

## מימשק עמידות של מזיקי הכותנה העיקריים לתכשירי ההדברה

דו"ח מחקר לשנת 2012 מוגש לענף כותנה

131-1604-12

רמי הורביץ<sup>1</sup>, פיליס ויינטראוב<sup>1</sup>, מריו ריפא<sup>1</sup>,

עינת צחורי-פיין<sup>2</sup>, נטע דאובה-מוזס<sup>2</sup> ואריאלה ניב<sup>3</sup>

E-mail: hrami@volcani.agri.gov.il

המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי; <sup>1</sup>מרכז מחקר גילת, <sup>2</sup>מרכז מחקר נווה יער  
<sup>3</sup>מועצת הכותנה

### 1. כנימת עש הטבק

#### מבוא ותיאור הבעיה

כנימת עש הטבק (כע"ט) היא מזיק מפתח כלל עולמי הגורם נזקים כלכליים בגידולים חקלאים רבים כמו כותנה, ירקות ופרחים. כיום מקובל להגדיר את המין כנימת עש הטבק (*Bemisia tabaci*) כמין שיש לו טיפוסים ביולוגיים (biotypes) או תת מינים שאין הבדלים מורפולוגיים ביניהם. לאחרונה, הוצע להגדיר את כל 25 תת המינים שהוגדרו בעולם כמינים בפני עצמם (בגלל המחסום הרבייתי שביניהם, ובגלל השונות הגנטית שהוגדרה במבחנים מולקולאריים); אבל לא כל המדענים מקבלים קביעה זו, ועדיין לא מקובל לסווג מינים של בע"ח או צמחים ע"י מבחנים מולקולאריים.

תת המין B הוא הנפוץ בעולם והוא בר תחרות לכל תת מין אחר. תת המין B חדר בשנות ה-80 המאוחרות לארה"ב שם גרם נזקים רבים לירקות וכותנה. בישראל הוגדר תת המין B בתחילת שנות ה-90 והוא נחשב תת-מין אנדמי (מקומי). בשנת 1999 התגלה בישראל תת-מין נוסף – Q שיש לו מחיצה רבייתית ברורה לתת-מין B. תת המין Q נמצא שונה בתכונותיו מהאחרון ובייחוד בזה שהוא פחות רגיש לתכשירי הדברה מקבוצת הניקוטנינים החדשים (כמו קונפידור ומוספילן) וגם לטייגר.

הנוכחות של שני תת-המינים של כע"ט, השונים בתכונות הביולוגיות שלהם ובתגובה לתכשירי ההדברה החדשניים, יכולה להשפיע על הדינאמיקה של האוכלוסיות בשדות באזורי הארץ השונים, ועל ההתפתחות של תת המין 'העמיד יותר' לאחר טיפולים בתכשירי הדברה. לשם כך רצוי להגדיר ולמפות את תפוצתם של תת המינים של כע"ט באזורי הגידול השונים וללמוד על התפוצה שלהם בתנאים אקולוגיים וממשקיים שונים. מנתונים אלו יהיה ניתן להתוות מדיניות הדברה שתיקח בחשבון את פוטנציאל הנזק של כל תת-מין ותתרום בכך להפחתת השימוש בחומרי הדברה.

בעונות הכותנה האחרונות (מ-2009) נראית מגמה של השתלטות תת המין B בשדות תוך פחיתה רבה בנוכחות ה-Q שנמצא באחוזים מעטים (5% – 20%) בעיקר באזור שעלבים (עמק איילון). בעונת 2012, כתוצאה מהעלייה בתת המין B שרגיש לטייגר והיעלמותו של תת המין Q העמיד, הומלץ לטפל בתכשיר זה

- לאחר הגדרת תת המין באזור היעד. באופן כללי, רמת אוכלוסיית כע"ט בשדות הכותנה בעונת 2012 לא הייתה גבוהה וההדברה הייתה יעילה.

