

756

2003-2005

תקופת המחקר:

131-1235-05

קוד מחקר:

Subject: MONITORING RESISTANCE OF CALIFORNIA RED SCALE TO PYRIPROXYFEN.

Principal investigator: DANIEL BLUMBERG

Cooperative investigator:

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O)

שם המחקר: ניטור עמידות בכנימה אדומה לטייגר

חוקר ראשי: דניאל בלומברג

חוקרים שותפים:

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן  
50250

## תקציר

הצגת הבעיה (חשיבות, מטרות)

הכנימה האדומה *Aonidiella aurantii* היא אחד המזיקים הקשים של עצי-הדר בארץ ובעולם. הדברה ביולוגית ע"י אויבים טבעיים איננה יעילה דיה. בנוסף, הכנימה פיתחה עמידות לתכשירים זרחנים-אורגניים ולכן לא ניתן להשתמש בהם להדברתה. לאחרונה נשמעות תלונות על הדברה בלתי מספקת של הכנימה על ידי התכשיר טייגר (pyriproxyfen) ויש דיווחים על אוכלוסיות חריגות שאינן מגיבות לתכשיר כבעבר. מטרת המחקר הייתה לברר האם לאחר שימוש ממושך בטייגר, התפתחה עמידות בכנימה האדומה לחומר חשוב זה. יצוין, שלתכשירים מקבוצת הזרחן-אורגנים פיתחה הכנימה עמידות כבר לפני למעלה מעשור שנים.

## מהלך ושיטות העבודה

לכצוה הניסויים נבנה גידול מעבדתי של כנימה רגישה שמקורה היה חוות הניסיונות "עדן" שבה מעולם לא ניתן כל טיפול ב"טייגר". הרגישות של מושבת כנימות זו שימשה כבסיס להשוואת הרגישות ל"טייגר" של מושבה של כנימה שנאספה מפרדס באניעם (רמת הגולן), אשר טופל ב"טייגר" במשך שתי שנים רצופות. על מנת לקבוע קו בסיסי של רגישות ל"טייגר" קבענו תחילה את השפעת התכשיר על זחלים מדרגה ראשונה ושנייה של הגזע הרגיש, כולל עקומי תמותה, ובמקביל בדקנו את השפעת התכשיר על כושר יצירת צאצאים חדשים על ידי נקבות הכנימה (embryogenesis). כמו כן, נערכה השוואה של רגישות הכנימה מגזע שנאסף מהשדה עם זו של גזע מעבדתי רגיש. הריכוזים שנבחנו היו: 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 1.0 ו-5.0 מ"ג ח"פ לליטר. כל ניסוי נערך ב-10-12 חזרות, כאשר כ"א היוותה שטח של 4-3 סמ"ר של לימון המאוכלס ב-30-75 כנימות חיות. הלימונים נטבלו בחומר למשך 10 שני" שיעורי התמותה ודרגת ההתפתחות נקבעו לאחר 24 ימים מהטבילה.

תוצאות עיקריות: התכשיר "טייגר" היה יעיל מאוד בהשפעתו על זחלים מדרגה ראשונה של כנימה ממושבה רגישה ושיעורי התמותה הגיעו לכדי 80% ו-100% בריכוזים של 0.1 ו-0.2 מ"ג ח"פ לליטר (בהתאמה). ה"טייגר" הראה יעילות גבוהה בקטילה של זחלים מדרגה שנייה של כנימה ממושבה רגישה, ושיעורי התמותה הגיעו לכדי 62.5% ו-91.7% בריכוזים של 0.1 ו-0.2 מ"ג ח"פ לליטר. ה"טייגר" היה יעיל מאוד בדיכוי יצירת צאצאים חדשים. ה"טייגר" הראה יעילות קטילה גבוהה של זחלים מדרגה ראשונה של כנימה מגזע שדה שטופל ב"טייגר", שהתבטאה ב-86% וב-100% תמותה בריכוזים של 0.2 ו-0.4 מ"ג ח"פ לליטר. ע"פ עקומי התמותה היה ה"טייגר" במעט פחות יעיל בהשפעתו על כנימה שמקורה בפרדס שקיבל שני טיפולים עוקבים בתכשיר בהשוואה לכנימה שמקורה היה בפרדס ללא כל טיפול קודם בתכשיר.

