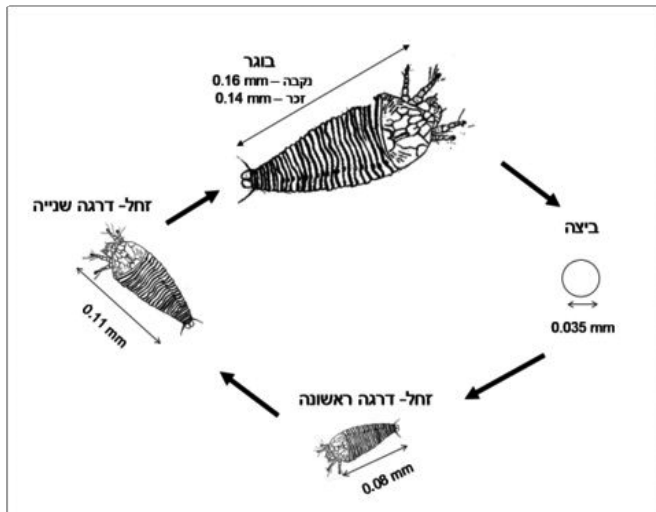


# אקרית החלודה בהדרים: ביולוגיה, אקולוגיה והדברה



איור 1: מחזור החיים וממדי אקרית החלודה *Phyllocoptruta oleivora* (איור: ר. כספי, לפי קייפר; 13).



תמונה 1: אקרית החלודה - דרגות ההתפתחות (צילום: ר. כספי, א. פלבסקי).

רועי כספי<sup>1</sup>, ניצן רוטמן<sup>2</sup>, שמואל גרוס<sup>2</sup>, יואל דרייטשפון<sup>3</sup>, אריק פלבסקי<sup>4</sup>, יעל ארגוב<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון להדברה ביולוגית ע"ש ישראל כהן, ענף ההדרים, מועצת הצמחים.  
<sup>2</sup>שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.  
<sup>3</sup>חברת מהדרין.  
<sup>4</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי.

## מבוא

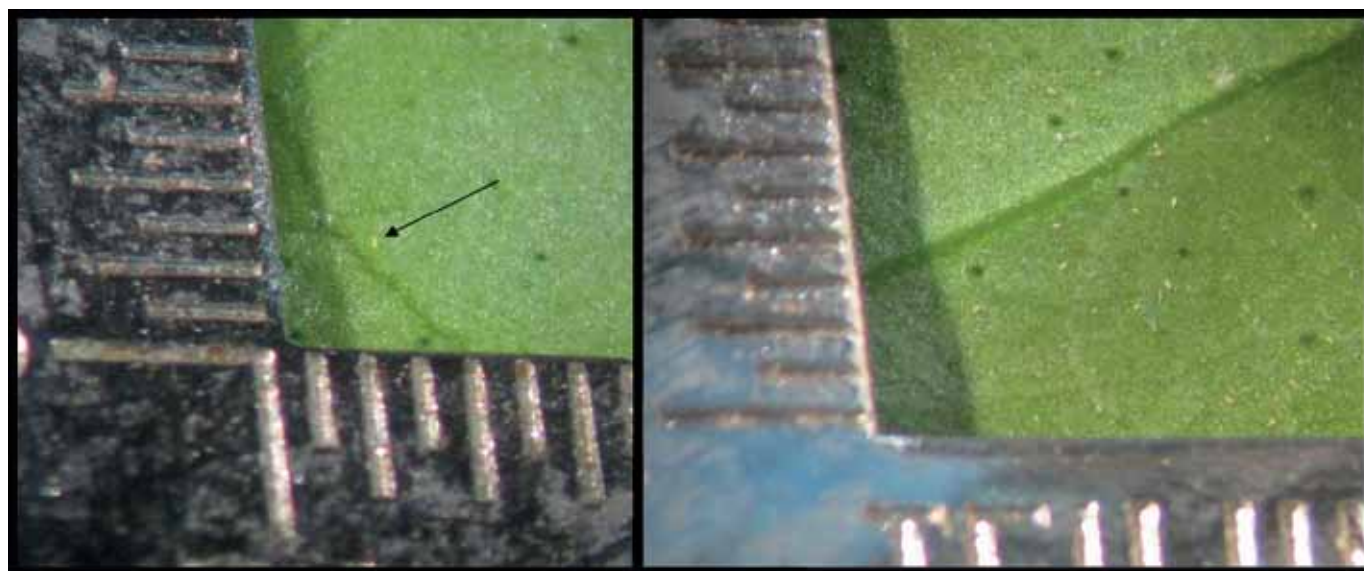
אחד המזיקים הקשים ביותר בהדרים היא אקרית החלודה של ההדר *Phyllocoptruta oleivora* השייכת למשפחת אקריות העפצניתיים (Eriophyidae). זוהי אקרית זעירה, דמוית פסיק צהבהב שמתפתחת אך ורק על גבי עצי הדר. המין טרופי במוצאו ובעל תפוצה כלל עולמית (28). מוצאה של אקרית החלודה כנראה מדרום-מזרח אסיה, אזור מוצאם של ההדרים ומשם הרחיבה את תחום מחייתה כמעט לכל מקום שבו מגדלים הדרים. בפלורידה לדוגמה, האקרית נמצאה ודווחה כמזיק הדרים כבר בשנת 1879 (52). בישראל נמצאה אקרית החלודה לראשונה בשנת 1944 בפרדסי עמק חפר ובית-חנון (10), ומאז ועד היום הינה מזיק מפתח קשה להדברה בהדרים ברוב חלקי הארץ. הביולוגיה והאקולוגיה של האקרית נחקרה בשנים 1955-1966 ע"ד אליהו סבירסקי ושלמה אמתי, בתמיכתה של המועצה לשיווק פרי-הדר. כל הקורא את פרסומיהם לא יכול שלא להתפעל מהמחקרים המדעיים, היסודיים, והסיזיפיים כמעט במיוחד לאור ממימדיה הזעירים של אקרית החלודה (איור 1, תמונות 1, 2, 3). עד היום, יותר מ-50 שנה לאחר פרסומים אלו, מחקריהם מצותתים ע"י חוקרים רבים בספרות המקצועית העולמית. במאמר זה נסקור את הביולוגיה, האקולוגיה ושיטות ההדברה של האקרית בהדרים. המידע במאמר זה מתבסס בעיקר על מחקריהם של סבירסקי ואמתי, מחקרים עדכניים, ממצאים מהפרדס וכן מחקרים של מחברי המאמר ועמיתיהם.

