

הפחתת נזקי צרעות הדגן (דגניות) בחיטה הגדלה בצפון הנגב



Reducing damages from wheat-stem sawflies in wheat grown at the northern Negev region.

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

ד"ר דוד בן-יקיר אנטומולוגיה, הגה"צ, מרכז וולקני, בית דגן, ת.ד. 6, 50250
שי כיתאין שה"מ, גד"ש, מחוז נגב
עוזי נפתליהו שה"מ, גד"ש, מחוז נגב
דני זוהר שה"מ, גד"ש, מחוז נגב
איציק אמיתי ועדת מגדלים נגב, מועצה אזורית אשכול
מיכאל חן אנטומולוגיה, הגה"צ, מרכז וולקני

David Ben-Yakir, Department of Entomology, ARO, The Volcani Center, P. O.
Box 6, Bet-Dagan 50250. E-mail: benyak@volcani.agri.gov.il

יולי 2009

תמוז, תשס"ט

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר

תקציר

הצגת הבעיה: בשנים 2004 ו-2005 היתה עליה ניכרת בנוקצי הדגניות בצפון הנגב וברמת יששכר. צרעות אלה מטילות בגבעולי החיטה וזחליהן מתפתחים בתוך הקנה. נבירת הזחלים מחלישה את הקנה ופוגעת בכמות ובאיכות הגרגרים. בתום התפתחותו, הזחל נכנס לתרדמה של 9 חודשים בבסיס הקנה. לפני כניסתו לתרדמה הזחל חותך את הקנה מעל הבסיס, דבר שגורם לרביצה ואובדן היבול. בשדות נגועים קשה הנזק הגיע לאובדן של מחצית היבול.

מהלך ושיטות עבודה: המחקר בוצע בשדות חיטה שנזרעו על כרבים שונים בצפון הנגב, רמת יששכר ורמת מנשה. נערכה השוואה של ניטור המזיק באמצעות מלכודות צבע דביקות, רשת חרקים, וחומרי משיכה כימיים. נלמדה הפנולוגיה של המזיק באמצעות מלכודות ודגימות קנים. נבחן הקשר בין רמות הלכידה לנזק. נבחנו יעילותם של טיפולי הדברה בתכשירי פריטורואידים. נקבעה ההישרדות במהלך תרדמת הזחל וזוהו גורמי התמותה העיקריים. פותח מודל לגיחת האביב על בסיס ימים יוליאניים.

תוצאות עיקריות: ניטור הצרעות באמצעות מלכודות דבק צהובות היה היעיל ביותר. ברוב תקופת המחקר שכיחות דגנית הפסים היתה גבוהה מדגנית שחורת הבטן. לפי מודל ליניארי נדרשים 69 ימים יוליאניים (10 מרץ) ל-50% גיחה של הדגניות. דגנית הפסים מקדימה בהתפתחותה את דגנית שחורת הבטן בשבועיים. ברוב השדות על כרב חיטה, תעופת הדגניות היתה מוקדם יותר וצפיפות האוכלוסיה היתה גבוהה יותר בהשוואה לשדות על כרב אחר. קצב ויעילות המעבר של הדגניות מהשדות מהם הגיחו לשדה החיטה הנוכחי הושפע מהמרחק שבין שדות אלה. אפקט שוליים מובהק התקבל בשדות חיטה על כרב אחר רק כשרמת אוכלוסיית המזיק הפולשת היתה גבוהה. מרבית הדגניות (80%) מתו במהלך התרדמה, בעיקר בקיץ. אנו משערים שרוב התמותה נגרמה על ידי גורמים אביוטיים כגון חום, יובש (בקיץ) ורטיבות יתר (בחורף). הצרעה הטפילית C. *calitrator* היא גורם התמותה הביוטי העיקרי. טיפול הדברה בתכשירים מקבוצת הפריטורואידים, בשיא תקופת התעופה, הפחית את הנזק ב-50%.

מסקנות והמלצות: נראה כי ברוב השנים האוכלוסיות של הדגניות בישראל נמוכות (יתכן שבזכות אויבים טבעיים יעילים) ואינן גורמות לנזק מסחרי. יתכן ששנים ברוכות גשם מעלות את הסיכון לנזק מצרעות הדגן. ראוי לזהות את פרומון ההתקהלות וחומרי המשיכה הצמחיים עבור מיני הדגניות בישראל. יש צורך לזהות את גורמי תמותת הזחלים בתרדמה ולבחון האם ניתן לנצל להדברת המזיק (לדוגמא חימום סולרי או הצפת הקרקע). צפוי שעבודים שיחשפו את "שאריות הקנים" לקראת הקיץ או יטמינו אותם לקראת החורף יפחיתו את הישרדות המזיק בשלב התרדמה. ראוי לבחון את השפעת תכשירי ההדברה על האויבים הטבעיים של הדגניות שפעילים באותו זמן בשדה.

מבוא

צרעות הדגן (דגניות, Hymenoptera: Cephidae) הן מזיקות חשובות בחיטה *Triticum* spp. ובגידולי דגן אחרים בעולם (Anon., 2007). הדגנית *Cephus cinctus* Norton נפוצה בקנדה ובצפון מערב ארצות-הברית. דגנית הפסים *Cephus pygmaeus* L. נפוצה באירופה, באפריקה, באסיה, במזרח אמריקה ובצפונה. דגנית שחורת הבטן *Trachelus tabidus* F. נפוצה באירופה ובישראל (תמונה 1).



תמונה 1: נקבות של דגנית הפסים (ימין) ודגנית שחורת הבטן (שמאל) במבט דורסלי.

הדגניות מפתחות דור אחד בשנה (Ainslie, 1920). קצה צינור ההטלה של הנקבה דמוי מסור בעזרתו היא חותכת חריץ להטלה בקנה החיטה. מכאן שמן העממי "צרעות מסור" (sawflies). הביצים מוטלות בשלב הישתבלות החיטה. כל נקבה מטילה כ-50 ביצים במשך כחודש. הזחל בוקע כשבוע לאחר ההטלה וניזון מהרקמה הפנימית של הקנה. בדרך כלל רק זחל אחד משלים את התפתחותו בכל קנה. התפתחות הזחל אורכת כ-5 שבועות ובמהלכה הוא יורד לבסיס הקנה שם הוא נכנס לתרדמה. לפני כניסתו לתרדמה חותך הזחל את הקנה מעליו, סותם את הפתח בפקק ומכסה עצמו ברקמת קורים שקופה (יקרא להלן "שארית קנה", תמונה 2). הזחל נמצא בתרדמה כ-9 חודשים ואחריה הוא מתגלם. כחודש לאחר ההתגלמות מגיחה הצרעה.



תמונה 2: חתך אורך ב"שארית קנה" שבה זחל של צרעת הדגן בתרדמה.