מסקנות והמלצות: על מנת למנוע או להפחית ההתפתחות של עמידות ל"טייגר" יש לאמץ תכנית הדברה שתמנע, ככל האפשר, התפתחות עמידות ושתהיה מבוססת על שימוש בתכשירי הדברה חלופיים.

דוח מסכם לתכנית מחקר מס' 131-1235-661 לשנים 2003 – 2005

ניטור עמידות בכנימה אדומה (*Aonidiella aurantii*) לטייבר (Pyriproxifen)

**Monitoring resistance of California red scale, *Aonidiella aurantii* to pyriproxifen**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

על ידי

דניאל בלומברג, מרים אליהו, רמי הורוביץ ויצחק ישעיה,

המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, בית-דגן

יואל דריישפון, משרד החקלאות, שה"מ

Daniel Blumberg, E- mail: [vpblum@volcani.agri.gov.il](mailto:vpblum@volcani.agri.gov.il)

Issac Ishaaya, E- mail: [vpisha@volcani.agri.gov.il](mailto:vpisha@volcani.agri.gov.il)

Rami Horowitz, E- mail: [hrami@volcani.agri.gov.il](mailto:hrami@volcani.agri.gov.il)

Department of Entomology, A.R.O. The Volcani Center, Bet-Dagan 50250


Yoel Drishpoun, E- mail: [yoeldr@shaham.moag.gov.il](mailto:yoeldr@shaham.moag.gov.il)

Extention Service, Ministry of Agriculture, Bet-Dagan 50250

אפריל 2006

ניסן-תשס"ו

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים, הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר 

## תקציר

הצגת הבעיה (חשיבות, מטרות)

הכנימה האדומה *Aonidiella aurantii* היא אחד המזיקים הקשים של עצי-הדר בארץ ובעולם. הדברה ביולוגית ע"י אויבים טבעיים איננה יעילה דיה. בנוסף, הכנימה פיתחה עמידות לתכשירים זרחנים-אורגניים ולכן לא ניתן להשתמש בהם להדברתה. לאחרונה נשמעות תלונות על הדברה בלתי מספקת של הכנימה על ידי התכשיר טייגר (pyriproxyfen) ויש דיווחים על אוכלוסיות חריגות שאינן מגיבות לתכשיר כבעבר. מטרת המחקר הייתה לברר האם לאחר שימוש ממושך בטייגר, התפתחה עמידות בכנימה האדומה לחומר חשוב זה. יצוין, שלתכשירים מקבוצת הזרחן-אורגנים פיתחה הכנימה עמידות כבר לפני למעלה מעשור שנים.

## מהלך ושיטות העבודה

לבצוע הניסויים נבנה גידול מעבדתי של כנימה רגישה שמקורה היה חוות הניסיונות "עדן" שבה מעולם לא ניתן כל טיפול ב"טייגר". הרגישות של מושבת כנימות זו שימשה כבסיס להשוואת הרגישות ל"טייגר" של מושבה של כנימה שנאספה מפרדס באניעם (רמת הגולן), אשר טופל ב"טייגר" במשך שתי שנים רצופות. על מנת לקבוע קו בסיסי של רגישות ל"טייגר" קבענו תחילה את השפעת התכשיר על זחלים מדרגה ראשונה ושנייה של הגזע הרגיש, כולל עקומות תמותה, ובמקביל בדקנו את השפעת התכשיר על כושר יצירת צאצאים חדשים על ידי נקבות הכנימה (embryogenesis). כמו כן, נערכה השוואה של רגישות הכנימה מגזע שנאסף מהשדה עם זו של גזע מעבדתי רגיש. הריכוזים שנבחנו היו: 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 1.0 ו- 5.0 מ"ג ח"פ לליטר. כל ניסוי נערך ב-10-12 חזרות, כאשר כ"א היוותה שטח של 3-4 סמ"ר של לימון המאוכלס ב-30-75 כנימות חיות. הלימונים נטבלו בחומר למשך 10 שני. שיעורי התמותה ודרגת ההתפתחות נקבעו לאחר 24 ימים מהטבילה.

