

פיתוח אמצעי הדברה חלופי המתבסס על סמנים ויזואליים להסתת הטלה - כחליל הרימון כמודל

Developing of pests control method based on combined visual stimuli to alter ovipositing site - the pomegranates butterfly *Virachola livia* as a model

צוות החוקרים			
שם החוקר	שם החוקר	מחלקה	מוסד
חוקר ראשי:	רקפת שרון		מ״פ צפון
חוקרים משניים:	אלי הררי	אנטומולוגיה	מכון וולקני
	נדב ששר		אוניברסיטת בן גוריון
	עמית לרנר		
תקופת המחקר:	1/11 עד 12/11		

רקע ותיאור הבעיה:

חרקים נעזרים לעיתים קרובות בסמני ראייה להערכת איכות בית הגידול כבסיס להתפתחות מיטבית של הצאצאים בעיקר כאשר הסמן נמצא במתאם עם איכות בית הגידול (Lerner et al., 2008). במקרה של זיקה חזקה לסמן ראייתי יתכן וניתן להסיט את הנקבה להטלה על מלכודות ביצים המבוססות על האור המוחזר. לדוגמה - מחקרים הראו כי הפרפר *Papilio aegeus* מסתמך על צבע וקיטוב האור המוחזר מבית הגידול לצורך בחירת אתר הטלה כאשר הנקבה הראתה בחירה ברורה בעלים ירוקים לעומת אדומים ומשטחים המחזירים קיטוב אופקי לעומת אנכי (Kelber, 1999a, 1999b; Kelber et al., 2001).

בנוסף לסמן הראייתי המעיד על איכות בית הגידול, צפיפות הביצים בבית הגידול וכמות בתי הגידול הזמינים עשויים גם הם להשפיע על בחירת בית הגידול להטלה. במחקר שנערך על ימוששים (יתושים שאינם עוקצים) נמצא כי ככל שצפיפות הביצים שהוטלו על ידי נקבות מאותו המין עלתה כך פנו הנקבות המטילות להטיל בבתי גידול פחות מיטביים כפי שתוארו ע״י הסמן הראייתי. כאשר זמינות בתי הגידול עלתה, השפעת הצפיפות על התנהגות ההטלה פחתה והנקבות חזרו להטיל על פי הסמן הראייתי בלבד (Lerner et al., submitted).

בשנים האחרונות דרישות השוק מכתובות מעבר לממשק ידידותי לסביבה גם במטע הרימון, שישומו מעוכב מחוסר פתרונות הדברה מתאימים למזיקי מפתח. פיתוח אמצעי הדברה כנגד כחליל הרימון, המבוסס על סמני הראייה להסתת הטלה יכול להוות כלי חדשני המותאם לדרישות השוק.

כחליל הרימון (*Virachola livia*) (שם נוסף *Deudorix livia*) הינו פרפר יום הנחשב מזיק מפתח של הרימון, במחקר קודם מצאנו שמספר הביצים המוטלות על פירות ירוקים גדול באופן מובהק ממספר הביצים המוטלות על פירותי אדומים, באותו זמן (שרון וחובריה 2008, 2009). סביר להניח ששינויים ויזואליים בפרי הרימון מצביעים על שינוי באיכותו כבית גידול לזחלי כחליל הרימון. יתכן שבכך הנקבה המטילה מתאמת את זמן ההתפתחות של הזחל עם הבשלת הפרי.

כחליל הרימון מודבר בריסוס בתכשיר קרטה (פריטרואיד) עם גילוי הביצה הראשונה. השימוש בקרטה אסור לפני הקטיף ולפיכך, לא קיים טיפול יעיל כנגד הכחליל לאורך תקופה קריטית זו. במחקרים קודמים (אבידוב 1961) ובמחקר הקדמי שערכנו נמצא כי רוב הביצים מוטלות דווקא בתקופה זו שלקראת הקטיף החל מחודש אוגוסט (שרון וחובריה 2008, 2009). הנזק יכול לנוע בין 10% בזנים מקדימים ל- 100% בזנים מאוחרים במידה ולא ניתן כל טיפול (אבידוב 1961; שרון וחובריה 2008, 2009).