### סימביונטים בכע"ט

פרוקי רגליים רבים מאכסנים בגופם סימביונטים שהם מיקרואורגניזמים חד תאיים. חיידקים סימביונטים רבים מועברים מאם לצאצאיה באופן אנכי בלבד (כלומר, באותו המין) וחלקם אף משפיעים על מנגנוני הרבייה של הפונדקאי באופן המקדם את שכיחות העברתם. יחד עם זאת, הימצאות סימביונטים במיני פונדקאים הרחוקים סיסטמית זה מזה מעידה גם על מעבר אופקי בין מינים. כנימת עש הטבק מאכסנת בגופה סימביונט ראשוני (הכרחי), *Portiera aleyrodidarum*, ובנוסף עשויה לשאת מגוון סימביונטים שניוניים. למרות שחיידקים סימביונטים אלו משפיעים כנראה על מגוון רחב של תהליכים ביולוגיים בגוף החרק, חשיבותם כגורם דומיננטי בתכניות ממשק מזיקים בחקלאות עדיין אינה ברורה. בניסויים שבוצעו במעבדתה של ד"ר עינת צחורי-פיין בנווה יער, נבחנו דוגמאות של בוגרי כע"ט שנדגמו על ידינו בשדות כותנה בישראל יותר מעשר שנים, ואופיינו הסימביונטים המאכלסים אותן.

מטרות המחקר: להגדיר את תת המינים של כע"ט בארץ באזורים השונים ובעונות הגידול השונות, ביחוד בשדות כותנה. נוכחות של תת מין זה או אחר של כע"ט ומצב העמידות בשדה יכולים להשפיע על החלטות ההדברה האקטואליות בשדה הכותנה. הדינאמיקה של מיני הסימביונטים המשניים בכע"ט, וביחוד ריקציה (*Rickettsia*) נבדקה כאמור באוכלוסיות שנדגמו משנת 2000 ועד העונה הנוכחית.

### שיטות וחומרים

הדינאמיקה של תת-המינים בשדה נבדקה ע"י איסוף של כע"ט מאזורי הארץ השונים ובעונות שונות, בעיקר, באזור הנגב המערבי, באזור הדרום, באזור חדרה, חוף הכרמל והגליל העליון. בוגרי כע"ט נאספו באמצעות שואב ידני לתוך כלובים קטנים והועברו למעבדה להגדרת תת-המין באמצעות בדיקות מולקולאריות: הפקת ה-DNA מדגימות הכנימות (20 בוגרי כע"ט נלקחו להגדרה מכל איסוף), והגדרתן בעזרת מכשיר ה-PCR. דוגמאות הכנימות שנשמרו באתנול משנות האיסוף הראשונות (2000) ועד העונה האחרונה נבדקו לנוכחות הסימביונטים השונים. בתהליך הבדיקה בוגרי כע"ט נכתשו והוטבלו בבופר מיוחד שמפרק את חומצת הגרעין, ולאחר מכן הסימביונטים הוגדרו במכשיר ה-PCR באמצעות פריימרים ספציפיים (פריימר, תחל בעברית, הוא מקטע קצר של חומצת גרעין המסייע בתהליך שכפול ה-DNA).

### תוצאות ודיון

כאמור, עונת הכותנה 2012 התאפיינה בנגיעות לא גבוהה של אוכלוסיית כע"ט, והן התפתחו לפי הממוצע המקובל. לאחר עונת הכותנה, בסוף הקיץ, נמצאו בגידולי ירקות במספר אזורים בארץ, אוכלוסיות גבוהות של כע"ט שהיו קשות הדברה. בטבלה 1 מוצגות רשימת האוכלוסיות השונות שנאספו בשנת 2012 משדות כותנה באזורי הארץ השונים, וזיהוי תת המינים שלהן. כמו שנמצא משנת 2009, גם השנה נראה יתרון ברור לתת המין B ברוב שדות

הכותנה שנדגמו, גם בתחילת העונה וגם בסופה ואילו תת המין Q נדגם בשדות כותנה של שעלבים ומעיין צבי ברמה של 5-17 אחוז בלבד.

