיתיון ניסוי או פיתיון לכידה המונית, וכן קביעת צפיפות המלכודות ההתחלתית הדרושה לכידה המונית. שיטה זו תתאים גם למזיקים אחרים.

תודות

תודה למגדלי התמרים בערבה דרומית על העזרה בביצוע הניסויים במטעיהם וכן תודה למחלקה החקלאית 'מכתשים אדמה' על אספקת מלכודות סטרה לניסויים. המחקר מומן על ידי המדען הראשי של משרד החקלאות, תוכנית מס' 1719-131, וכן על ידי מו"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. *Chemoeology* 23: 13-20.
2. לוי-זאדה א., דוד מ., פפר ד., בלומברג ד., סדובסקי א., טיקוצ'נסקי ת., גרינברג א., דוברינין ס. (2014): זיהוי פרומון המין המלא של עש התמר הקטן וניסוי 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 עבירו שיטת הדברה אלטרנטיבית יפחת מאוד יישום תכשיירי הדברה ב'מלהול'.

■ **יתרונות הלכידה המונית:** לאחר הזיהוי המלא של פרומון המין של עש התמר הקטן (1, 2), נפתחה האפשרות להדברה אלטרנטיבית שלו. הדבר עשוי באמצעות פרומונים נעשית לרוב בשתי שיטות: בלכול זכרים ולכידה המונית. שיטת הבלכול, המבוססת על הרוויית השטח בפרומון המין כך שהזכר אינו מסוגל לזהות את שובל הפרומון אותו משחררת הנקבה ולהדווג 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 לבלכול גבוה מאוד, כאשר ברוחות היומיות ובטמפרטורות הגבוהות השוררות באזורי גדיל התמר רוב הפרומון יתנדף דווקא בשעות היום החמות בהן אין תעודפת זכרים, ומכאן שבלכול 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 ייחודי לתמר ואין לו פונדקאים אחרים;
2. הפיתיון שפותח עוצמתי מאוד 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 קיצון, כך שגיוס זכרים או נקבות מופרות מבחון צפוי להיות שולי;
4. כמות הפרטים החורפים במטע נמוכה מאוד ומכאן שרוב הסיכוי ללכוד את רובם ולמנוע דור אביכי 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 ונזק 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 מ"ג פרומון. בניסוי 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). מכיוון שבמשטר לכידה המונית מדובר ביותר משתי מלכודות MT צמודות, הרי ש-27 מ' בין שתי מלכודות נראה מרחק מתאים לבדיקה ראשונית. מלכודות FD המפוזרות בחלקות ניסוי של לכידה המונית משמשות להערכת יעילותה של זו. ערך EARc (רדיוס משיכה אפקטיבי מעגלי) של מלכודת סטרה 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 מאוד ומעלה את סיכויי ההצלחה של הלכידה המונית. ניסיונות השדה והמסקנות שתוארו לעיל אוששו בסימולציות