מדרגה לדרגה מתבצע תוך כדי התנשלות בדומה לחרקים. לקראת ההתנשלות הזחלים חסרי תנועה למספר שעות עד לסיום התהליך. בתוך אוכלוסיה קיימת של אקריות ע"ג עלים ופירות, ניתן למצוא בקלות עורות נשל בצבע לבן-כסף. זמן התפתחות הזחלים מבקיעה ועד בוגר הוא 3 ימים ב- $26^{\circ}\text{C}$  (6).

בוגר: הגוף דמוי גליל זעיר שהולך ומצר כלפי הקצה האחורי, ובחלקו הקדמי מצויים גפי הפה, פתחי המין, ושני זוגות רגליים בלבד (איור 1, תמונה 2). אורך הזכרים כ-0.13-0.14 מ"מ, אורך הנקבות 0.15-0.16 מ"מ, ורוחבן כ-0.04 מ"מ (6, 25). צבעם של הבוגרים הוא צהוב-בהיר שהולך ומתכהה לגוונים של חום עם הזדקנותם (תמונה 1). אקריות החלודה חסרות עיניים אך בכל זאת בעלות רגישות לאור (9, 28). בקצה גופן ישנם זוג זיפים ארוכים וזוג אונות המשמשות כאיבר הצמדה למצע עליו הן נמצאות (9). אקרית החלודה מופרית ע"י העברה בלתי ישירה של ספרמטופורים ("נרתיק זרע, בית-קיבול שנוצר



תמונה 2: אקרית החלודה - בוגרת צעירה [צילום: ר.כספי, א. פלבסקי].



תמונה 3: אקריות בוגרות - מבט דרך זכוכית מגדלת [פי 10] [צילום: ר.כספי].

בגוף הזכר ולתוכו הוא מפריש את תאי הזרע ("ללא מפגש פיזי בין הזוויגים (4). הזכרים מפרישים את הספרמטופורים (כ-16 לזכר ליום) על גבי הצמח בקרבת הנקבות (18). הספרמטופורים מושכים נקבות במשך כ-3 ימים מיום הפרשתם. כשנקבה מוצאת ספרמטופור היא מחדירה אותו לפתח מינה ומרוקנת אותו מתכולתו. נקבות אקרית חלודה בלתי מופרות יכולות להטיל ביצים מהן יתפתחו זכרים בלבד, לעומת זאת מביצים שהוטלו על ידי נקבות מופרות יתפתחו גם זכרים וגם נקבות (שם התופעה - ארנוטוקיה - arrhenotoky). הנקבות מטילות בממוצע כ-8 ביצים במהלך חייהן בטמפרטורות של  $14-17^{\circ}\text{C}$ , וכ-12 ביצים בטמפרטורות של  $24-27^{\circ}\text{C}$  (7, 11). מספר הביצים המכסימאלי שדווה בספרות הגיע ל-29 ביצים על ידי נקבה במשך 20 ימי חייה (29). תפוצת האקריות במרחב יכולה להתרחש במספר דרכים עיקריות: הליכה, ע"י הרוח, וע"י האדם ובעלי חיים. באופן טבעי, האקריות יכולות לעבור מחלקי העץ השונים בהליכה. מדרגו את קצב ההליכה על גבי עלים (וולקה) ומצאנו