אף כי כחליל הרימון הוא מזיק מפתח בגידול הרימון, מעט ידוע על העדפת ההטלה של הנקבה.

הנחת המחקר היא כי נקבת כחליל הרימון בהיותה פרפר יום מתבססת על חוש הראיה לבחירת אתר ההטלה. איתור הסמנים הויזואליים אליהם מתייחסת הנקבה בבואה להטיל, תוך התייחסות לצפיפות ההטלה ולחץ ההטלה, יאפשר הצעה לאתר הטלה חלופי שישימש כמלכודת ביצים. הסטת ההטלה מפרי הרימון לאתר המלכודת תביל להקטנת הנזק מהכחליל במטע הרימון.

מטרת המחקר:

פיתוח אמצעי הדברה חלופי המתבסס על סמנים ויזואליים להסטת הטלה- כחליל הרימון כמודל.

בשנת המחקר הראשונה:

- א. מדידת ספקטרום האור המוחזר מפירות רימון בצבעים שונים
- ב. יצור אתר הטלה מלאכותי (רימוני דמה) בהתבסס על ספקטרום הצבע שימצא כתואם לפרי ירוק
- ג. בחינת יעילות רימוני הדמה במעבדה ובמטע כאתר הטלה חלופי.

מהלך המחקר ושיטות העבודה:

המחקר נערך במעבדה לאקולוגית מזיקים, חוות המטעים, מו"פ צפון ובמטע רימון סמוך למעבדה וכן במטע רימונים במו"פ ערבה.

פירות עם זחלים נאספו ממטעים ובוסתנים. הזחלים גודלו על מצע מזון סינטטי (פרוטוקול שפותח ונבדק במעבדה).

א. מדידת הספקטרום המוחזר באורכי גל שונים לפירות ולעלים

מאחר והניסויים מבוססי ראיה, נדרש תיאור שדה האור המוחזר מאתרי ההטלה. לצורך כך ניתוח והשוואה של הפירות נעשו באמצעות צילומם במצלמה דיגיטאלית NIKON D90. ערוצי RGB הופרדו והתוצאות נותחו באמצעות קוד שפותח בתוכנת מאטלב. עוצמה וקיטוב נותחו ע"י תמונות שצולמו דרך פילטר מקטב לינארי בשלוש זוויות. אלגוריתם שנבנה ע"י עמית לרנר שימש לניתוח הקיטוב כפי שמתואר במאמר של לרנר וחובריו (2008). כדי לתאר באופן מפורט את האור המוחזר מהפירות, הספקטרום המוחזר באורכי גל 300-700 nm נמדד ע"י שימוש בסיב אופטי Ocean Optics, Dundelin, Florida, (USA, UV/VIS 600nm) ובספקטרופוטומטר (Ocean Optics ADC-1000-USB). קליברציה נעשתה באמצעות טפלון לבן. המערכת נבדקה בהצלחה ומתוארת במחקרם של לרנר וחובריו (2008).

בשנת המחקר הראשונה חולקו הפירות לשלוש קטגוריות- פירות ירוקים, פירות אדומים ועלי רימון. עוצמת ספקטרום האור המוחזר נמדדה באורכי גל בטווח של 350-700 nm בעשר חזרות לכל קטגוריה. הפירות והעלים נבדקו פחות מחמש שעות לאחר שנקטפו מהעץ.

יצור רימוני דמה



לאחר ניתוח שדה הראיה שנמצא כתואם לפירות הירוקים נבחנו חומרים שונים לצורך שימוש כאתר הטלה מלאכותי מבוסס צבע (רימון דמה). נבחנו לוחיות פלסטיק, חימר וכדורי קלקר. בניסויים הקדמיים חלק מהנקבות לא הטילו על לוחיות פלסטיק וכדורי החימר נמצאו כשבירים במיוחד ומשקלם גרם לקריסת ענפי הרימון במטע הוחלט לייצר את אתר ההטלה המלאכותי מכדורי קלקר בקוטר דומה לקוטרו של רימון ירוק (כ- 10 ס"מ).