הזחל גורם לחיטה שני סוגי נזק: (1) פגיעה בצינורות ההובלה בקנה שגורמת לפחיתה בכמות ובאיכות הגרגרים; (2) חיתוך בסיס הקנה שגורם לנפילת השיבולת ואובדן היבול. הדגניות מוכרות כמזיק בחיטה הגדלה בצפון הנגב ורמת יששכר כבר שנים רבות. ברוב השנים נזקי הדגניות נמוכים אך מדי פעם הן מתפרצות באזורים שונים וגורמות לאובדן של עד מחצית מהיבול. התפרצות אחת היתה בתחילת שנות השמונים ובעקבותיה דווח על הפנולוגיה והאויבים

הטבעיים של הדגניות (גולברג, 1983; Gol'berg, 1986). בשנים 2003 ו-2004 שוב החלה התפרצות של הדגניות בשדות החיטה של צפון הנגב. הדברה ביולוגית יעילה של הדגניות ע"י צרעות הטפילות על הזחל ידועה באזורים רבים בעולם. הטפילים עוברים את הקיץ והסתיו בתוך זחלי הדגניות ב"שאריות קנים". גיחת הצרעות הטפילות ופעילות ההטפלה הן בעונת ההטלה של הדגניות. בישראל דווח על הטפלה של הדגניות בצרעות מהסוגים *Tetrastichus* ו-*Collyria* (Gol'berg, 1986). בשדות נגועים מקובל לטפל בתכשירי הדברה כימיים נגד הבוגרים בתקופת ההטלה הנמשכת 2-4 שבועות. טיפול הדברה אלה עלולים לפגוע גם בצרעות הטפילות הפעילות באותו הזמן. לא ידועים תכשירים סיסטמיים המתאימים להדברת זחלי הדגניות בקני החיטה. בעבר השתמשו בחריש עמוק להצנעת "שאריות קנים" ולהקטנת אוכלוסיית המזיק ששורדת מעונת גידול אחת לעונה העוקבת. בשנים האחרונות אומץ על ידי המגדלים ממשק "מינימום עיבוד" שאינו כולל חריש עמוק. יתכן ששינוי זה תורם לעלייה הדרגתית באוכלוסיות הדגניות. כאשר חיטה נזרעת על כרב חיטה קל לדגניות המגיחות באביב למצוא את צמחים להטלה ולכן בשדות אלה צפויה אוכלוסייה גבוהה יחסית. כאשר זורעים חיטה על כרב אחר (אפונה, בקיה, תלתן, אבטיח) הדגניות צריכות לעבור מהשדה בו הגיחו לשדות החיטה. בשדות אלה צפויים אוכלוסיות נמוכה יחסית וריכוז גבוה של המזיק בשולי השדה, במיוחד בצד ממנו הן הגיעו. בצפון אמריקה מתמודדים עם הדגניות באמצעות פיתוח זני חיטה עמידים, ניטור ולכידת הצרעות בעזרת חומרי תקשורת ייחודיים, יבוא הפצה ותגבור של אויבים טבעיים (Anon., 2007). מטרת מחקר זה היתה לעדכן את הידע הפנולוגי על המזיק ולפתח כלים להפחתת נזקי הדגניות בשדות החיטה בישראל. שמנו דגש מיוחד על פיתוח אמצעי ניטור, זיהוי גורמי התמותה בתקופת התרדמה, בניית מודל לחיזוי גיחת האביב והבנת התנועה והפיזור של הדגניות. מטרתנו להביא לדיוק במקום ובזמן הניטור וההדברה ולהציע שיטות להפחתת הישרדות הדגניות במהלך התרדמה.

מטרות המחקר

1. פיתוח מערכת ניטור.
2. לימוד הפנולוגיה ודגם הפיזור של הדגניות בזמן ובמרחב.
3. מציאת הקשר בין ממצאי הלכידה לנזק הכלכלי הצפוי (סף פעולה).
4. בחינת יעילותם של תכשירי הדברה להפחתת נזקי הדגניות.
5. לימוד ההישרדות וזיהוי גורמי תמותה בשלב התרדמה.
6. פיתוח מודל לחיזוי גיחת האביב.

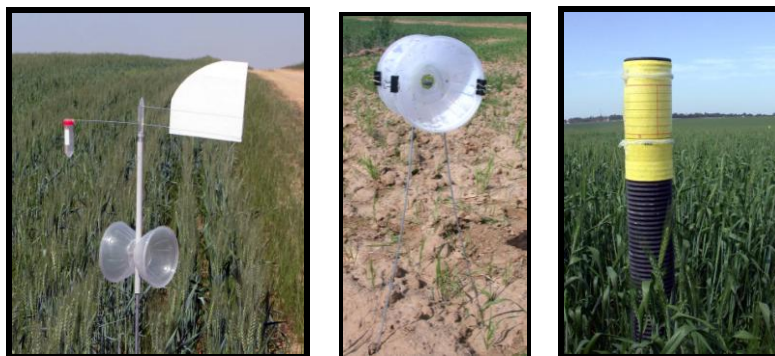
שיטות וחומרים

המחקר בוצע בין השנים 2006-2008 בשדות חיטה בצפון הנגב, רמת יששכר ורמת מנשה (טבלה 1).

1. פיתוח מערכת ניטור

נבדקו ארבע סוגי מלכודות לניטור הדגניות והצרעות הטפילות שלהן :

- א. מלכודות דבק צהובות מסחריות (20 X 15 ס"מ) הוצבו על עמודים בגובה 1 מ' והצד הדביק הופנה דרומה. נבחנה היכולת לזהות את הצרעות בתמונה דיגיטאלית של המלכודת.
- ב. מלכודות דבק צהובות על צינור עגול בקוטר 10 ס"מ ובגובה 1 מ' (שטח לכידה 11x35 ס"מ).
תמונה 3).
- ג. מלכודות דבק עם נדיפית גומי המכילה פיתיון המשלב פרומון התקהלות (9-acetyloxynonan) וחומר משיכה צמחי ((Z)-3-hexenyl acetate של הדגנית *C. cinctus* (1 מ"ג מכל חומר. **תמונה 3).**
- ד. הכאה ברשת חרקים בעלת פתח בקוטר 40 ס"מ.



תמונה 3 : מלכודות עמוד צהובה (מימין) ושני דגמים של מלכודות עם פיתיון ריח (משמאל) לניטור הדגניות.

המלכודות הוחלפו כל שבועיים במהלך עונת ההטלה. דגימות ההכאה ברשת בוצעו פעם בשבועיים, באקראי, בסמוך לאתרי הלכידה במלכודות הדבק. כל דגימה כללה 10 הכאות על צמחי החיטה ובוצעו 5 דגימות (חזרות) לשדה בכל מועד. הצרעות שנלכדו בכל שיטות הלכידה נבדקו בעזרת בינקולר ונקבעו רמת הלכידה, הרכב המינים ויחס הזוויגים.

2. לימוד הפנולוגיה ודגם הפיזור של הדגניות בזמן ובמרחב.

הלימוד נערך באזור הדרום והצפון בזוגות של שדות סמוכים, אחד על כרב חיטה (מקור הדגניות) והשני על כרב אחר (**טבלה 1**). המלכודות הוצבו כך שיאפשרו לעקוב אחרי תנועת הצרעות בין השדות ופיזורן המרחבי בשני השדות. הדגניות נספרו על המלכודות, המין שלהן והזוויג זוהה. בשנתיים הראשונות, מאמצע מרץ נאספו כל שבועיים 25 קנים באקראי בסמוך ל-10 מלכודות בכל אזור לקביעת שיעור הקנים הנגועים ולמעקב אחרי התפתחות הזחלים.

3. מציאת הקשר בין ממצאי הלכידה לנזק הכלכלי הצפוי (סך פעולה).