## ביולוגיה

מחזור חיים: האקרית על כל דרגותיה מצויה, מתפתחת, ומתרבה בפרס במשך כל השנה, עם כי בקצב התפתחות שונה המושפע בעיקר מטמפרטורה ולחות הסביבה. בכל עונות השנה נמצאים על גבי עלים ופירות זכרים ונקבות כאחד (8). מחזור החיים כולל: ביצה, זחל שעובר שתי דרגות, ובוגר (איור 1). ביצה: הביצה כדורית, חלקה ושקופה למחצה בצבע לבנבן-שקוף או צהבהב בקוטר 0.03-0.04 מ"מ (תמונה 1). הביצים מוטלות כבודדות על עלים ופירות בד"כ בתוך שקעים. למרות זאת מוצאים לפעמים קבוצות של ביצים שהוטלו אחת ליד השנייה. תוך יומיים עד ארבעה ימים מרגע הטלת הביצים (כ- $26^{\circ}\text{C}$ ) בוקע הזחל הראשון מהביצה (6).

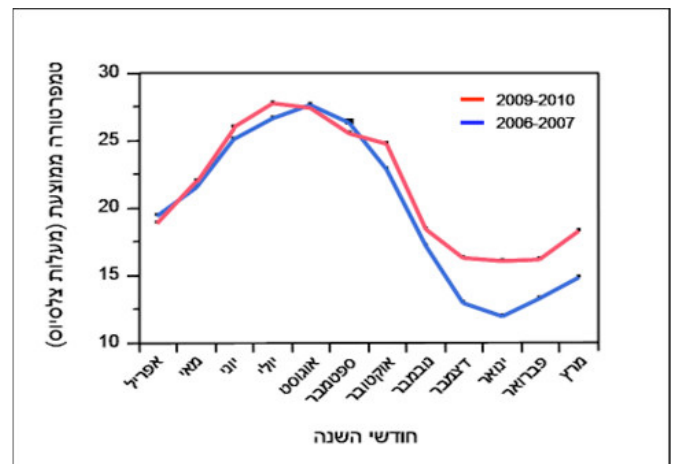
זחל: הזחל בדרגה הראשונה לבנבן ואורכו כ-0.08 מ"מ. הזחל בדרגה השנייה צהבהב יותר ואורכו 0.010-0.012 מ"מ. הזחלים הינם בעלי 2 זוגות רגליים הממוקמות בקדמת הגוף ודומים בצורתם ל'בוגרים מוקטנים' (תמונה 1). הם ניזונים בדומה לבוגרים באותה סביבת חיים, אך הם חסרי פתחי-מין. המעבר

על ממצאים אלה, ביצענו חישוב דומה על פי נתוני טמפרטורות מינימום מקסימום יומיות באזור גילת, בשנים 2006-2010 (איור 2), במטרה להשוות את מספר הדורות הפוטנציאלי בשנה ממוצעת (עונת גידול 2006-2007) ובשנה חמה מהרגיל (עונת גידול 2009-2010). לפי חישובינו, באזור גילת בעונת גידול 2006-2007 היה מספר הדורות הפוטנציאלי 33 (בדומה לחישוביהם של סבירסקי ואמתי) לעומת 36 דורות לשנה בעונת הגידול 2009-2010. באיור 2 ניתן לראות שבועות הגידול 2009-2010 היה קיץ חם יותר ובעיקר סתיו-חורף חמים יותר מאשר בעונת הגידול 2006-2007. הטמפרטורה השנתית הממוצעת בעונת הגידול 2009-2010 הייתה גבוהה במעלה וחצי ( $21.5^{\circ}\text{C}$ ) מאשר בעונת גידול 2006-2007 ( $20.0^{\circ}\text{C}$ ). עליה זו בטמפרטורות אפשרה תוספת פוטנציאלית של עוד שלושה דורות של אקרית חלודה. תרגיל חישובי זה מדגים את פוטנציאל הריבוי הגדול של אקרית החלודה בשנים חמות, דבר שעלול להגביר את הנזק הנגרם על ידי האקרית. נזק: הנזק נוצר על ידי הזחלים והבוגרים בכל ימות השנה. האקריות מצמידות את גפי הפה אל הצמח ומחדירות דוקרנים (כליצרות) לתוך רקמת תאי הצמח העליונים (אפידרמיס). כאשר תא אפידרמיס מת הוא משתעם, וכאשר תאים סמוכים רבים משתעמים, אנו מקבלים את גוון ה"חלודה" האופייני בפירות ובעלים. הנזק הכלכלי נגרם ע"י פגיעה אסטטית בקליפת הפרי. בתחילה הפירות נראים דהויים חסרי ברק (תמונה 4) ובמשך הזמן מקבלים את גוון החלודה בצבע חום-שחור (תלוי בזן ובמועד הפגיעה). באתרוגים ולימונים גוון הנזק הוא אפור-כסוף (תמונה 5). עלים (וענפים ירוקים) פגועים משחמים (3). כל מיני ההדרים ניזוקים מאקרית החלודה, אך המינים הרגישים ביותר הם פומלו, פומלית, לימון ואשכולית למיניה (3). כאשר אוכלוסיית האקרית גבוהה מאד, בנוסף לנזק האסטטי נגרמת גם פגיעה ממשית לעץ בשל נשירת עלים (תמונה 6). נגיעות קשה בחנטים עלולה לגרום נזק גם ליבול בשל אי הגעת הפרי לגודלו המירבי (17).

