

בדיקת התנאים המעודדים התפתחות של עמידות לשיטת בלבול הזכרים בהלקטית הוורודה  
בכותנה

**Condition promoting the evolution of "resistance" of the pink bollworm to mating  
disruption technique in cotton fields.**

אלי הררי, הדס שטייניץ, ויקטוריה סורוקר, המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז וולקני

aharari@agri.gov.il

אריאלה ניב ומיכל אקסלרוד, הנהלת ענף כותנה

**תקציר**

ההלקטית הוורודה (הזחל הוורוד) הינה מזיק מפתח בשדות הכותנה בארץ. מזה שנים רבות כל חלקות הכותנה בארץ מטפלות במזיק בשיטת "בלבול הזכרים", שיטת הדברה ידידותית לסביבה שהובילה לירידה משמעותית בשימוש בחומרי הדברה כנגד המזיק. עם זאת, בשנים האחרונות חלה עלייה בגודל האוכלוסייה של המזיק והנזק שנגרם להלקטים ונמצא שיחס המרכיבים של הפרומון בשדה שונה מזה של יחס המרכיבים באוכלוסיית מעבדה שלא נחשפה לפרומון. נבדקה השאלה האם מועד תחילת היישום של הפרומון (זמן ללא פרומון בתחילת העונה או בסופה) וריכוז הפרומון בשטח (מספר הנדיפיות) משפיעים על הרכב הפרומון של הנקבות. תקופות בהן אין פרומון ואזורים שבהם כמות הפרומון נמוכה עשויים לשמש כאזורי "מקלט" בהם הזכר יכול לאתר את כלל הנקבות באוכלוסייה ולמנוע את התפתחות ה"עמידות" להרכב הפרומון שבחוסים המשמשים לבלבול. נבחרו שני שדות כותנה השונים זה מזה בשיטת היישום של פרומון: נען, שבו נתלו נדיפיות הפרומון מאוחר בעונה (אמצע מאי) ובריכוז של 50 חוטים לדונם ושדה הכותנה ברבדים בו יושם הפרומון בתחילת העונה (סוף אפריל) בריכוז של 100 חוטים לדונם בשתי פעימות, 50 חוטים כל פעם. לאחר קטיף הכותנה (נובמבר) נאספו הלקטים נגועים בהלקטית והפרומון בבלוטות הפרומון של הנקבות נבדק והשווה לפרומון של נקבות שגדלו במעבדה (גילת, רמי הורוביץ) ולא נחשפו לפרומון סינטטי ולפרומון של נקבות שנאספו מחלקות כותנה במשך העונה בשנים עברו.

לא נמצא הבדל מובהק ביחס שבין מרכיבי הפרומון של נקבות שנאספו מחלקת כותנה בנען בה הוצבו הנדיפיות באיחור ובמינון של 50 חוטים לדונם בלבד ובחלקת הכותנה ברבדים שבה הוצבו 100 חוטים לדונם (פרומון מופחת בסוף העונה, לאחר הקטיף) לבין היחס שבין מרכיבי הפרומון בביקורת או זה של נקבות שנאספו בחלקות שטופלו ב- 100 חוטים לדונם בשנים שעברו. ניתן להסיק, באופן ראשוני, שלא נמצאה "עמידות" לפרומון כאשר ניתנה למזיק אפשרות להזדווג בתוך החלקה ללא השפעת הפרומון לבלבול.

## מבוא.

ההלקטית הוורודה, *Pectinophora gossypiella*, הינה המזיק החשוב ביותר בכותנה בעולם (Henneberry 1986) ובארץ (פורר 1989). בתחילת שנות ה-80 של המאה העשרים הוחל בארץ השימוש ב"שיטת בלבול הזכרים" כשיטת הדברה ידידותית לסביבה כנגד המזיק (Or et al. 1986; Kehat et al. 1999). בשיטת בלבול הזכרים פיזור פרומון המין הסינטטי של הנקבה בשדה גורם לירידה במספר הנקבות המזדווגות ומכאן להקטנת האוכלוסייה בדור הבא (Carde and Mink 1995). על הצלחת השימוש בשיטה זו תעיד התפשטות השימוש בה ל-100% משדות הכותנה בארץ וההפחתה המשמעותית בשימוש בחומרי ההדברה הרעילים לסביבה (זרחנים אורגניים ופיריתרואידיים) שחלה כתוצאה מיישום השיטה. עם זאת בשנים האחרונות חוזרים ונשנים הדיווחים על עלייה ניכרת ברמת האילוח של אוכלוסיות ההלקטית בשדות הכותנה ושוב עלה הצורך להשתמש בחומרי הדברה מקבוצות הזרחנים האורגניים והפיריתרואידיים (Horowitz et al. 1995).