בכל השדות, כשבוע לפני הקציר (תחילת מאי) נבדק שיעור נפילות קנים עם חיגור ב-3 דגימות בשטח 0.5 מ"ר בסמוך לכל מלכודת. שיעור הנפילות חושב כמספר קנים שנפלו בממוצע למ"ר מתוך עומד טיפוסי (250 ו-350 קני חיטה למ"ר, בדרום ובצפון, בהתאמה). ההתאמה בין שיעור נפילות הקנים וממצאי הלכידה (לכל תאריך ולמספר המצטבר) נבחנה באמצעות רגרסיה ליניארית.

טבלה 1: פירוט השדות בהם נלמדה הפנולוגיה ויחס בין הלכידות לנפילות הקנים.

משק	כרב	עבוד לפני זריעה	תאריך זריעה	זן חיטה	ארגון מלכודות
"מושבי הנגב" ליד שובל	חיטה	קילטור	15.11.05	זהיר	16 מלכודות, במרווח של 85 מ' אחת מהשניה.
"מושבי הנגב" ליד שובל	אפונה	קילטור	12.11.05	גדרה	22 מלכודות, כנ"ל.
עח"מ	חיטה	ללא	30.11.05	נגב	16 מלכודות בשלושת הפאות הסמוכות לשדה על כרב שחת. הצבה 12.2.06 במרווח של 120 מ' אחת מהשניה.
עח"מ	שחת קטניות	ללא	4.12.05	גדרה	9 מלכודות בשלושת הפאות שאינן משיקות לשדה על כרב חיטה ו-11 מלכודות כ-50 מ' פנימה משולי השדה. כנ"ל.
רעים	חיטה	קילטור	8.11.06	גדרה	2 שורות של 6 מלכודות במרווח של 30 מ' האחת מהשניה, 50 ו-100 מ' מהשוליים המזרחיים
	אבטיח	קילטור	9.11.06	גדרה	שורות של 4 מלכודות במרווח של 30 מ' האחת מהשניה, 20 ו-120 מ' מהשוליים המערביים
עין חרוד מאוחד	חיטה *	ללא	27.11.06	זהיר	שורה של 6 ושורה של 3 מלכודות במרווח של 200 מ' אחת מהשניה, 100 ו-300 מ' מהשוליים הדרומיים
	תלתן	ללא	22.11.06	נירית	בשוליים 12 מלכודות, במרכז השדה 2 מלכודות, 250 מ' מהשוליים המערביים.
רעים	חיטה (מושקה)	קילטור	27.11.07	זהיר	ב-7.2.08 הוצבו 2 שורות של 3 מלכודות במרווח של 200 מ' האחת מהשניה, 20 ו-70 מ' מהשוליים המזרחיים. בתאריך 27.2.08 נוספו 2 מלכודות בעלות שני גבהים של אזורי לכידה בכל שורה, כעת המרווח 100 מ' האחת מהשניה.
	חמניות (מושקה)	קילטור+דיסק	4.11.07	גדרה	בתאריך 7.2.08 הוצבה שורה של 4 מלכודות במרווח של 25 מ' האחת מהשניה, 20 מ' מהשוליים המערביים. בתאריך 27.2.08 נוספו 3 מלכודות במרווח של 25 מ' האחת מהשניה, 20 מ' מהשוליים הדרומיים.
מגן	חיטה	דיסק	8.11.07	יובל	בתאריך 7.2.08 הוצבו 6 מלכודות במרווח של 200 מ' האחת מהשניה, 20 מ' מהשוליים המערביים. בתאריך 27.2.08 הועברו 2 מלכודות לשדה כל ערב בוטנים.
	בוטנים**	דיסק	31.10.07	גדרה	בתאריך 27.2.08 הוצבו 2 שורות של 4 מלכודות במרווח של 200 מ' האחת מהשניה, 20 ו-100 מ' מהשוליים המזרחיים.
עין חרוד מאוחד	חיטה	חריש	4.12.07	נירית	בתאריך 6.2.08 הוצבו 4 מלכודות במרווח 200 מ' אחת מהשניה, 50 מ' מהשוליים הדרומיים. בתאריך 24.2 נוספו 4 מלכודות במקביל לקודמות, 100 מ' מהשוליים הדרומיים.
	תלתן		4.12.07	רותם	בתאריך 6.2.08 הוצבו 3 מלכודות במרווח של 180 מ' אחת מהשניה, 50 מ' מהשוליים הצפוניים. בתאריך 24.2 נוספו 3 מלכודות לשורה הקיימת, כעת המרווח הוא 90 מ' בין האחת לשניה. בנוסף הוצבו 4 מלכודות בצד המערבי של השדה במרווח של 90 מ' אחת מהשניה, 125 מ' מהשוליים הצפוניים.

* טיפול הדברה בתכשיר טיטן ב- 28.3.07

** שדה מושקה

4. בחינת יעילותם של תכשירי הדברה להפחתת נזקי הדגניות

הניסוי בוצע בשדה "שובל ט'1" של "מושב הנגב" בו נזרעה חיטה מזן "גדרה" על כרב חיטה ב-15 לנובמבר 2005. במרכז השדה הוגדרו 10 חלקות ברוחב 93 מ' ושטח 75 ד' בכוון מזרח-מערב. החלקות הצפונית והדרומית ביותר שימשו כהיקש לא מטופל. ב-2 במרץ ניתן ב-7 חלקות ריסוס של תכשירי ההדברה ("טיפול מוקדם") מהקרקע בנפח תרסיס של 10 ליטר/ד'. כל חלקה רוססה בתכשיר או במינון שונה (בסוגריים מצוין המינון בסמ"ק לד'): תרסיפ (75), תרסיפ (150), סיפרין (75), סי משופר (75), רוגור (100), טיטאן (75) וטלסטאר (50). החלקה שרוססה בתרסיפ (75) טופלה שוב ב-8 במרץ ("טיפול מפוצל"). במועד זה טופלה החלקה הנותרת בתרסיפ (150) ("טיפול מאוחר"). בוצע ניטור של הדגניות באמצעות מלכודות דבק צהובות שהוצבו במרכז כל חלקה. בדיקת הנגיעות בקנים ושעור הנפילות בוצעו כמתואר לעיל.

5. לימוד ההישרדות וזיהוי גורמי תמותה בשלב התרדמה.

2006-2007: "שאריות קנים" נאספו משדות חיטה קצורים באזור שובל (ב-12 לנובמבר וב-7 לדצמבר) ועין חרוד מאוחד (עח"מ, ב-9 וב-22 לנובמבר). כ-100 "שאריות קנים" נפתחו במועד האיסוף ותכולתם נבדקה. שאר ה"שאריות קנים" הוכנסו לכלובי גיחה שכוסו ברשת 17מ"מ שהונחו על שולחן בגובה 1 מ' מעל פני הקרקע בבית רשת בבית דגן. מתחילת מרץ עד אמצע אפריל נבדקה הגיחה בכלובים כל 2-3 ימים. בתום תקופת הגיחה נפתחו כ-100 "שאריות קנים" מכלובי הגיחה ותכולתם נבדקה.