### ניטור [בארץ ובארה"ב] והדברה:

הדברה מתוזמנת היטב ויעילה חייבת להתבסס על תוכנית ניטור רציפה ויסודית. הניטור המומלץ בארץ מתבצע על ידי בדיקה קפדנית של פירות ועלים (בעיקר בצדם התחתון) בעזרת זכוכית מגדלת (פי 10) (תמונה 3). גודל אוכלוסיית אקרית החלודה חולק לשלוש רמות: נמוכה ועד 2 אקריות בממוצע לשדה של זכוכית מגדלת (2.25 סמ"ר), בינונית (3-5 אקריות בממוצע לשדה), וגבוהה (מ-6 אקריות ומעלה בממוצע לשדה). הניטור מתבצע כל 10-14 ימים לאורך כל העונה (3). לניטור יעיל יש לחפש את האקריות בבתי הגידול המועדפים עליהן. באופן כללי האקריות נמנעות מאזורים חשופים לקרינת שמש ישירה (22) והן מעדיפות את צד העלה התחתון על פני העליון. בקיץ אוכלוסיות האקריות גדולות יותר על גבי פירות מאשר על העלים. פירות ועלים גבוהים מועדפים על פני נמוכים, ובדרך כלל בחלקות מדוללות אוכלוסיות האקריות גדולות יותר מאשר בחלקות צפופות (5). כמו כן, פעמים רבות אוכלוסיית האקרית מופיעה בפרדס מידי שנה במוקדי נגיעות קבועים.

שאקרית בוגרת יכולה ללכת במהירות של  $0.048$  מ"מ בשנייה (=  $17.2$  ס"מ בשעה). תנועה זו יעילה לתפוצה לטווח קרוב, לדוגמה מעלה לעלה, מפרי לפרי וכדומה. התפוצה הטבעית לטווח רחוק מתבצעת ע"י הרוח (14, 29). כשאיכות הפונדקאי יורדת הנקבות נודדות לאזורים חשופים לרוח וממתינות עד שתשאנה ע"י משב רוח אקראי. אפשרות נוספת למעבר בין עצים היא ע"י חרקים המשמשים כווקטורים לאקריות. צורת תפוצה זו נמצאה באקריות שונות ויתכן שנכון הדבר גם לגבי אקרית החלודה, ואכן נמצאו חרקים שונים שנשאו על גופם אקריות חלודה (29), אך לא ברור האם תופעה זו אקראית ונדירה או שזו תופעה נפוצה ומכוונת על ידי האקריות. באופן טבעי פחות אך מסוכן יותר, האדם יכול להפיץ את האקריות מרחק רב על ידי העברת חומר צמחי נגועה מאזור לאזור, מארץ לארץ, ומיבשת ליבשת. לדוגמה, משערים שאקרית החלודה הוחדרה לארץ ע"י העברת פרי הדר נגוע בזמן מלחמת העולם השנייה (וכאמור נמצאה לראשונה בשנת 1944 בפרדסי עמק חפר ובית-חנן). התפתחות: ההתפתחות האופטימאלית מתרחשת בטמפרטורות של  $30-32^{\circ}\text{C}$  עם לחות יחסית גבוהה (15, 28). לדוגמה, ממדינת סורינאם הטרופית (דרום אמריקה), בה טווח טמפרטורה כל השנה  $21-32^{\circ}\text{C}$  (ממוצע חודשי של  $27.2^{\circ}\text{C}$ ) עם גשמים בכל חודשי השנה, דווח על 40 דורות של אקרית חלודה לשנה (24). בטמפרטורה של  $25.5 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$  האקריות חיות עד 20 ימים כאשר מחצית מהאוכלוסייה שורדת כשבו. לעומת זאת, בטמפרטורה של  $17 \pm 1^{\circ}\text{C}$  חיות האקריות עד 36 ימים כאשר מחצית מהאוכלוסייה שורדת 18 ימים (6). כל הדרגות של האקרית מצויות בפרדס ומתפתחות לאורך כל השנה, אם כי בקצב התפתחות שונה המושפע בעיקר מטמפרטורת הסביבה - משך ההתפתחות מצוי בקשר ישיר עם טמפרטורת הסביבה. סבירסקי ואמתי חישובו שסף ההתפתחות של האקרית הינו  $9.2^{\circ}\text{C}$ . בפרדסי הגליל העליון, בחורפים קרים, ההתפתחות יכולה להתעכב מעט כאשר ממוצע הטמפרטורות יורד מתחת לסף ההתפתחות. סבירסקי ואמתי חישובו שבמרכז הארץ מספר דורות האקרית לשנה הוא 33, לעומת 26 בגליל העליון (הנתונים מחושבים לטמפרטורות הממוצעות של שנת 1958). בהסתמך



איור 2: הטמפרטורה הממוצעת באזור גילת בעונות הגידול 2006-2007 ו-2009-2010.