בחינת יעילות רימוני הדמה במעבדה ובמטע כאתר הטלה חלופי.

א. בחינת יעילות רימוני הדמה במעבדה כאתר הטלה חלופי.

במעבדה - זוגות בודדים של פרפרים (זכר ונקבה) שגודלו במעבדה הוכנסו לקופסאות קרטון (צבע מט להקטנת החזר של קיטוב ועוצמת אור) המוארות בנורות LED לבן. בכל קופסה הוצבו טיפולים שונים לצורך בחינת ההעדפה:

א. רימון ירוק מול רימון אדום

ב. רימון ירוק מול רימון דמה ירוק

ג. רימון אדום מול רימון דמה ירוק

בכל טיפול, שני אתרי הטלה הוצבו בקצוות נגדיים זה לזה כאשר במרכז הקופסה הוצבה צלחת פטרי עם מזון לפרפרים - צמר גפן ספוג במי סוכר (25%).

מספר הביצים בכל אתר הטלה נקבע לאחר 24 שעות. כדי לבדוק האם בחירת אתר ההטלה מושפעת מנוכחות מוקדמת של ביצים על הפירות השארנו בקופסאות את הכחלילים לאחר היום הראשון ובדקנו המצאות ביצים אחת ליומיים עד לתמותת הנקבות. בדקנו האם ההטלה נמשכת על אותו אתר הטלה או שנבחרים אתרי הטלה אחרים.

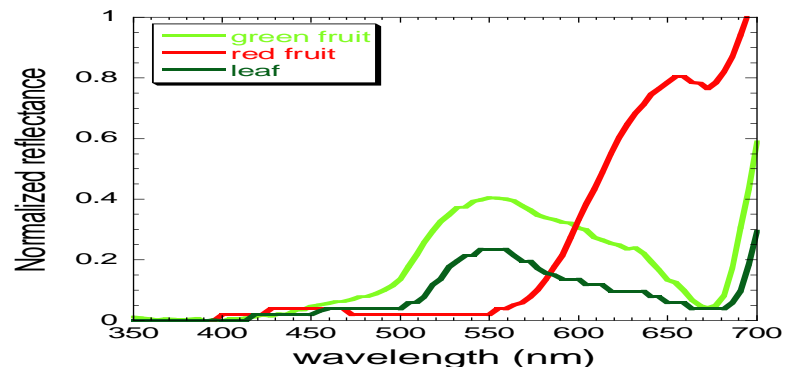
ב. בחינת יעילות רימוני הדמה במטע כאתר הטלה חלופי.

נבחרו שתי חלקות בהן מספר אתרי הטלה גדול (רימונים) - האחת באזור חוות המטעים, עמק החולה והשניה במו"פ ערבה דרומית, יוטבתה. בחלקות אלו לא ניתנו טיפולים כנגד מזיקים כלל. בכל חלקה נבחרו אקראית 5 עצים עליהם ניתלה רימון דמה אחד, 5 עצים עליהם ניתלו 5 רימוני דמה, 5 עצים עליהם ניתלו 10 רימוני דמה, וחמישה עצים עליהם לא ניתלו רימוני דמה כלל. רימוני הדמה ניתלו בין פירות העץ. בכל שבוע נספרו כלל הרימונים על העץ, מספר הרימונים האדומים ומספר הרימונים הירוקים, נספרו הביצים על רימוני הדמה, על הרימונים באותו העץ שחולקו לפי צבע (ירוק ואדום) ועל הרימונים בעצים ללא רימוני הדמה.