עלייה באוכלוסיית המזיק בשטח המטופל בשיטת בלבול הזכרים עשויה לנבוע ממספר גורמים: (1) סניטציה לקויה. בסוף העונה, הזחלים נכנסים לגבעולי הכותנה וההלקטים שנותרים בשדה. הגלמים, ששרדו את החורף בשדה מגיחים עם האביב והבוגרים מזדווגים מחוץ לשדה הכותנה או בתוכו לפני הצבת הפרומון לבלבול. (2) התפתחות עמידות לחומרי הדברה. (3) התפתחות של עמידות להרכב הפרומון המסחרי המשמש לבלבול הזכרים.

תוצאות ממחקר קודם (דוח מדען לשנת 2010 # 131-1494) שללו את האפשרות שהתפתחה עמידות חריגה כנגד חומרי ההדברה, והתפרצות של המזיק במספר גדול של חלקות כותנה על אף ניהול סניטציה טובה העלו את החשד שהתפתחה עמידות להרכב הפרומון המשמש בשיטת בלבול הזכרים. מחקר חדש יותר (במימון BARD) הצביע על שינוי משמעותי בהרכב הפרומון בחלקות המבולבלות לעומת הרכב הפרומון באוכלוסיית ביקורת במעבדה שלא נחשפה לפרומון בשיטת הבלבול. מהות השינוי שנצפה היה ביחס שבין שני מרכיבי הפרומון ( $Z7,Z 11-16 : OAc$  ו-  $Z7,E 11-16 : OAc$ ). באוכלוסיית המעבדה נשמר היחס של 1:1 במרכיבים, המאפיין גם את אוכלוסיית העש בעולם (Roelofs 1978), בעוד היחס בין המרכיבים בנקבות שנמצאו בשדה התאפיין ביחס הקרוב ל-6:4 ( $Z:E$ ).

בפרומון הסינטטי המשמש בשיטת בלבול הזכרים (Shin-Etsu Japan) נמצאים שני מרכיבי הפרומון ביחס של 1:1. הנחת המחקר היא שבשל הפרומון לבלבול המורכב מיחס של 1:1 בין שני מרכיבי פרומון, הזכרים לא מזהים את הנקבות בשדה שגם הפרומון שלהן מורכב מאותו מיחס מרכיבים. מאידך, נקבות שהפרומון שלהן שונה מיחס זה, כן ימצאו על ידי הזכרים. לכן, יש באוכלוסייה יותר נקבות שיחס המרכיבים שלהם אינו 1:1. הנחה נוספת היא שבהינתן לזכרים אפשרות לזהות ולהזדווג עם נקבות שיחס המרכיבים בפרומון שלהן הוא 1:1 יוקטן הסיכון לפיתוח "עמידות" לשיטת הבלבול באוכלוסייה.

**מטרת המחקר** לבדוק את היחס שבין שני מרכיבי הפרומון באוכלוסיית השדה של ההלקטית הוורודה בחלקות שבהן ניתן חלון זמן נקי מפרומון בתחילת העונה או בסופה.