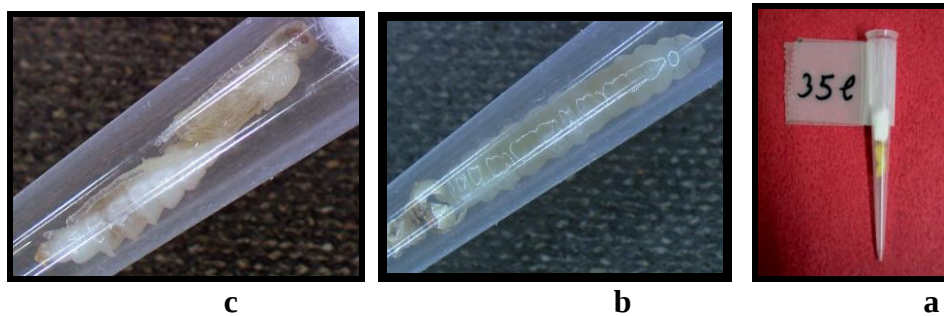
2007-2008: "שאריות קנים" נאספו משדות חיטה קצורים באזור רעים (ב-2 וב-19 לספטמבר) וברגבים (ב-7 לנובמבר). כ-20% מ"שאריות קנים" נפתחו במועד האיסוף ותכולתם נבדקה. שאר ה"שאריות קנים" הושארו בשדה, מחציתן על פני הקרקע ומחציתן טמונות כ-3 ס"מ מתחת לפני הקרקע. בכל שדה נמדדו הטמפרטורה והלחות על פני הקרקע באמצעות אוגרי נתונים. בדצמבר ובפברואר נלקח מדגם מ"שאריות קנים" שהושארו בשדה ותכולתם נבדקה. לקראת מועד הגיחה הוצבו כלובי גיחה מעל "שאריות קנים" בשדה. לתוך כל כלוב הוכנסה מלכודת דבק צהובה ללכידת הצרעות שיגחו.

גורמי התמותה של הזחלים ב"שאריות קנים" חולקו לקטגוריות הבאות:

1. "לא ידוע" = זחל מת יבש ו/או קנים ריקים עם עדות לזחל (פקק ורקמת קורים שקופה).
2. "צרעה טפילית *Collyria calcitrator*".
3. "עדות לטפיל/טורף" = חור בצד או בפקק.
4. "זבוב" = רימה לא מזוהה.
5. "פטרייה" = זחל מכוסה בפטרייה.
6. "צרעות טפיליות אחרות" = צרעות טפיליות בשלבי התפתחות שונים.
7. "עייבוב פיסילוגי" = זחל שלא השלים את התפתחותו לבוגר עד תום תקופת המעקב.

6. פיתוח מודל לחיזוי גיחת האביב

זחלים חיים שנמצאו ב"שאריות קנים" הוכנסו לתאי תרדמה מלאכותיים (טיפ פלסטי שקוף לנפח $200 \mu\text{l}$ שנאטם בצמר גפן, **תמונה 4**) לעקוב אחר ההישרדות, ההתגלמות והגיחה של אוכלוסיות המזיק שנאספו באתרים שונים. בעונת 2006-7 הפתח הצר של הטיפים הושאר פתוח אך בעונת 2007-8 אף הוא נאטם בצמר גפן. תאי התרדמה המלאכותיים עם הזחלים הוכנסו למעטפות נייר חום, כדי לדמות את התנאים ב"שאריות קנה", בקבוצות על פי אתרי ומועדי האיסוף. המעטפות הוחזקו על שולחן בגובה 1 מ' מעל הקרקע בבית רשת בבית דגן. מצב הזחלים ומשקלם נבדקו פעם בשבוע עד סוף מרץ.



תמונה 4: זחל (a), זחל מתנשל (b) וגולם (c) של דגנית בתא תרדמה מלאכותי.

בחישוב ההישרדות הנחנו שבמועד הקציר שקדם לאיסוף "שאריות קנה" (מאי) שיעור ההישרדות בהם היה 100% וקצב התמותה בהם היה קבוע עד לאיסוף. בזמן הבדיקות, זחל נחשב כמת אם לא הגיב בתנועה להטרדה (מגע, טלטול, אור). בעונת 2007-8 נערך מעקב דומה של "שאריות קנים" בתנאי שדה כמתואר לעיל בסעיף 5. לכל אוכלוסייה חושב שיעורי ההישרדות, ההתגלמות והגיחה בכל מועד בדיקה.

נתוני הטמפרטורה בבית דגן נלקחו מסוכה מטאורולוגית בבית דגן (באדיבות השירות המטאורולוגי). נתוני טמפרטורה למעקב בשדות נאספו באמצעות אוגרי נתונים. חישוב ימי המעלה נעשה על פי מודל פשוט (Sharov, 1998). הצטברות ימי המעלה החלה מה-1 בינואר וטמפרטורת סף התפתחות נקבעה כ-8 מ"צ. תנאים אלה אפשרו הצטברות חיובית של ימי מעלה בתחילת ההתגלמות. לכל אוכלוסייה חושב מודל לנארי של הגיחה ביחס להצטברות ימי המעלה והצטברות ימים יוליאניים (מה-1 לינואר), ללא הפרדה בין שני מיני הדגניות.

תוצאות

1. פיתוח מערכת ניטור

מלכודות הדבק הצהובות משכו את בוגרי הדגניות. בדרך כלל ניתן היה לזהות בשדה ובמעבדה את הדגניות לרמת המין והזוויג למרות "רעש רקע" גבוה של חרקים אחרים שנלכדו. מתמונה דיגיטאלית של המלכודת ניתן לזהות את הדגניות אך היה קושי לזהות את המין והזוויג. רמות הלכידה של צרעות הדגן במלכודות הפרומון עם חומר המשיכה הצמחי היו תמיד נמוכות (פי 2 עד פי 14, ברמות אוכלוסייה נמוכות וגבוהות, בהתאמה) מהרמות במלכודות הדבק הצהובות באותו אתר וזמן. בדגימות רשת החרקים נלכדו מעט מאוד צרעות דגן בהשוואה למלכודות דבק צהובות באותו אתר וזמן. לעומת זאת, ברשת נלכדו הרבה יותר צרעות טפיליות מהמין *C. calcitrator* מאשר במלכודות הדבק הצהובות באותו אתר וזמן.

2. לימוד הפנולוגיה ודגם הפיזור של הדגניות

שנת 2006 - בשדות ליד שובל דגניות החלו להילכד בתחילת פברואר במספרים נמוכים (פחות מצרעה למלכודת ליום). שיא הלכידות היה בתחילה מרץ (שלב פריחת החיטה) ברמות של 100-50 דגניות למלכודת ליום. כ-95% מהצרעות שנלכדו היו מהמין דגנית הפסים. ב-15 במרץ נמצאו לראשונה זחלים בקנים וב-15 באפריל שיעור הנגיעות התייצב על 50%. הזחלים השלימו את התפתחותם ונכנסו למצב תרדמה בבסיס הקנה מסוף מרץ עד אמצע אפריל. ב-16 למאי, סמוך לקציר, שיעור הקנים שנפלו היה 55%. בשדות של עח"מ דגניות נלכדו מאמצע פברואר עד אמצע אפריל ושיא הלכידה היה באמצע מרץ ברמות של 2 דגניות למלכודת ליום. רוב הצרעות שנלכדו היו מהמין דגנית הפסים. בסוף פברואר ותחילת מרץ נלכדו גם מספר קטן של דגנית שחורת הבטן. ב-15 במרץ נמצאו לראשונה זחלים בקנים וב-10 באפריל שיעור הנגיעות התייצב על 30%. הזחלים השלימו את התפתחותם ונכנסו לתרדמה מאמצע אפריל עד אמצע מאי. ב-20 למאי, סמוך לקציר, שיעור הקנים שנפלו היה 25%. פיזור הלכידות היה במוקדים עם מגמה של "אפקט שולים" בצלע המשיקה בין השדות הסמוכים (**איור 1**).