תוצאות עיקריות: התכשיר "טייגר" היה יעיל מאד בהשפעתו על זחלים מדרגה ראשונה של כנימה ממושבה רגישה ושיעורי התמותה הגיעו לכדי 80% ו-100% בריכוזים של 0.1 ו-0.2 מ"ג ח"פ לליטר (בהתאמה). ה"טייגר" הראה יעילות גבוהה בקטילה של זחלים מדרגה שנייה של כנימה ממושבה רגישה, ושיעורי התמותה הגיעו לכדי 62.5% ו-91.7% בריכוזים של 0.1 ו-0.2 מ"ג ח"פ לליטר. ה"טייגר" היה יעיל מאד בדיכוי יצירת צאצאים חדשים. ה"טייגר" הראה יעילות קטילה גבוהה של זחלים מדרגה ראשונה של כנימה מגזע שדה שטופל ב"טייגר", שהתבטאה ב-86% וב-100% תמותה בריכוזים של 0.2 ו-0.4 מ"ג ח"פ לליטר. ע"פ עקומי התמותה היה ה"טייגר" במעט פחות יעיל בהשפעתו על כנימה שמקורה בפרדס שקיבל שני טיפולים עוקבים בתכשיר בהשוואה לכנימה שמקורה היה בפרדס ללא כל טיפול קודם בתכשיר.

מסקנות והמלצות: על מנת למנוע או להפחית ההתפתחות של עמידות ל"טייגר" יש לאמץ תכנית הדברה שתמנע, ככל האפשר, התפתחות עמידות ושתהיה מבוססת על שימוש בתחלופה של חומרי הדברה.

## מבוא

הכנימה האדומה *Aonidiella aurantii* היא אחד ממזיקי ההדרים הקשים בארץ ובעולם. נזקה מתבטא בהצהבת עלים, בנשירת פירות ועלים, בתמותת ענפים ובהפחתה ביבולים. הדברה ביולוגית ע"י אויבים טבעיים, איננה מספקת להפחתת אוכלוסיית הכנימה אל מתחת לסף הכלכלי. הכנימה פיתחה עמידות לתכשירים זרחנים-אורגניים ועל כן לא ניתן להשתמש בהם להדברתה. ההמלצות להדברת הכנימה כוללות שימוש בתכשיר טייגר (Pyriproxyfen) - מקבוצת מעכבי גידול חרקים (מגח"ים), שמני ריסוס קיציים ושימוש במתקני שטיפה בלחץ גבוה, להסרת הכנימות מהפרי לאחר הקטיפה בבית האריזה. חסרונו העיקרי של הטייגר הוא בכך שהוא פוגע בחלק מן האויבים טבעיים, בעיקר בטורפי הכנימה. ב-10 השנים האחרונות, נעשה בטייגר שימוש מסיבי בפרדס וכיום רק הוא משמש להדברת הכנימה האדומה. לאחרונה נשמעות תלונות ממגדלי הדרים רבים על הדברה בלתי מספקת של הכנימה ע"י התכשיר ויש דיווחים על אוכלוסיות חריגות שאינן מגיבות כבעבר לטיפול בטייגר.

מטרת המחקר הייתה פיתוח מבחני מעבדה לבדיקת רגישות לטייגר של הכנימה מאזורים שונים בארץ, על מנת לקבוע האם היא פיתחה עמידות לחומר זה. מחקר זה יוכל לשמש בסיס לפיתוח ממשק עמידות שיתבסס על חלופה של חומרים שיאטו את פיתוח העמידות של הכנימה לחומרי ההדברה החדשניים.

## שיטות

לבצוע הניסויים נבנה גידול מעבדתי של הכנימה. הקמת הגידול המעבדתי הייתה תהליך איטי וממושך, שנמשך חודשים רבים מיום איסוף החומר בפרדס. גורמי תמותה שונים בעיקר צרעות טפיליות (מיני אפיטיס וקומפריאלה) המתלווים לכנימות שנאספו בשדה תקפו את הכנימות הצעירות וגרמו לעיכוב רב בבנייה של גידול מעבדתי נקי. קשיים נוספים בביסוס של גידול מהיר היו שיעורי תמותה גבוהים של הכנימות שאכלסו את פירות ההדר (אשכוליות בעיקר) שנאספו בפרדסים וקצב הסתגלות והתפתחות איטית של זחלני הכנימה לפונדקאים הצמחיים החדשים במעבדה (דלעות, פקעות תפוז"אד, אך בעיקר לימונים).