תוצאות

מדידת ספקטרום אורכי הגל לפירות ולעלים

מהתוצאות ניתן לראות כי לספקטרום האור המוחזר מהפרי המוגדר כרימון אדום נע בין 600-700nm. טווח הספקטרום המוחזר מהפרי המוגדר כרימון ירוק הינו 500-650nm ובעלה טווח הספקטרום דומה לטווח הרימון הירוק עם פיק צר יותר ועוצמה נמוכה יותר. ניתן לראות שישנן נקודות חפיפה אך קיימת שונות במיקום הפיקים על סקלת אורכי הגל והעוצמה שונה. כדורי קלקר נצבעו ע"י אומן המתמחה בצביעה של דמויי רימונים. לאחר צביעת הכדורים נבדק ספקטרום האור המוחזר ונמצא בטווח הספקטרום שנמצא ברימון הירוק.



איור 2: ממוצע ספקטרום האור המוחזר מרימונים ירוקים, רימונים אדומים ועלי עץ רימון. מדידות נעשו באור שמש מלא בעזרת ספקטרומטר (OceanOptics, USB-2000) וסיב אופטי (OceanOptics, QP1000-2-UV/VIS).

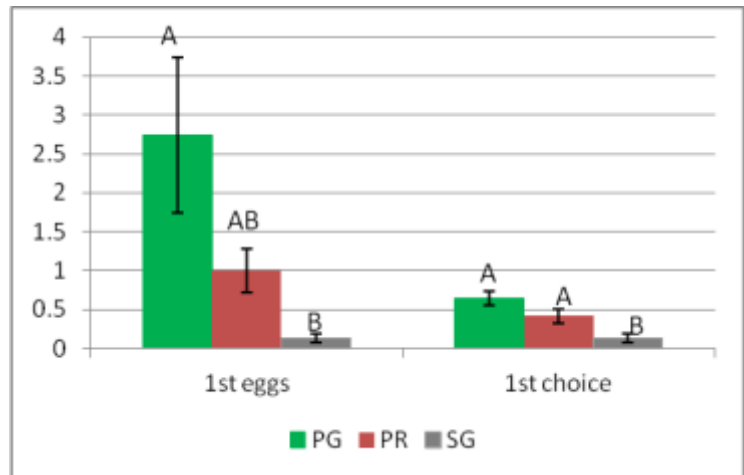
בחינת יעילות רימוני הדמה במעבדה ובמטע כאתר הטלה חלופי.

א. בחינת יעילות רימוני הדמה במעבדה כאתר הטלה חלופי.

מספר טיפולים הוצבו בקופסאות הניסוי אליהן הוכנסו זוגות כחלילים ונבדק מיקום הטלה ראשונה. נמצא כי הטלה ראשונה מתבצעת אחרי כארבעה ימים מהכנסת זכר ונקבה לקופסה.

בטיפול 1, כאשר הוצב רימון ירוק מול רימון דמה (11 חזרות) נמצא הבדל מובהק ($F_{2,90}=18.6$; ANOVAchois: $p<0.0001$) בבחירת אתר הטלה ראשון לרימון ירוק (0.82 ± 0.12) לרימון הדמה (0) וצלחת הפטרי (0.18 ± 0.12) כמו גם במספרן של הביצים המוטלות ראשונות על רימון ירוק (2.0 ± 0.4) למספרן על רימון הדמה (0) וצלחת המזון (0.27 ± 0.19) ($F_{2,30}=14.8$; ANOVAeggs: $p<0.0001$). אך למרות שיותר ביצים הוטלו בשה"כ על הרימון הירוק לא נמצא הבדל מובהק במספר הביצים הכללי שהוטל במהלך הניסוי בין אתרי ההטלה. בטיפול 2, כאשר הוצב רימון אדום מול רימון דמה (4 חזרות) נמצאו 3 הטלות ראשונות על רימון אדום (6 ביצים), אף לא אחת על רימון הדמה ואחת על צלחת הפטרי (2 ביצים). בשה"כ נמצאו 17 ביצים על הרימונים האדומים ושלוש ביצים על צלחת הפטרי.