## שיטות

זחלים של ההלקטית הוורודה נאספו לאחר קטיפת הכותנה מהלקטים מאוחרים משני שדות כותנה: נען, שבו יושמו 50 נדיפיות לדונם מאוחר בעונה, ורבדים שבו יושמו 100 נדיפיות לדונם בשתי פעימות. בנען ניתן חלון זמן נקי מפרומון בתחילת העונה ופיזור הפרומון בשדה היה בריכוז נמוך יחסית בעוד ברבדים ניתן חלון זמן שבו ריכוז הפרומון נמוך (יחסית) בסוף העונה, עם סיום הפרומון בנדיפיות. הזחלים הוצאו מההלקטים, מוינו לזכרים ונקבות והוכנסו לפי הזוויג לקופסאות התגלמות. נקבות בוגרות הוכנסו, כל אחת בנפרד, למבחנות זכוכית עליהן נרשם יום הגיחה לבוגר. בגיל 3 ימים, בזמן המתאים לשיא ה"קריאה" של הנקבות, הושמו כל המבחנות בקרח המשמר את איכות הפרומון בזמן שיא הקריאה. בלוטת הפרומון הוצאה מהנקבה והושמה במבחנת זכוכית עם ממס. כל הבלוטות נשלחו למעבדתו של Russel Jurenka באוניברסיטה של Iowa בארצות הברית לאיפיון המרכיבים וכמותם ב-GC. להשוואה שימשו נקבות של ההלקטית הוורודה מגידול מעבדה (למעלה מ-30 שנה, אצל רמי הורוביץ) שלא נחשפו לפרומון הסינטטי המשמש לבלבול ונקבות מאותם שדות משנים קודמות..

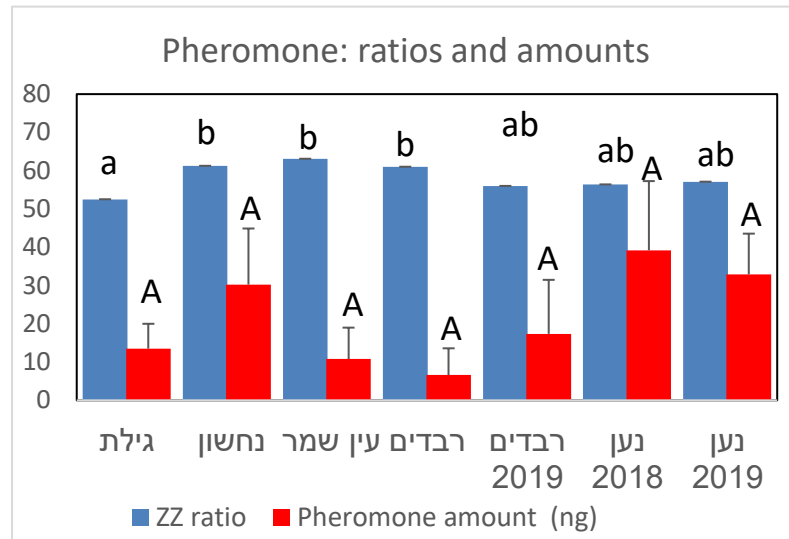
## תוצאות

למקור הנקבות (שדה או מעבדה) לא היתה השפעה על כמות הפרומון בבלוטות של נקבות בתולות בנות 3 ימים. כמות הפרומון הייתה דומה בנקבות שגדלו במעבדה מזה שנים רבות ללא חשיפה לפרומון לבלבול ובנקבות שנלקחו מחלקות הכותנה שבהן הייתה התפרצות של אוכלוסיית המזיק. בבדיקת היחס שבין שני המרכיבים של הפרומון עולה כי ליישום שיטת ההדברה יש השפעה משמעותית על יחס המרכיבים של הפרומון. יחס המרכיבים של הפרומון של נקבות הביקורת, שלא היו חשופות לפרומון לבלבול, נמצא קרוב ל-1:1, מאידך, יחס המרכיבים של הפרומון בחלקות כותנה לבלבול משנים קודמות בהם יושמו 100 חוטים בזמן, נמצא מוטה לכמות גדולה יותר של המרכיב ZZ מאשר זה של המרכיב השני, ZE. יחס המרכיבים בפרומון של נקבות שנאספו השנה משדה כותנה בנען, כמו גם זה של נקבות שנאספו מרבדים, לא היה שונה במובהק מזה של הנקבות מהמעבדה או זה של נקבות משדות מבולבלים בשנים קודמות (איור 1).