תמונה 4: נזק מאקרית החלודה בפירות לימון (א) ופומלו (ב) שאיבדו את הברק ונראים דהויים (ימין), ופירות בריאים (שמאל) (צילום: א. ר. כספי, ב. י. דריישפון).



תמונה 5: אקרית החלודה: נזק בפרי (א, ב: תפוזים, ג: אור, ד: פומלית) (צילום: א. א. פלבסקי, ב-ד: י. דריישפון).

לכך מספר החומרים המורשים לשימוש הצטמצם באופן משמעותי בשל דרישות הקניינים בחו"ל. סך הכול מורשים כיום 6 קוטלי אקריות חלודה גנריים (חומרים פעילים בעלי שייכות כימית שונה) המורשים לשימוש בהדרים המיועדים ליצוא (טבלה 1). עקרון ההדברה הכימית מבוסס על תחילת טיפול כאשר אוכלוסיית המזיק בפרי ברמה נמוכה. הדבר מחייב ניטור רצוף וקפדני של המזיק כל 14-10 יום. ההנחיה בהדברה היא ריסוס של חומר גנרי פעם בעונה ואין לחזור על שימוש באותו חומר פעם נוספת, מחשש של עידוד עמידות של האקרית לחומר. בעת הריסוס יש להקפיד על כיסוי מלא של כל חלקי העץ ובמיוחד פנים העץ. פעמים רבות נצפו כישלונות כתוצאה מיישום לקוי של תכשירי ההדברה. תכשירים מקבוצת Abamectin מיושמים בשילוב עם שמן קיצי. רצוי לרסס תכשירים אלו לפנות ערב כך שמשך תקופת הפעילות הראשונה יהיה ככל שניתן בשעות החשכה. חל איסור בשימוש ב-'נאורון 250' על פרי שמיועד לייצוא, אך ניתן לרסס אותו מוקדם לפני הופעת פקעי הפריחה (1). טיפולים תכופים בחומרי הדברה בלתי בררניים עלולים להפר את המאזן הביולוגי בפרדס ולגרום להתפרצויות של מזיקים אחרים, כדוגמת כנימות מגן (כנימות ממוגנות וכנימות רכות), כנימות קמחיות, כנימות עש ועוד. כאשר מרססים, רצוי לטפל רק במוקדי הנגיעות ולא לרסס את כל הפרדס באופן גורף, ומוטב להשתמש בתכשירים שהשפעתם על אויבים טבעיים היא הקטנה ביותר. בימים אלה החל המכון להדברה ביולוגית בפרויקט מחקרי שמטרתו לקבוע את רמת הפגיעה באויבים טבעיים של חומרי ההדברה בהדרים. הידע שיצטבר בנושא יאפשר לפרדסנים קבלת החלטות הדברה תוך כדי שאיפה למזעור הפרת המאזן בפרדס.

בטקסס ההמלצות הן לנטר כל 14 יום. הניטור כולל עץ לכל 8 דונם, 6 פירות לכל עץ (2 פירות מרביע העץ המזרחי, 2 מהצפוני, ו-2 מהמערבי), הפירות צריכים להיבחר באקראי מאזורים בעץ שאינם חשופים לקרינת שמש ישירה. בעזרת זכוכית מגדלת (פי 14 לפחות) סופרים את כל האקריות החיות הנמצאות באזור המוצל של הפרי. בכל פרי בודקים 4 שדות ראייה (סה"כ = 1 סמ"ר לפרי). בנוסף, מחשבים גם את אחוז הפירות הנגועים (מכל הרמות). המלצות ספי הפעולה הם: עד 2 אקריות לסמ"ר ופחות מ-20% פרי נגוע - אין צורך לטפל. 3-5 אקריות לסמ"ר ו-20% פרי נגוע - מצב גבולי לטיפול. יותר מ-5 אקריות לסמ"ר ויותר מ-20% פרי נגוע - צריך לטפל (26). בפלורידה המלצות (לפרי טרי) אפילו מחמירות יותר. מומלץ לנטר כל 14-10 יום, 20 עצים לכל 40 דונם (= עץ לכל 2 דונם), 4 פירות לעץ. סף הפעולה לטיפול הוא 2 אקריות בממוצע לשדה של 1 סמ"ר (23).