כאשר הוצב רימון ירוק מול רימון אדום (31 חזרות- 14 ב-2011 ו- 17 ב-2010) נמצאה העדפה מובהקת להטלה ראשונה על רימון ירוק ורימון אדום לעומת צלחת הפטרי ($F_{2,90}=10.3$; ANOVA: $p<0.0001$). מספר הביצים הממוצע בהטלה ראשונה שהוטל על רימונים ירוקים היה גבוה ממספר הביצים על צלחת הפטרי ומספר הביצים שהוטלו על רימונים אדומים לא נבדל ממספרן על רימון ירוק ועל צלחת הפטרי ($F_{2,90}=4.9$; ANOVA: $p<0.01$) (איור 3). לא נמצא הבדל במספר הביצים הכללי שהוטלו לאורך כל תקופת הניסוי בין רימון ירוק לרימון אדום (נבדק ב- 2011 בלבד).

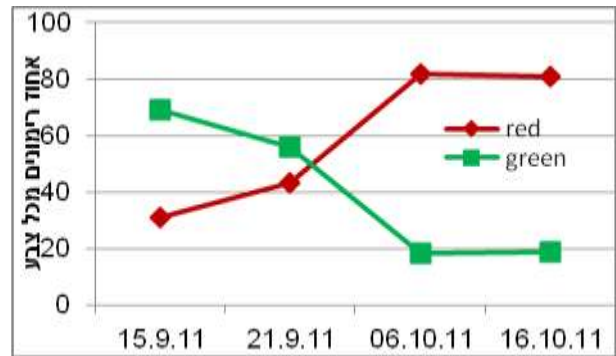


איור 3: מס' הביצים שהוטלו בבחירה ראשונה ומס' הפעמים בהם נמצאה בחירה ראשונה בניסוי של העדפת רימון ירוק על אדום. אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק. (PG=רימון ירוק; PR=רימון אדום; SG=צלחת סוכר)

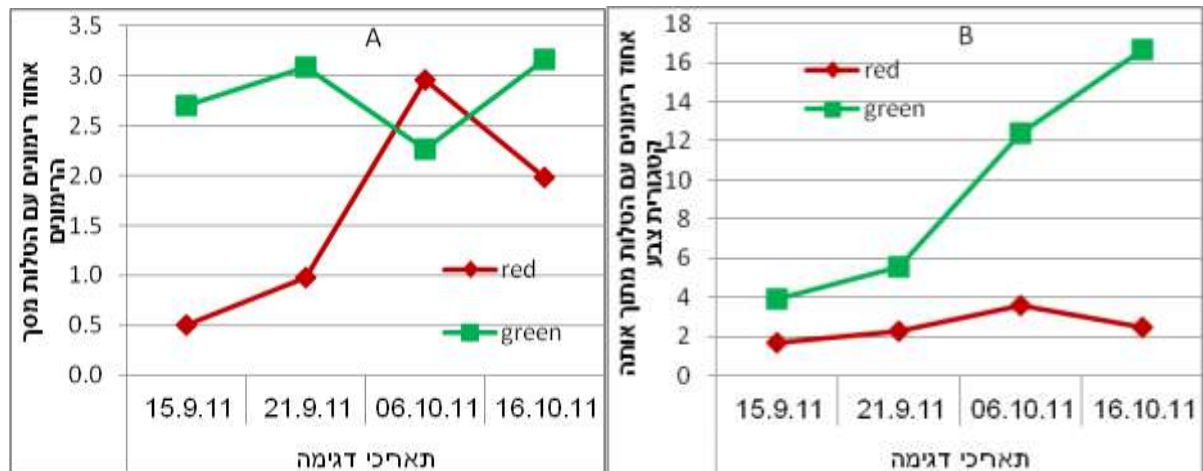
ב. בחינת יעילות רימוני הדמה במטע כאתר הטלה חלופי.