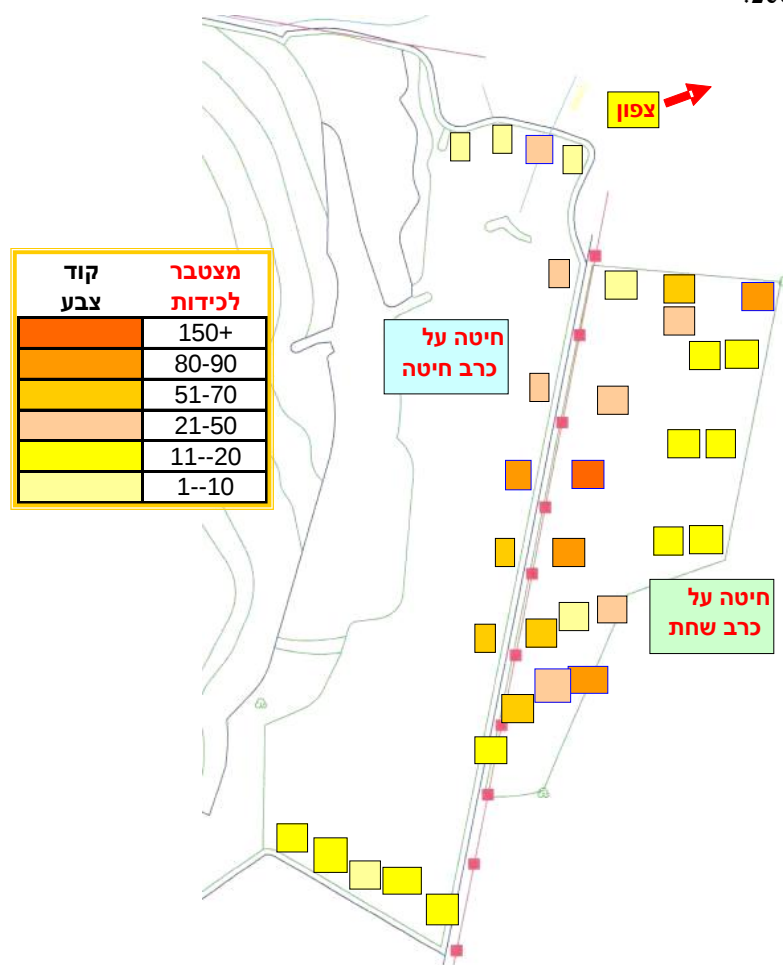
שנים 2007 ו-2008 - בכל השדות דגנית הפסים נלכדה מתחילת עונת התעופה ולכל אורכה, כאשר שיא הלכידות היה בדרך כלל בשבועיים הראשונים של מרץ. לעומת זאת, שיא הלכידה של דגנית שחורת הבטן היה כ-10 ימים מאוחר יותר ולעיתים תקופת התעופה שלה היתה קצרה יותר (לדוגמא **איור 2**). בראשית תקופת התעופה, ברוב השדות על כרב חיטה רמת הלכידה היתה גבוהה יותר בהשוואה לשדות על כרב אחר. מגמה זאת התהפכה בסוף תקופת התעופה. בשתי השנים ובכל האתרים היתה רמת הנגיעות בקנים נמוכה מ-3%.

3. מציאת הקשר בין ממצאי הלכידה לנזק הכלכלי הצפוי (סף פעולה).

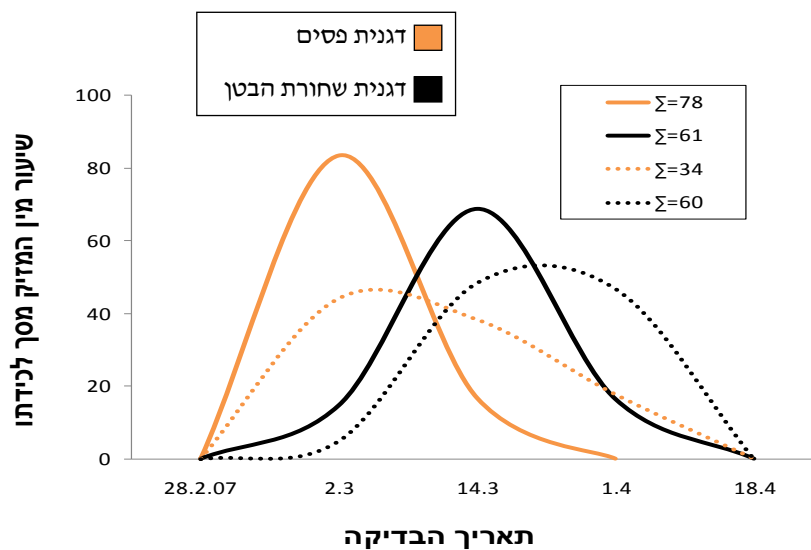
שנת 2006 - בשדות ליד שובל המספר המצטבר של דגניות למלכודת לעונה היה 396-43 ושעור נפילות הקנים היה 20-60% ($N=11$ אתרים). בשדות של עח"מ המספר המצטבר של דגניות למלכודת לעונה היה 167-26 ושעור נפילות הקנים היה 16-50% ($N=6$ אתרים). למרות מגמת הקשר בין הלכידות לנזק ברמת השדה לא נמצא קשר מובהק כזה ברמת האתר.

שנים 2007 ו-2008 - בגלל שעור נזק נמוך (פחות מ-3%) ושונות רבה ברמת הלכידות לא נמצא קשר מובהק בין הלכידות לנזק ברמת האתר או השדה.

איור 1. ארגון המלכודות ורמות הלכידה המצטברת לכל העונה בשדות החיטה של עין-חרוד מאוחד, 2006.



איור 2: השפעת מחזור הגידולים (כרב חיטה — ; כרב אחר.....) ומין הדגנית על הדינאמיקה של הלכידות, רעים, 2007.

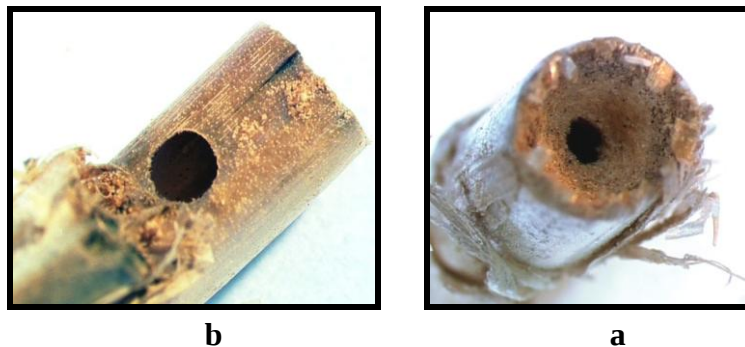


4. בחינת יעילותם של תכשירי הדברה להפחתת נזקי הדגניות

ממצאי הלכידה בחלקות הביקורת מעידים ש"הטיפול המוקדם" ניתן בשיא פעילות הדגניות בעוד ש"הטיפול המאוחר" ניתן כאשר פעילות הדגניות היתה נמוכה הרבה יותר. בחלקות שרוססו ב"טיפול המוקדם" נצפתה לכידה נמוכה משמעותית בהשוואה ללכידות בחלקות הביקורת. זאת ראייה עקיפה ליעילות כל טיפולי ההדברה. לא נצפו הבדלים דומים כתוצאה מ"הטיפול המאוחר" עקב רמת לכידות נמוכה בכל השדה. ריסוס בתרסיס במינון כפול או ריסוס ב"טיפול מפוצל" לא הביא לשיפור ביעילותו בהשוואה ל"טיפול המוקדם". חלק מהתכשירים הפחיתו את שיעור הנזק (נפילות הקנים) פי 2 עד 3 בהשוואה לביקורת שבה היה נזק ממוצע של כ-40%. זאת היתה תצפית בחלקה אחת לכל טיפול (ללא חזרות) ולכן לא ניתן לקבוע את מובהקות ההבדלים בין התכשירים.