### הדברה כימית

כאמור, אקרית החלודה של ההדר הינה מזיק מפתח בענף ההדרים. ללא פעילות הדברה, עלולים נזקי אקרית החלודה להגיע ל-100%. הדברת המזיק בארץ ובעולם מתבססת עדיין רובה ככולה על הדברה כימית בעיקר בשל פעילות דלה של אויבים טבעיים יעילים. בישראל מיושמים כיום בממוצע כשלושה ריסוסים לעונה בעלות שנתית כוללת של כ-42 מיליון ₪. בשנים האחרונות פחתה משמעותית יעילותם של חלק מקוטלי האקריות, כנראה בשל התפתחות של עמידויות בקרב אקרית החלודה. פחיתת ירידת היעילות באה לידי ביטוי הן בהפחתת קטילה של אוכלוסיות המזיק והן במשך ההגנה שהם מספקים לפרי, תופעה שגורמת לעליה בהיקף הריסוסים בעונה. בנוסף

טבלה 1. קוטלי אקריות חלודה המותרים לשימוש בהדרים המיועדים ליצוא [1]

תכשיר ההדברה (שם מסחרי)	שם גנרי	שייכות כימית
ניאורון 250	BROMOPROPYLATE	פחמימן-ברומי
אנוידור	SPIRODICLOFEN	חומצות טטרוניות
אקרמיט, טונטו, בוטרקס	FENBUTATIN OXIDE	תרכובת בדיל אורגני
מנצידן, מנקוטל, סאנקוזב, מנקוזן, מנקו-די	MANCOZEB	דיתיו-קרבמט
ורטימק, אגרירון, אקרומקטין, בקטין, רומקטין, ורטיגו, ורקוטל, ביומקטין	ABAMECTIN	מוצרי תסיסה של חיידקים (Streptomyces)
סולפו-לי, גופריתר, מיקרוטיול, סולפוזול, סולפרון, סופה, תיוביט	SULFUR	גפרית

## דוגמא לממשק הדברת אקרית החלודה בפרדס - אזור גליל וגולן (2010-2011)

אזור גליל-גולן מתאפיין באוכלוסיות נמוכות יחסית של אקרית חלודה בהשוואה לשאר אזורי הארץ. באזור הגליל והגולן מתקיים כבר עשור פיקוח הדוק בנושא מזיקי הפרדס. בממוצע מנטר פקח מזיקים כ-500 דונם ליום עבודה, בתדירות של אחת לשבועיים בחודשים אפריל-דצמבר ובתדירות אחת לחודש בחודשים ינואר-מרץ. הפקח בודק עלים, חנטים ופירות, תלוי בעונת השנה. בתקופה בה אין פרי, הניטור לנוכחות אקרית החלודה הוא בעלים ובעיקר בצידים התחתון. הפגיעה הכלכלית והנזק של האקרית היא בחנטים ובפירות. כאשר מזהים בניטור רמה לא גבוהה של אקריות בעלים ועדיין לא מבחינים בהן כלל על גבי החנטים, לא מבצעים הדברה וההנחיה היא לעקוב ולזהות את עליית אוכלוסיותיהן על הפירות. רק ברמה גבוהה מאוד של אקרית בעלים מבצעים הדברה, וזאת מחשש לנשירתם (תמונה 6). הניטור של הפרי בחודשי הקיץ ממוקד בעיקר בפרי

הפנימי, בחובו של העץ, מאחר ולרוב אין האקריות נמצאות על פרי החשוף לשמש. יחידת הניטור וההדברה היא החלקה הבודדת בגודל של 20-5 דונם. הסף להדברת האקרית היא נוכחותה ביותר ממוקד אחד בחלקה ברמה של 2 אקריות לשדה הראיה בזכוכית מגדלת רגילה, או נוכחותה במוקד אחד ברמה של 5 אקריות ומעלה. בעונת הפרי שעברה (2010-2011) היו מעט כישלונות בהדברת אקרית החלודה באזור הגליל העליון והגולן. הכישלונות בהדברה התרחשו בגלל זיהוי מאוחר, כשלון בפיקוח ובאיתור האקריות, או בשל יישום לא נכון של התכשירים. בכל המקומות בהן אותרה האקרית מוקדם והטיפול ניתן בזמן סביר, לא היה כלל נזק.

### הדברה ביולוגית

הריסוסים כנגד אקרית החלודה וריסוסים נוספים שניתנים בפרדס נגד מזיקים אחרים ומחלות, עלולים לפגוע באויבים הטבעיים בפרדס ועשויים להפר את המאזן הביולוגי. בעשור



תמונה 6: אקרית החלודה: נשירת עלים [צילום: י. דריישפון].

## תודות:

אנו מודים לפרופסור אורי גרזון, ד"ר יואב גזית, ודורון טימר על ביקורתם המקצועית ותרומתם לשיפור מאמר זה.

## ספרות:

1. אגרקסקו, 2011. תכשירי הדברה מותרים לשימוש בהדרים המיועדים לאגרקסקו ליצוא. מהדורה 11.

2. ארגוב, י. 2011. התבססותה של האקרית הטורפת *Euseius victoriensis* בישראל. עת הדר. 83, 18.

3. דריישפון, י. 2000. המלצות להדברת מזיקי הדרים. משרד החקלאות ופיתוח הכפר, שירותי ההדרכה והמקצוע, האגף להגנת הצומח, המחלקה להדרים.