אוכלוסית הכחלילים החלה להופיע באזור עמק החולה רק מאמצע ספטמבר וכמות הביצים המוטלות היתה קטנה ביותר ביחס לשנים קודמות- באותה החלקה, אחוז הפירות עם הטלות ב- 2010 היה 15% בממוצע בעוד שהשנה אחוז הפירות עם הטלות היה 2.2% בממוצע. בסוף העונה, בכל העצים היו יותר רימונים אדומים (71.88%) מרימונים ירוקים (18.6%). באמצע ספטמבר היו יותר רימונים ירוקים מאדומים (%) ובמהלך החודש עלה מספר הרימונים האדומים ומספר הירוקים ירד (איור 4). לא נמצאו ביצים על רימון הדמה. כמו בשנים קודמות במחקר אחוז הפירות הירוקים עליהם נמצאו הטלות היה גבוה מאחוז הפירות האדומים אליהם נמצאו

הטלות (איור 5) אבל בעוד שבשנה הקודמת בשיא פעילות הכחלילים נמצאו הטלות על 88% מהפירות הירוקים, בשנה זו, בשיא הפעילות של הכחלילים נמצאו ביצים רק על כ- 17% מהפירות הירוקים.



איור 4: אחוז הרימונים בשתי קטגוריות הצבע (רימונים ירוקים ורימונים אדומים) שנמצא בחלקת הניסוי



איור 5: אחוז הרימונים עליהם נמצאו הטלות בשתי קטגוריות הצבע שהוגדרו (רימונים ירוקים - green ורימונים אדומים - red) בכל אחד מתאריכי הבדיקה: A- אחוז הפירות עם הטלות מתוך כלל הפירות שעל העץ B- אחוז הפירות עם הטלות מתוך הפירות שנמצאו על העץ באותו הצבע (אחוז הפירות הירוקים עם הטלות מתוך כלל הפירות הירוקים ואחוז הפירות האדומים עם הטלות מתוך כלל הפירות האדומים)

סיכום ומסקנות

בשנת המחקר הנוכחית הכחלילים הופיעו מאוחר (אמצע ספטמבר לעומת תחילת אוגוסט בשלושת השנים הקודמות). כמות הביצים שהוטלו בשנה זו היתה נמוכה יחסית, ככל הנראה כתוצאה מתחילת פעילות מאוחרת יחסית לשנים קודמות, ויתרת העונה שהיתה קצרה אף היא בשל ירידת הטמפרטורה ותחילת הגשמים בתחילת אוקטובר.

בשנת המחקר הנוכחית זיהינו את טווח ספקטרום הצבע של הרימון הירוק המועדף להטלה ויצרנו אתר הטלה מלאכותי (רימון דמה ירוק) על פי הספקטרום שזוהה.

רימוני הדמה לא זוהו ע"י הנקבות כאתר הטלה מתאים במעבדה ובשטח ובחלק מהמקרים אפילו צלחת המזון SG הועדפה על פניהם.

גם במטע וגם במעבדה הרימון הירוק נמצא מועדף כאתר הטלה ראשון. ממצאים אלה מחזקים את תוצאות המחקרים שנערכו בשנים הקודמות בהם נמצאו יותר הטלות על רימונים ירוקים מאשר על רימונים אדומים במטע.

בניסויי המעבדה מצאנו כי במשך הזמן הנקבה כנראה עוברת בין אתרי הטלה ובמידה ויש שני רימונים היא מטילה מספר ביצים דומה בכל אתר, וכך גם כאשר הבחירה היא בין רימון לאתר הטלה מלאכותי (צלחת פטרי או רימון דמה).

ממצאים אלו מהשטח ומהמעבדה מחזקים את ההשערה כי קיימת אצל נקבת הכחליל העדפה להטלה על רימון ירוק אך מראים כי יתכן וגורם הצבע אינו הגורם היחידי בבחירת אתר הטלה או כי לא זוהה עדיין ספקטרום הצבע המתאים אותו בוחרת הכחלילה.

בשנת המחקר הבאה יבדקו צבעים נוספים בטווח הספקטרום שזוהה באמצעות שימוש במניפת צבעים. תבדק השפעת נדיפי רימון ירוק (ניסוי פרלימינארי נערך השנה לבחינת מערכי ניסוי אפשריים), עם ובלי השפעת צבע הפרי כאמצעי להגברת יעילות אתר הטלה מלאכותי. כמו כן, תיבדק פרקטיקה של השארת רימונים ירוקים בעץ במספר קבוע כאמצעי להסטת הטלה ככלי זמין עד למציאת אתר הטלה מלאכותי.