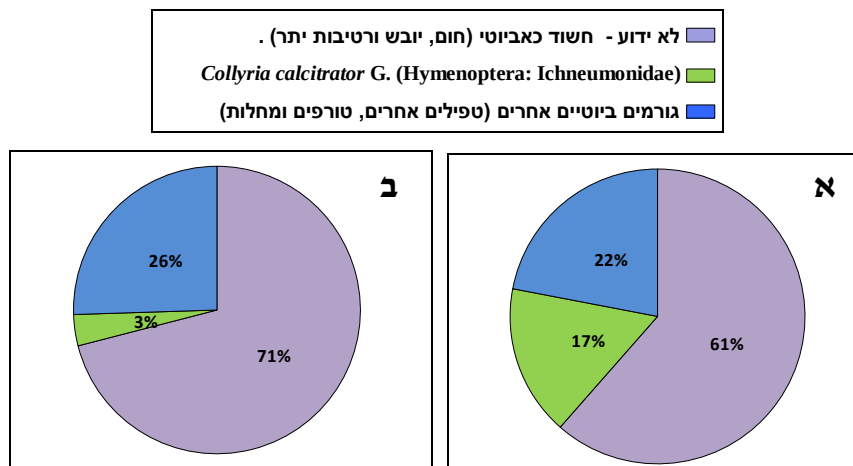
5. לימוד ההישרדות וזיהוי גורמי תמותה בשלב התרדמה

בשתי שנות המחקר, בבדיקות "שאריות קנים" שנאספו בסתיו נמצא שכ-40% (טווח 27-53%) מהזחלים כבר מתו בקיץ לפני האיסוף. בתנאי בית רשת בבית דגן הגיחו רק כ-3% וכ-9% מהדגניות בשנים 2007 ו-2008, בהתאמה. לעומת זאת, בתנאי שדה ב-2008 הגיחו 16% ו-27% ברעים וברגבים, בהתאמה. בתנאי בית רשת כרבע מהזחלים לא השלימו את התפתחותם עד תום תקופת הגיחה לעומת כ-4% בתנאי שדה. שיעור ההישרדות של הדגניות מהכניסה לתרדמה ועד סוף גיחת האביב בתנאי שדה נע בין 10-40%. "שאריות קנים" שנמצאו ריקות או עם זחל מת שויכו לקבוצה בה גורם תמותה "לא ידוע" (איור 3). בדרום, שיעור "שאריות קנים" הריקים היה דומה לשיעור בהם נמצא זחל מת. לעומת זאת, בצפון, שיעור "שאריות קנים" ריקים היה גבוה פי 4-9 משיעור בהם נמצא זחל מת. גורם התמותה הביוטי העיקרי היה הצרעה הטפילית C. *calitrator*. בצפון הנגב נצפו אוכלוסיות גבוהות של טפיל זה בתקופת הפעילות של הדגניות. בעונת 2007-2008, שיעור התמותה מטפיל זה בצפון הנגב היה גבוה פי 5 מאשר ברמת מנשה (איור 3). בחלק מהקנים נמצא חור בפקק או בדופן "שאריות קנים" שנחשבו כראיה לתמותה מטפיל או טורף (תמונה 5). שיעור התמותה מגורמים ביוטיים אחרים היה דומה בשני האזורים.



תמונה 5: חור בפקק (a) ובדופן (b) "שארית קנה" שנגרם על ידי טפיל או טורף.

בשנת 2008, ההישרדות של צרעות הדגן בצפון הנגב היתה גבוהה פי 3 ב"שאריות קנים" טמונות בהשוואה לחשופות. לעומת זאת, ברמת מנשה ההישרדות היתה גבוהה פי 6 ב"שאריות קנים" חשופות בהשוואה לטמונות.



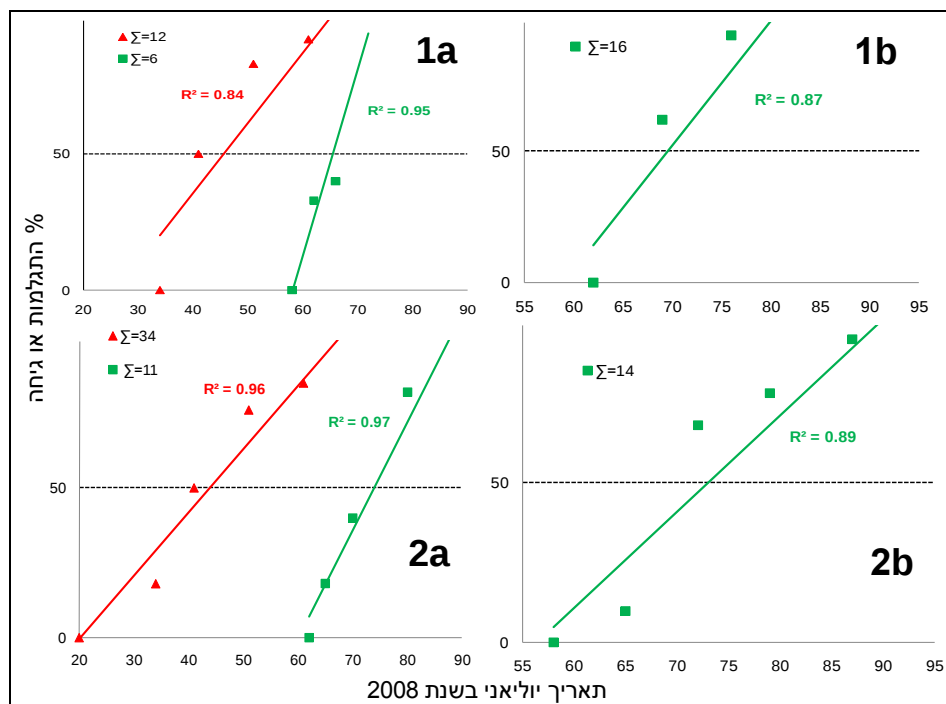
איור 3: גורמי התמותה ב"שאריות קנים" בתנאי שדה בעונת 2007-2008 [א: צפון הנגב (N=140); ב: רמת מנשה (N=63)].

המשקל הממוצע של זחלים חיים ב"שאריות קנים" היה כ-13 מ"ג (תחום 1.6-25.2). בסתיו 2006, משקל הזחלים שנאספו בעח"מ היה גבוה במובהק (ב-26%) ממשקל הזחלים שנאספו בשובל. ממועד איסוף הזחלים ועד התגלמותם היתה פחיתה של 10-20% במשקלם. לא נמצאה התאמה בין משקל הזחלים והישרדותם במהלך התרדמה או הצלחתם בגיחת האביב. תוספת לחות או מתן מים חופשיים לזחלים לא גרמו לעליה במשקלם או לשיפור בהישרדותם.