לאחר מאמצים ממושכים הצלחנו לבסס מושבת כנימה רגישה שמקורה היה כנימות שנאספו מחוות הניסיונות "עדן", אשר לא קיבלו מעולם כל טיפול ב"טייגר". מושבה זו גודלה בתנאי גידול סטנדרטיים של 26 מ"צ ולחות יחסית של  $65 \pm 5\%$ . הרגישות של מושבת כנימות זו שימשה כבסיס להשוואת הרגישות ל"טייגר" של כנימה אדומה שנאספה מפרדס שקיבל טיפול ב"טייגר". בנוסף, עלה בידינו לבסס מושבה של כנימה אדומה שנאספה מפרדס באניעם (הגליל העליון), אשר טופל ב"טייגר" במשך שתי שנים רצופות.

על מנת לקבוע קו בסיסי של רגישות ל"טייגר" קבענו תחילה את השפעת התכשיר על זחלים מדרגה ראשונה ושנייה של הגזע הרגיש של הכנימה, כולל עקומות תמותה, ובמקביל בדקנו את השפעת התכשיר על כושר יצירת צאצאים חדשים על ידי הכנימה (embryogenesis). כמו כן, ערכנו השוואה של רגישות כנימה אדומה מגזע שנאסף מהשדה שקיבל טיפול ב"טייגר"

עם זו של גזע מעבדתי רגיש. הריכוזים שנבחנו בניסויים השונים היו: 0.2, 0.1, 0.05, 0.025, 0.4, 1.0 ו- 5.0 מ"ג ח"פ לליטר. כל ניסוי נערך ב-10-12 חזרות, כאשר כל חזרה מהווה שטח של 4-3 סמ"ר של לימון המאוכלס ב- 30 - 75 כנימות חיות. הלימונים נטבלו בחומר למשך 10 ש. שיעורי התמותה ודרגת ההתפתחות נקבעו לאחר 24 ימים מהטבילה.

#### תוצאות ודין

#### 1. השפעת "טייגר" על מושבת כנימה רגישה שמקורה בחוות הניסיונות "עדן" (ללא כל טיפול בתכשיר)

בסדרת הניסויים הראשונה קבענו את השפעת ה"טייגר" על זחלים מדרגה ראשונה של הכנימה האדומה (טבלה 1). מושבת כנימה זו שנאספה בחוות "עדן" (ללא טיפול כלשהו ב"טייגר") גודלה במעבדתנו במשך למעלה משנה, ונחשבה כגזע רגיש. גזע זה שימש כבסיס להשוואת רעילות התכשיר לכנימה האדומה. לימונים מאוכלסים בזחלים מדרגה ראשונה של כנימה נטבלו במשך 10 שניות בתמיסות בעלות ריכוזים שונים של "טייגר" ונשמרו בתנאי מעבדה סטנדרטיים (26 מ"צ ולחות יחסית של 60-65%) למשך 21 יום. ההשפעה על שיעורי התמותה של הזחלים ושיעורי ההישרדות שלהם נקבעו במועד הבדיקה. התוצאות הראו שהתכשיר "טייגר" היה יעיל מאד בהשפעתו על זחלים מדרגה ראשונה של כנימה ושיעורי התמותה הגיעו לכדי 80% ו- 100% בריכוזים של 0.1 ו- 0.2 ח"פ לליטר, בהתאמה (טבלה 1).

Table 1. Effect of pyriproxyfen on 1<sup>st</sup>-nymphs California red scale (susceptible strain)

Concentration in mg a.i./liter	No. of N1	Mortality, %±SEM	Live stage at determination
- (Control)	340	0a	N2 + N3
0.025	115	34.9±1.5 b	N2
0.05	277	66.6±5.6 c	N2
0.1	381	79.9±4.9 d	N2
0.2	268	100 c	All died at N1

Data are averages ± SEM of 6-8 replicates of 30-81 nymphs each. The California red scale colony was collected from Eden Farm (no prior treatment with pyriproxyfen). The colony was reared in the laboratory under standard conditions of 26±1°C for about 1 year prior to assay and considered a laboratory susceptible strain. Means followed by different letters differ significantly at P=0.05.

2. השפעת pyriproxyfen (טייגר) על זחלים מדרגה שנייה של כנימה אדומה ממושבה רגישה (שמקורה בחוות "עדן")

בסדרה השנייה של מבחני התמותה, בדקנו את השפעת הטייגר על זחלים מדרגה שנייה של הכנימה. באופן דומה, לימונים מאולחים בזחלים מדרגה שנייה של הכנימה (בני 8-11 יום) נטבלו למשך 10 שניות בריכוזים שונים של התכשיר ונשמרו בתנאי הגידול הסטנדרטיים למשך כ- שלושה שבועות. שיעורי התמותה של הזחלים ושיעור הזחלים החיים נקבעו במועד זה.