4. לוי, ג. 1985. חסרי חוליות יבשתיים. החי והצומח של ארץ-ישראל. משרד הביטחון - ההוצאה לאור.

5. סבירסקי, א. 1962. נתונים על הפנולוגיה של אקרית החלודה (*Phyllocoptruta oleivora* Ashm.) באיזור החוף של ישראל. כתבים. כרך י"ב, 145-157. (פורסם גם באנגלית).

6. סבירסקי, א., ואמתי, ש. 1958. מחקרים בכיולוגיה ובאקולוגיה של אקרית-החלודה (*Phyllocoptruta oleivora* Ashm.) א. התפתחות, אורך חי-הבוגר, המחזור השנתי. כתבים. כרך ח', 165-181. (פורסם גם באנגלית).

7. סבירסקי, א., ואמתי, ש. 1960. מחקרים בכיולוגיה של אקרית-החלודה (*Phyllocoptruta oleivora* Ashm.) ג. הטלה: אורך חי זכרים ונקבות. כתבים. כרך י', 26-35. (פורסם גם באנגלית).

8. סבירסקי, א., ואמתי, ש. 1960. יחסי המינים של אקרית החלודה (*Phyllocoptruta oleivora* Ashm.) בטבע. כתבים. כרך י', 153-155. (פורסם גם באנגלית).

9. סבירסקי, א., ויסוקי, מ., ויזהר, י. 2002. מזיקי עצי הפרי הסובטרופיים בישראל. מועצת הפירות (ייצור ושיווק).

10. קליין, ה.צ. 1946. אקרית-החלודה - מזיק חדש להדרינו. השדה. כרך כ"ו, 344-347.

11. Allen, J.C., Yang, Y., and Knapp, J.L. 1995. Temperature effects on development and fecundity of the citrus rust mite (Acari: Eriophyidae). *Environmental Entomology*. 24: 996-1004.

12. Argov, Y., Amitai, S., Beattie, G.A.C., and Gerson, U. 2002. Rearing, release and establishment of imported predatory mites to control citrus rust

האחרון העלות הכוללת של הדברת אקריות עולה, ובמקביל פוחתת יעילותם, כנראה משום שהאקרית מפתחת נגדם עמידות. בנוסף, יותר ויותר קניינים בחו"ל מגבילים את השימוש של חלק מהחומרים המורשים לשימוש בפרדס. לכן יש כיום דחיפות במציאת פתרונות ביולוגיים ארוכי טווח להדברת האקרית, המשתלבים בממשק ההדברה המשולבת בפרדס.

בפרדסי הארץ ישנן מספר אקריות טורפות מקומיות. על מנת לשפר את ההדברה הביולוגית בארץ, ייבא המכון להדברה ביולוגית בין השנים 1990-1996 חמישה מינים של אקריות טורפות (בגישת ההדברה הביולוגית הקלאסית). לאחר פיתוח שיטות חדשניות לגידול המוני של אקריות אלו, הן גודלו ופוזרו בארץ. על פי הידוע עד כה רק מין אוסטרלי אחד (*Euseius victoriensis*) התבסס בצפון הארץ, ללא תוצאות הדברה משמעותיות (2, 12). בימים אלו מתבצעים מחקרים שמטרתם להבין את יחסי הגומלין בין מיני האקריות הטורפות השונות ולשפר את יעילותן בהדברה על ידי תוספות תזונתיות שונות, כדוגמת השימוש בצמחי כיסוי בפרדס המפזרים אבקות פרחים ברוח.

כיוון מחקרי נוסף בעל פוטנציאל להצלחה, שהתבצע בישראל על ידי החוקרים אורי גרזון, אברהם שטיינברג, צחי פז (מהפקולטה לחקלאות ברחובות) וחובריהם, הוא הדברה ביולוגית בעזרת פטריות פתוגניות לאקריות (20, 21). פטריות אקרופתוגניות (= גורמות מחלה באקריות) התוקפות אקריות חלודה נמצאו לראשונה ב-1924 בפרדסי אשכוליות בפלורידה (27). מספר מינים של פטריות מהסוג *Hirsutella* יובאו לארץ, מתוכם המין *Hirsutella thompsonii* נמצא יעיל מאד כמעבדה (כ-85% הדברה), אך מין זה אינו יעיל בתנאי שדה (בישראל) מכיוון שהוא דורש תנאי לחות גבוהים מאד. החוקרים מהפקולטה לחקלאות מצאו בישראל פטריות מקומיות יעילות בתנאי הפרדס, והן *Acaromyces ingoldii* ו-*Meira geulakonigii*, נמצא גם כי הפטריה *M. geulakonigii* נמצאת וחיה בקליפת הפרי מבלי לפגוע בעץ או בפרי עצמו (endophytic fungus) (20). בניסוי מעבדה פטריה זו גרמה ל-80% תמותה של אקרית חלודה בתוך שבוע אחד. יותר מכך, בניסויי שדה בפרדס אשכוליות, ריסוס עונתי בכבגי פטריה זו גרם לירידה משמעותית באוכלוסיית אקרית החלודה וגרם לירידה של כ-50% בנזקי אקרית החלודה לפירות בזמן הקטיפה (מ-23% ל-13% נזקים). פטריה זו איננה רגישה למרבית חומרי ההדברה המיושמים בפרדס (למעט תכשירי גפרית), ואיננה פוגעת בעצי ההדר.