## דיון

יחס המרכיבים של הפרומון בתכשיר המסחרי של בלבול הזכרים (Shin – Etsu) הוא 1:1. יחס זה מבטא את הרכב הפרומון הממוצע של נקבות באוכלוסיית שדה שאינה מבולבלת. ההבדל שנמצא בשנים קודמות ביחסים שבין המרכיבים בבלוטות הפרומון של נקבות בחלקות מבולבלות עשוי להצביע על שינוי ביחס שבין המרכיבים של הפרומון בחלקות כותנה כתוצאה משמוש חוזר ונשנה של שיטת בלבול הזכרים. מאידך, היחס שבין המרכיבים בחלקות הכותנה בנען וברבדים בשנת המחקר הנוכחית לא היה שונה במובהק מ-1:1 אך גם לא שונה מיחס המרכיבים בחלקות המבולבלות. בחלקה בנען, יושמו חוטי הפרומון מאוחר יחסית לעונה (אמצע מאי) ובמינון מוקטן של 50 חוטים לדונם בלבד בעוד שברבדים ייתכן שלאחר הקטיפה לא נותר פרומון בחוטים בכמות המתאימה לבלבול הזכרים. הקשר (אף כי נובע מתוצאות של שתי חלקות בלבד) שבין מינון

פרומון נמוך לבין הדמיון ביחסים שבין מרכיבי הפרומון גם לאוכלוסיית הביקורת וגם לאוכלוסיות שדה משנים קודמות, מצביע על האפשרות כי בחלקות אלו הזכרים הצליחו לאתר את הנקבות "הרגילות", שלהן יחס 1:1 בין מרכיבי הפרומון ויחס זה, בהיותו מורש, נשמר באוכלוסייה. יחד עם זאת, במקומות ובזמן שבהם שיטת הבלבול עבדה, הזכרים אתרו נקבות שלהן יחס מרכיבים שונה מזה של הפרומון הסינטי. לפיכך נמצאו באוכלוסייה בסוף העונה נקבות שלהן יחס מרכיבים של 1:1 יחד עם נקבות שיחס המרכיבים בפרומון שלהן מוטה לטובת המרכיב ZZ (איור 1).



איור 1. העמודות הכחולות מתארות את שיעור המרכיב ZZ בתוך בלטות הפרומון. העמודות האדומות מתארות את כמות הפרומון ב ng בתוך בלוטת הפרומון של הנקבות, באוכלוסיית רבדים (100 חוטים לדונם), ונען (תלייה מאוחרת 50 חוטים לדונם), אוכלוסיות הביקורת (גילת, רמי הורוביץ) ואוכלוסיות שדה מייצגות משנים קודמות - רבדים, עין שמר ונחשון. (Anova  $P < 0.05$ ).

ממחקר זה עולה האפשרות שבהינתן "מקלט" בזמן או במרחב, שבו כמות הפרומון לבלבול מאפשרת מידה מסוימת של מפגש אקראי בין הזכרים לנקבות, ישמר יחס המרכיבים הטבעי של הפרומון ולא תתפתח "עמידות" באוכלוסייה. שמירה על "זמן/מרחב המקלט" אופטימאלי, שיאפשר, מצד אחד, הזדווגות אקראית בתוך האוכלוסייה, ומאידך יגביל את מספר הנקבות המזווגות ברמה שהיא מתחת לסף הנזק, עתיד לשמר את היעילות של שיטת הבלבול בחלקות כותנה. תוצאות אלו, אף כי ראשוניות, מעודדות ומצביעות על האפשרות להחזיר את היעילות של שיטת הבלבול לקדמותה על ידי שינוי בשיטת היישום של חוטי הבלבול

תודה לרמי על העשים מהמעבדה, למרכזי גידול הכותנה בגד"ש צבר ונען, לעדי מונצו והדס שטייניץ על איסוף הזחלים מאלפי הלקטים ול- Russel Jurenka על האנליזה הכימית.

פורר ג. 1989. הלקטית ורודה- ביולוגיה, ניטור והדברה. הוצאת מועצת הכותנה.

- Carde and Mink, 1995. Control of moth pests by mating disruption: successes and constraints. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 559-585.
- Henneberry, T.J. 1986. Pink Bollworm Control in the Western United States, pp. 52–56. U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Agricultural Reviews and Manuals ARM–W–16.
- Kehat, M. Anshelevich L. Gordon D. Harel M. Zilberg L. and Dunkelblum E. 1999. Effect of density of pheromone sources, pheromone dosage and population pressure on mating of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bull. Entomol. Res.* 89: 339-345.
- Roelofs, W. L. (1978). Threshold hypothesis for pheromone perception. *J. Chem. Ecol.* 4: 685-699.