Table 2. Effect of pyriproxyfen on 2<sup>nd</sup>-nymphs California red scale (Laboratory-susceptible strain)

Concentration in mg a.i./liter	No. of N2	Mortality, %±SEM	Live stage at determination
- (Control)	98	0a	N3
0.025	90	30.5±5.5 b	N3
0.05	335	43.2±5.1 b	N3
0.1	80	62.5±12.5 bc	N3
0.2	387	91.7±2.6 c	N2

Data are averages ± SEM of 3-7 replicates of 28-60 nymphs each. The California red scale colony was collected from Eden and Sde Nitzan Farms (no prior treatment with pyriproxyfen). The colony was reared in the laboratory under standard conditions of 26±1°C for about 1 year prior to assay and considered a laboratory susceptible strain. Means followed by different letters differ significantly at P=0.05.

התוצאות מראות כי ה"טייגר" הראה יעילות גבוהה בקטילה של זחלים מדרגה שנייה של הכנימה האדומה. שיעורי התמותה הגיעו לכדי 62.5% ו- 91.7% בריכוזים של 0.1 ו- 0.2 מ"ג ח"פ לליטר, בהתאמה (טבלה 2). עקומות התמותה (איור 1), מראות כי ערכי ה-LC<sub>50</sub> וה-LC<sub>90</sub> של התכשיר על זחלים מדרגה ראשונה הם 0.03 ו- 0.15 מ"ג ח"פ לליטר עבור זחלים מדרגה ראשונה ו- 0.05 ו- 0.25 מ"ג ח"פ לליטר עבור זחלים מדרגה שנייה.

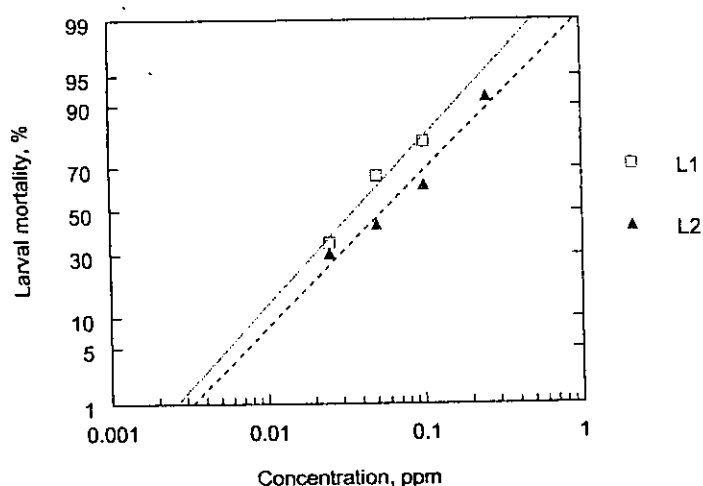


Figure 1. Comparative toxicity of pyriproxyfen on 1st- and 2nd-nymphs of a laboratory susceptible strain of California red scale

3. השפעת טייגר על אמבריוגנזיס של נקבות צעירות של כנימה אדומה אשר טופלו בטייגר לימונים מאוכלסים בנקבות צעירות של כנימה אדומה (בני 21-24 ימים) נטבלו בריכוזים שונים של טייגר ונשמרו בתנאי המעבדה הסטנדרטיים ( $26 \pm 1^\circ\text{C}$ ) למשך 6 שבועות. מספר הצאצאים הכללי ( $N_1$ ) נספר בפרקי זמן של 4, 5, ו- 6 שבועות לאחר תחילת הניסוי. הנתונים הם ממוצעים של 6-12 חזרות, כל אחת של 14-42 נקבות. התוצאות הראו שה"טייגר" היה יעיל מאד בדיכוי של יצירת צאצאים חדשים. נקבות צעירות שטופלו בתכשיר בריכוזים של 1.0 ו- 5.0 מ"ג ח"פ לליטר, יצרו 6.6 צאצאים לנקבה ו- 2.4 צאצאים לנקבה, בהשוואה עם 10.9 צאצאים לנקבה בהיקש (נקבות ללא טיפול) (טבלה 3).