6. פיתוח מודל לחיזוי גיחת האביב

שעורי ההישרדות והצלחת גיחת האביב בתאי התרדמה המלאכותיים היו נמוכים וחלק ניכר מהזחלים לא השלימו את התפתחותם לצרעות. בינואר 2007 נגרמה תמותה רבה לזחלים בתאי התרדמה עקב התפשטות של אקריות טפילות מהסוג *Pymotes* sp. לבניית המודלים השתמשנו בנתוני גיחה מבית הרשת ומכלובי הגיחה בשדה. ההתגלמות של האוכלוסיות השונות החלה בחודש ינואר ונמשכה עד לסוף פברואר (50% בין 10.2-27.1) והגיחה החלה באמצע חודש פברואר ונמשכה עד לסוף מרץ (50% בין 12.3-24.2). לפי מודל ליניארי המבוסס על ימי מעלה (סך התפתחות 8 מ"צ מה-1 בינואר) בתנאי שדה נדרשו לדגניות ברגבים וברעים 264 ו-262 ימי מעלה ל-50% גיחה, בהתאמה. בתנאי בית הרשת (2008) נדרשו לדגניות מרגבים ומרעים 275 ו-358 ימי מעלה ל-50% גיחה, בהתאמה. הבדל זה נבע כנראה מכך שהאוכלוסייה מרגבים הגיחו רק דגניות הפסים (מגיחות מוקדם) לעומת האוכלוסייה מרעים שהיתה ברובה (75%) דגניות שחורות הבטן (המגיחות מאוחר).

מודל ליניארי המבוסס על ימים יוליאניים נתן התאמה טובה יותר לתהליך התגלמות והגיחה מאשר זה המבוסס על ימי מעלה (**איור 4**). לפי המודל 50% גיחה של הדגניות תהיה במוצע ביום היוליאני 69 (10 במרץ).



איור 4: מודלים ליניאריים, על בסיס הצטברות ימים יוליאניים, של התגלמות (אדום) וגיחת (ירוק) דגניות מרגבים (1) ומרעים (2) בתנאי בית רשת בבית דגן (a) ובתנאי שדה (b), ($\Sigma =$ סך צרעות הדגן שהתגלמו או הגיחו).

דין

דגניות הקמה מזיקות לחיטה בישראל כבר שנים רבות. נראה שעוצמת הנזקים ממזיקים אלה שונה בצורה ניכרת בשנים ואזורים שונים. ממצאי מחקר זה נותנים תמונת מצב מעודכנת של מזיקים אלה.

ניטור הצרעות באמצעות מלכודות דבק צהובות היה היעיל ביותר מבין השיטות שנוסו במחקר זה. שילוב של פרומון התקהלות וחומר משיכה צמחי, המשמשים בהצלחה לניטור של הדגניות

האמריקאית *C. cinctus*, לא סייע בניטור מיני הדגניות המקומיים. ראוי לזהות את פרומון ההתקהלות וחומרי המשיכה הצמחיים עבור מיני הדגניות בישראל. חומרים אלו עשויים לסייע בניטור ומיקוד ההדברה של הדגניות. כמו כן, זיהוי חומר המשיכה הצמחי עשוי לסייע בפיתוח של זני חיטה עמידים (ללא ביטוי של חומר המשיכה) או זנים שישמשו כצמחי מלכודת (יבטאו את חומר המשיכה בכמות גדולה).

במחקר של הדגניות בצפון הנגב בתחילת שנות השמונים של המאה הקודמת דווח כי שכיחות דגנית שחורת הבטן היתה 90% ושל דגנית הפסים רק 10% (Gol'berg, 1986). בשנת 2006 רוב (מעל 90%) הדגניות שנלכדו היו מהמין דגנית הפסים. ב-2007 שכיחות דגנית הפסים היתה 95% ו-48% בצפון ובדרום, בהתאמה. ב-2008 עלתה שכיחות דגנית שחורת הבטן בדרום לכ-80% אך בצפון מין זה היה נדיר.

לפי המודל שפותח במחקר זה נדרשים 65-74 ימים יוליאניים ל-50% גיחה של הדגניות. ראוי להמשיך ולפתח מודל גיחת צרעות הדגן המבוסס על ימי מעלה. בדרום החלה פעילות התעופה וההטלה של הדגניות בתחילת בפברואר ושיאה היה בתחילת מרץ ובצפון פעילות זאת היתה כשבועיים לאחר מכן. מנתוני הגיחה ושיאי הלכידות נמצא שדגניות הפסים מקדימה בהתפתחותה את דגנית שחורת הבטן בשבועיים.

ברוב השדות על כרב חיטה תעופת הדגניות היתה בתאריך מוקדם יותר וצפיפותם היתה גבוהה יותר בהשוואה לשדות על כרב אחר. קצב ויעילות המעבר של הדגניות מהשדות מהם הגיחו לשדות החיטה הנוכחיים הושפעו מהמרחק שבין שדות אלה. כאשר שדות אלו השיקו היה שיעור מעבר גבוה ומהיר יותר מאשר כששדות אלו היו מרוחקים אחד מהשני. "אפקט שוליים" ברור התקבל בשדות חיטה על כרב אחר רק כשרמת אוכלוסיית המזיק הפולשת היתה גבוהה. למרות זאת, מגמת פיזור הדגניות בשדות חיטה על כרב אחר הושפעה בדרך כלל מהמיקום היחסי של השדות מהם הגיחו.

במחקר זה לא מצאנו התאמה בין סך לכידת צרעות הדגן לבין שיעור הנזק (נפילות הקנים). הסבר אפשרי לכך היא השונות הרבה שנמצאה באתרים באותו שדה ומרמות נמוכות של המזיק בשנתיים האחרונות של מחקר זה.

בישראל צרעות הדגן נמצאות בתרדמה מאפריל עד לפברואר. החלק הראשון של התרדמה חל בחודשים חמים ויבשים (מאי-ספטמבר) ואילו החלק השני בחודשים קרים וגשומים (אוקטובר-פברואר). במחקר זה מצאנו שמרבית הדגניות (80%) מתו במהלך התרדמה. לא מצאנו את גורמי התמותה של 60-70% מהזחלים בתרדמה. אנו משערים שאלה גורמים אביוטיים כגון חום, יובש (בקיץ) ורטיבות יתר (בחורף). יש צורך לזהות גורמים אלה ולבחון האם ניתן לנצלם להגברת תמותת המזיק (כגון חימום סולרי או הצפת הקרקע). מיקום "שאריות קנים" ביחס לפני השטח השפיע בצורה שונה על הישרדות הזחלים בדרום ובצפון. בנגב בו פני הקרקע חשופים לטמפרטורות קיצוניות וליובש הטמנת "שאריות קנים" העלתה את הישרדות הזחלים. לעומת זאת, הטמנת "שאריות קנים" בצפון, בקרקע שהפכה בוצית בחורף, הפחיתה את הישרדות הזחלים (כנראה עקב חנק). לכן, צפוי שעיבודים שיחשפו את "שאריות הקנים" לקראת הקיץ או יטמנו אותן לקראת החורף, בהתאם לאזור ולסוג הקרקע, עשויים להפחית את הישרדות המזיק בשלב התרדמה. הצרעה הטפילית *C. calcitrator* היא גורם התמותה הביוטי העיקרי. צרעות טפיליות אלה נפוצות בצפון הנגב הרבה יותר מאשר בשאר האזורים שבהם בוצע מחקר זה. הצרעות הטפיליות והטורפים גרמו להפחתה של כשליש מאוכלוסיית המזיקים. הבדל נוסף שמצאנו בין הצפון לדרום היה במשקל הזחלים ב"שאריות קנה". זחלים שנאספו ברמת יששכר היה כבדים יותר במובהק מאלו שנאספו בצפון הנגב. הסבר אפשרי לתופעה זו הוא שברמת יששכר מתפתחים קני חיטה גדולים יותר מפני שכמות הגשמים שם גבוהה בכ-30% מאשר בצפון הנגב (רב שנתי 400 ו-250 מ"מ, בהתאמה). ראוי לבחון השערה זו בעתיד.