תכונות אלו הופכות את הפטריה לבעלת פוטנציאל להיות בעתיד תכשיר ביולוגי טבעי להדברת אקרית החלודה. בנוסף, חוקרים אלו מצאו לאחרונה שהפטריה *M. argovae* מייצרת ומפרישה חומר (ארגובין) רעיל לאקריות. ריסוס של ארגובין (0.2 מ"ג ל"מ"ל) גרם כמעבדה ל-100% תמותת אקריות חלודה. החוקרים מאמינים שגם הארגובין הינו בעל פוטנציאל גבוהה להיות הבסיס לתכשיר הדברה ממוצא ביולוגי כנגד אקרית החלודה (19). אם וכאשר תכשירי ההדברה הביולוגיים האלו יהיו זמינים מבחינה מסחרית לבדיקה, חוקרי המכון להדברה ביולוגית בשיתוף עם הגורמים המקצועיים בענף הדרים ישמחו לבדוק את יעילות התכשירים בפרדס.

- mite *Phyllocoptruta oleivora*. Journal of Applied Microbiology. 103: 2570–2579.
21. Paz, Z., Gerson, U. and Sztejnberg, A. 2007. Assaying three new fungi against citrus mites in the laboratory, and a field trial. BioControl. 52: 855–862.
  22. Rogers, M.E. 2009. The other citrus pests. Citrus Industry. 90:9.
  23. Rogers, M.E., Stansly, P.A., Childers, C.C., McCoy, C.W. and Nigg, H.N. 2011. Florida citrus pest management Guide: rust mites, spider mites, and other Phytophagous mites. University of Florida, ENY-603, 8 pages.
  24. Schwartz, A. and Smith Meyer, M.K.P. 1998. Citrus rust mite. In citrus pests in The Republic of South Africa. Eds: Bedford, E.C.G., Van den Berg, M.A., De Villiers, E.A. Dynamic AD, Nelspruit, South Africa.
  25. Smith, D., Beattie, G.A.C. and Broadley, R. 1997. Citrus pests and their natural enemies: Integrated pest management in Australia. Queensland Dept. of Primary Industries, Brisbane, Australia.
  26. Smith, L., Browning, H.W. and Cartwright, B. 2011. Texas citrus - pest management guidelines. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/l2329.htm>.
  27. Speare, A.T. and Yothers, W.W. 1924. Is there an entomogenous fungus attacking the citrus rust mite in Florida? Science. 60: 41–42.
  28. Vacante, V. 2010. Review of the phytophagous mites collected on citrus in the world. Acarologia. 50: 221–241.
  29. Yothers, W.W. and Mason, A.C. 1930. The citrus rust mite and its control. USDA Technical Bulletin. 176. 56 pp.
  - mite in Israel. BioControl 47: 399–409.
  13. Batchelor, L.D. and Webber, H.J. (eds.) 1948. The citrus industry. Vol. II. Production of the crop. Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles.
  14. Bergh, J.C. and McCoy, C.W. 1997. Aerial dispersal of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) from Florida citrus groves. Environmental Entomology. 26: 256–264.
  15. Ebrahim, H.M. 2000. Influence of temperature and relative humidity on the biology and life table parameters of *Phyllocoptruta oleivora* and *Aculops pelekassi* (Acari: Eriophyidae) on "Hamlin" orange in Central Florida. Egyptian Journal of Agricultural Research. 78: 143–161.
  16. Gerson, U., Gafni, A., Paz, Z. and Sztejnberg, A. 2008. A tale of three acaropathogenic fungi in Israel: *Hirsutella*, *Meira* and *Acaromyces*. Experimental and Applied Acarology. 46: 183–194.
  17. Kalaisekar, A., Govardhana, N.V. and Venugopal, R.N. 2003. Biology of citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora* and quality changes of citrus fruits due to its attack. Indian Journal of Entomology. 65: 184–187.
  18. Oldfield, G.N., Hobza, R.F. and Wilson, N.S. 1970. Discovery and characterization of spermatophores in the Eriophyoidea (Acari). Annals of the Entomology Society of America. 63: 520–526.
  19. Paz, Z., Bilkis, I., Gerson, U., Kerem, Z. and Sztejnberg, A. 2011. Agrovin, a novel natural product secreted by the fungus *Meira argovae*, is antagonistic to mites. Entomologia Experimentalis et Applicata. 140: 247–253.
  20. Paz, Z., Burdman, S., Gerson, U. and Sztejnberg, A. 2007. Antagonistic effects of the endophytic fungus *Meira geulakonigii* on the citrus rust