Table 3 Effect of pyriproxyfen on California red scale young female embryogenesis

Concentration	Young females in mg a.i./liter	N1/female (early N3)
0 (Control)	187	$14.9 \pm 2.3$ a
0.2	145	$10.9 \pm 1.6$ a
1.0	305	$6.6 \pm 1.0$ b
5.0	207	$2.4 \pm 0.4$ c

Means followed by the same letter do not differ significantly at  $P=0.05$ .

#### 4. השפעת טייגר על זחלים מדרגה ראשונה של כנימה אדומה מגזע שדה שטופל ב"טייגר"

השפעת הטייגר על זחלים מדרגה ראשונה של כנימה אדומה נבחנה על כנימות מגידול מעבדה שמקורן היה בפרדס אניעם (רמת הגולן). פרדס זה קיבל שני טיפולים עוקבים בטייגר, הכנימות הוחזקו בתנאי מעבדה ( $26 \pm 1^\circ\text{C}$ ) במשך כ- 3 חודשים לפני בדיקות ההשפעה של החומר. בדומה לניסויים הקודמים נלקחו לימונים מאולחים בזחלים מדרגה ראשונה ונטבלו למשך 10 שניות בתמיסות בעלות ריכוז שונה של טייגר. לימונים אלה הוחזקו בתנאי הגידול המעבדתיים במשך 3 שבועות ולאחר זמן זה נקבעו שיעורי התמותה של הזחלים ושל הדרגות החיות. התוצאות הראו שה"טייגר" הראה יעילות קטילה גבוהה שהתבטאה ב- 86% וב- 100% תמותה בריכוזים של 0.2 ו- 0.4 מ"ג ח"פ לליטר (טבלה 4).

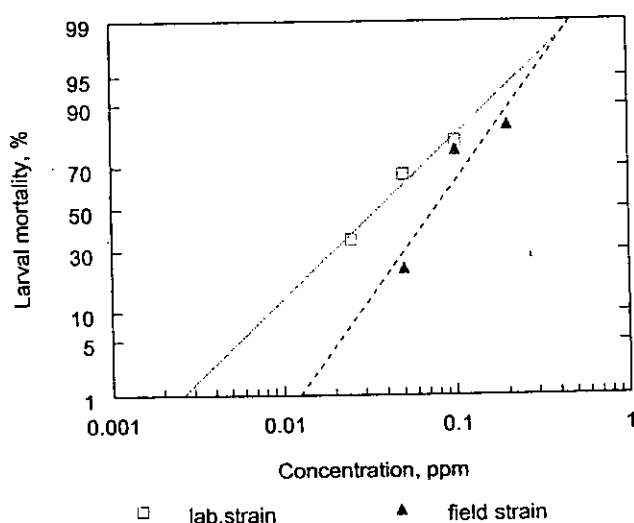
Table 4 Effect of pyriproxyfen on 1<sup>st</sup> – nymphs California red scale after two applications done in two successive years ("Aniam" grove)

Concentration in mg a.i./liter	No. of N1	Mortality, % $\pm$ SEM	Live stage at determination
- (Control)	600	6.9 $\pm$ 2.3 a	N2+N3
0.05	335	28.1 $\pm$ 4.0 b	N2
0.1	177	78.1 $\pm$ 6.9 c	N2
0.2	296	85.8 $\pm$ 2.5 c	N2
0.4	340	100d	All died at N1

Data are averages  $\pm$  SEM of 6-10 replicates of 30-80 nymphs each. Means followed by different letters differ significantly at  $P=0.05$ .

על פי עקומות התמותה (איור 2), התכשיר טייגר" היה במעט פחות יעיל בהשפעתו על הכנימה האדומה שמקורה היה בפרדס שקיבל שני טיפולים עוקבים ב"טייגר" ( $LC_{50} = 0.08$  מ"ג ח"פ לליטר) בהשוואה לכנימה אדומה שמקורה היה בפרדס ללא כל טיפול קודם בתכשיר ( $LC_{50} = 0.03$  מ"ג ח"פ לליטר).





**Figure 2.** Comparative toxicity of pyriproxyfen on CRS laboratory susceptible strain (collected originally from "Eden" Experimental Station) and on a field strain after two successive applications of pyriproxyfen

#### מסקנות

לאחר שני טיפולים רצופים ב"טייגר" בפרדס אניעם (רמת הגולן) היה התכשיר עדיין יעיל מאד בהדברה של זחלי הכנימה האדומה, והראה ערכי  $LC_{50}$  של 0.08 מ"ג ח"פ לליטר, בהשוואה ל-0.02 מ"ג ח"פ לליטר על כנימת המעבדה הרגישה. על מנת למנוע או להפחית ההתפתחות של עמידות ל"טייגר" יש לאמץ תכנית הדברה שתמנע, ככל האפשר, התפתחות עמידות ושתהיה מבוססת על שימוש בתחלופה של חומרי הדברה.