נראה שטיפול הדברה עם תכשירים מקבוצת הפריטרואידיים, בשיא תקופת התעופה, הפחיתו את אוכלוסיית הדגניות בשדה ואת נזקיהן ב-50%. ראוי לבחון את השפעתם השלילית הצפויה של טיפולי ההדברה על האויבים הטבעיים של הדגניות שפעילים בשדה באותו זמן. נראה כי ברוב השנים אוכלוסיות הדגניות בישראל ובצפון אמריקה נמוכות (יתכן שבזכות אויבים טבעיים יעילים) ואינן גורמות לנזק מסחרי. העליה בצפיפות האוכלוסייה שדווחה ב-50 השנים

האחרונות בדרך כלל ממוקדת ב"אזורים מועדים" ונמשכת שנים בודדות. נראה כי שנים ברוכות משקעים מעלות את הסיכון לנזק מצרעות הדגן. לעומת זאת, בשנות בצורת יש ירידה במספר ובאיכות צמחי הפונדקאי. בנוסף, בשנים שחונות לעיתים נקצרת החיטה מוקדם, כמזון לבעלי חיים, והמזיק אינו מספיק להשלים את התפתחותו בתוכה.

הכרת תודה

לתלמידת המוסמך מיכל שילו שבצעה חלק ניכר מעבודת המחקר בדו"ח זה. לד"ר ענת זאדה על עזרתה בהכנת הפרומון של הדגניות. לדגנית שדה מועדת מגדלים עמק יזרעאל ומר גדעון רכס מעין חרוד מאוחד עבור עזרתם לביצוע מחקר זה.

רשימת ספרות מצוטטת

גולברג, א. (1983) צרעת הדגן-מזיק חדש בנגב. השדה, 63 : 1140-1141.

Ainslie, C. N. (1920) The western grass-stem sawfly. United States Department of Agriculture Bulletin No. 841.

Anonymous (2007) Wheat Stem Sawfly Project. Montana State University.
<http://entomology.montana.edu/sawfly/index.htm>

Cossé, A. A., R. J. Bartelt, D. K. Weaver, and B. W. Zilkowski. (2002) Pheromone components of the wheat stem sawfly: Identification, electrophysiology, and field bioassay. *Journal of Chemical Ecology* 28: 391-407.

Gol'berg, A. M. (1986) Biology of the stem sawflies *Trachelus tabidus* and *Cephus pygmaeus* in the Negev of southern Israel. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 40: 117-121.

Sharov, A. A. (1998) Simple degree-day model.
<http://home.comcast.net/~sharov/PopEcol/lec8/degday.html>

סיכום עם שאלות מנחות :

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתכנית העבודה

מטרת מחקר זה היתה לעדכן את הידע הפנוולוגי על המזיק ולפתח כלים להפחתת נזקי הדגניות בשדות החיטה בישראל. שמנו דגש מיוחד על פיתוח אמצעי ניטור, זיהוי גורמי התמותה בתקופת התרדמה, בניית מודל לחיזוי גיחת האביב והבנת התנועה והפיזור של הדגניות. מטרתנו להביא לדיוק במקום ובזמן הניטור וההדברה ולהציע שיטות להפחתת הישרדות הדגניות במהלך התרדמה.

עקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

ניטור הצרעות באמצעות מלכודות דבק צהובות היה היעיל ביותר. לפי מודל ליניארי נדרשים 69 ימים יוליאניים (10 מרץ) ל-50% גיחה של הדגניות. ברוב השדות על כרב חיטה, תעופת הדגניות

היתה מוקדם יותר וצפיפות האוכלוסיה היתה גבוהה יותר בהשוואה לשדות על כרב אחר. קצב ויעילות המעבר של הדגניות מהשדות מהם הגיחו לשדה החיטה הנוכחי הושפע מהמרחק שבין שדות אלה. אפקט שוליים מובהק התקבל בשדות חיטה על כרב אחר רק כשרמת אוכלוסיית המזיק הפולשת היתה גבוהה. מרבית הדגניות (80%) מתו במהלך התרדמה, בעיקר בקיץ. הצרעה הטפילית *C. calcitrator* היא גורם התמותה הביוטי העיקרי. טיפול הדברה בתכשירים מקבוצת הפריטוראידים, בשיא תקופת התעופה, הפחית את הנזק ב-50%.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.

נראה כי ברוב השנים האוכלוסיות של הדגניות בישראל נמוכות (יתכן שבזכות אויבים טבעיים יעילים) ואינן גורמות לנזק מסחרי. ראוי לבחון האם שנים ברוכות גשם מעלות את הסיכון לנזק מצרעות הדגן. ראוי לזהות את פרומון ההתקהלות וחומרי המשיכה הצמחיים עבור מיני הדגניות בישראל. יש צורך לזהות את גורמי תמותת הזחלים בתרדמה ולבחון האם ניתן לנצלם להדברת המזיק. צפוי שעיבודים שיחשפו את "שאריות הקנים" לקראת הקיץ או יטמינו אותם לקראת החורף יפחיתו את הישרדות המזיק בשלב התרדמה. ראוי לבחון את השפעת תכשירי ההדברה על האויבים הטבעיים של הדגניות שפעילים באותו זמן בשדה.

הבעיות שונתרו לפתרון ואו שינויים בהמשך המחקר.

הבנת הגורמים הפוגעים בהישרדות הדגניות בתקופת התרדמה. בניית מודל גיחת אביב לדגניות על בסיס ימי מעלה. שיפור מערכת הניטור לדגניות באמצעות חומרי משיכה ייחודיים. פיתוח או יבוא של זני חיטה בעלי עמידות לדגניות.

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח.

שילו מ., ד. בן-יקיר, צ. מנדל, מ. חן, ד. זהר, ש. כיתאין, ע. נפתליהו וד. שדה. 2009. הפנולוגיה והנזקים של צרעות הדגן בגידול החיטה בישראל. "ניר ותלם" אפריל 2009 (15): 20-23.

הרצאה בכנס מגדלי גד"ש בדרום (קיבוץ ארז)- 14 פברואר 2006

הרצאה בכנס החברה האנטומולוגית הישראלית (רחובות)- 18 אוקטובר 2006

הרצאה בכנס החברה האנטומולוגית הישראלית (אורנים)- 27 אוקטובר 2008

הרצאה בכנס דיווחי מחקר גד"ש חורף (בית דגן)- 13 ינואר 2009