## סיכום עם שאלות מנחות

### 1. מטרות המחקר לתקופת הדו"ח והתייחסות לתכנית העבודה

פיתוח מבחני מעבדה לבדיקת רגישות לטייגר (Pyriproxifen) של הכנימה האדומה מאזורים שונים בארץ, על מנת לקבוע האם הכנימה פיתחה עמידות לחומר זה.

### 2. עיקרי הניסויים והתוצאות בתקופת הדו"ח

הרגישות של כנימה רגישה שמקורה בחוות הניסיונות "עדן", שימשה כבסיס להשוואת הרגישות ל"טייגר" של מושבה של כנימה שנאספה מפרדס באניעם (רמת הגולן), אשר טופל ב"טייגר" במשך שתי שנים רצופות. תחילה נקבעה השפעת התכשיר על זחלים מדרגה ראשונה ושנייה של הגזע הרגיש, כולל עקומי תמותה, ובמקביל נבדקה השפעת התכשיר על כושר יצירת צאצאים חדשים על ידי נקבות הכנימה (embryogenesis). כמו כן, נערכה השוואה של רגישות הכנימה מגזע שנאסף מהשדה עם זו של גזע מעבדתי רגיש. התכשיר "טייגר" היה יעיל מאוד בהשפעתו על זחלים מדרגה ראשונה של כנימה ושיעורי התמותה הגיעו לכדי 80% ו-100% בריכוזים של 0.1 ו-0.2 ח"פ לליטר, בהתאמה. ה"טייגר" הראה יעילות גבוהה בקטילה של זחלים מדרגה שנייה של הכנימה האדומה. שיעורי התמותה הגיעו לכדי 62.5% ו-91.7% בריכוזים של 0.1 ו-0.2 מ"ג ח"פ לליטר, בהתאמה. עקומי התמותה מראים כי ערכי ה-

של התכשיר על זחלים מדרגה ראשונה הם 0.03 ו-0.15 מ"ג ח"פ לליטר  $LC_{50}$  ו- $LC_{90}$  עבור זחלים מדרגה ראשונה ו-0.05 ו-0.25 מ"ג ח"פ לליטר עבור זחלים מדרגה שנייה. ה"טייגר" היה יעיל מאוד בדיכוי של יצירת צאצאים חדשים. נקבות צעירות שטופלו בתכשיר בריכוזים של 1.0 ו-5.0 מ"ג ח"פ לליטר, יצרו 6.6 צאצאים לנקבה ו-2.4 צאצאים לנקבה, בהשוואה עם 10.9 צאצאים לנקבה בהיקש (נקבות ללא טיפול). הוכחה יעילות קטילה גבוהה של כנימה מגזע שדה שטופל ב"טייגר" שהתבטאה ב-86% וב-100% תמותה בריכוזים של 0.2 ו-0.4 מ"ג ח"פ לליטר.

### 3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יסוּם המחקר והמשכו

לאחר שני טיפולים רצופים ב"טייגר" בפרדס אניעם היה התכשיר עדיין יעיל מאוד בהדברה של זחלי הכנימה, והראה ערכי  $LC_{50}$  של 0.08 מ"ג ח"פ לליטר, בהשוואה ל-0.02 מ"ג ח"פ לליטר על כנימת המעבדה הרגישה. על מנת למנוע או להפחית ההתפתחות של עמידות ל"טייגר" יש לאמץ תכנית הדברה שתמנע, ככל האפשר, התפתחות עמידות ושתהיה מבוססת על שימוש בתחלופה של חומרי הדברה.

### 4. הבעיות שנתרו לפתרון – המשך המחקר

יש להקים ולבסס מערך של ממשק עמידות שבו ייבדק האם חלה עמידות נוספת באזורים שונים בארץ ושמטרתו תהיה למנוע התפתחות עמידות ל"טייגר", שהינו מהחשובים בהדברת הכנימה האדומה. ממשק זה יתבסס על תחלופה של חומרים בעלי מנגנוני פעולה שונים.

### 5. האם הוחל בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח? עדיין לא