איור 1 מראה את מגמת העלייה הברורה ברמתו של תת המין B בכל האזורים מעונת 2003 ועד 2012. איור 2 מציג את השינויים בנוכחות של B באזור עמק איילון (שינויים דומים לגבי אזורים אחרים - ראה בנספח). מ-2003 ועד 2007 נצפתה רמה נמוכה של תת המין B בסוף העונה, לעומת Q שלעיתים הגיע לנוכחות של 100%. ואילו מ-2009 רואים שליטה כמעט מוחלטת של B בכל שדות הכותנה בכל הדגימות במשך העונה. תת-המין B עלול להזיק לכותנה וגידולים אחרים, ואפילו לעיתים גורם נזק רב, אך הדברתו, בשלב זה, קלה יותר מזו של ה-Q. אוכלוסיות Q עדיין נמצאו בחממות ירקות ופרחים שמטופלות באופן מסיבי, בעיקר בערבה ובבקעת הירדן (תוצאות מסקר של ד"ר מוראד גנאים); ולכן, טיפולים רבים בתכשירי הדברה עלולים לגרום לסלקציה לטובת תת המין Q.

### טבלה 1. מדגמים של אוכלוסיות כע"ט שנאספו בשנת 2012 משדות הכותנה והגדרת תת המין

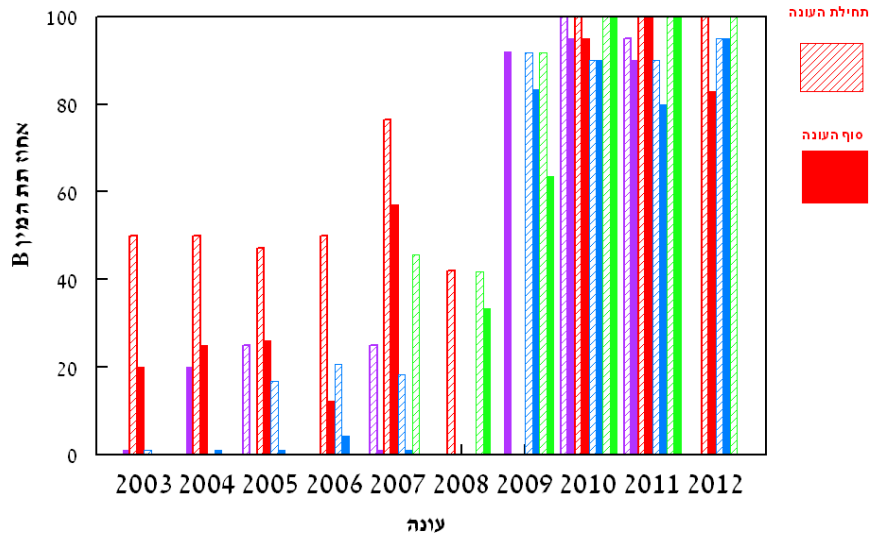
אזור	מקום האיסוף*	תאריך איסוף	האחוז של כל תת-מין B	האחוז של כל תת-מין Q
גליל עליון	חולתה	11/7	100	
	גונן	13/7	100	
חוף הכרמל	מעין צבי	4/7	100	
		10/9	83	17
חדרה	עין שמר	4/7	100	
	שדה יצחק (שדות ים)	10/9	100	
עמק איילון	שעלבים	4/7	95	5
		23/9	95	5
	בית גוברין	4/7	100	
נגב מערבי	גילת	20/6	100	
		10/7	100	
		1/8	100	

\*הערה: עדיין לא נבדקו חלק קטן מהאוכלוסיות שנאספו בעונת 2012

איור 3 מדגים את השינויים בסימביונט המשוני ריקציה שאופיין בדוגמאות כע"ט שנאספו מעונת 2000 לעומת 2009 – 2011. באופן כללי ניכרת פחיתה בנוכחות הסימביונט ברוב האזורים שנדגמו (ובתת המין Q סימביונט זה נעלם לגמרי). לא ברורה מהי המשמעות הביולוגית לפחיתה זו. ישנה סברה שריקציה עוזרת לכע"ט להתמודד עם פגעי הסביבה לרבות תכשירי הדברה. בארה"ב הודגמה מגמה הפוכה של עלייה רבה בנוכחות הריקציה בתת המין B, והחוקרים טוענים שזה העלה את כשירותו לתנאי הסביבה.

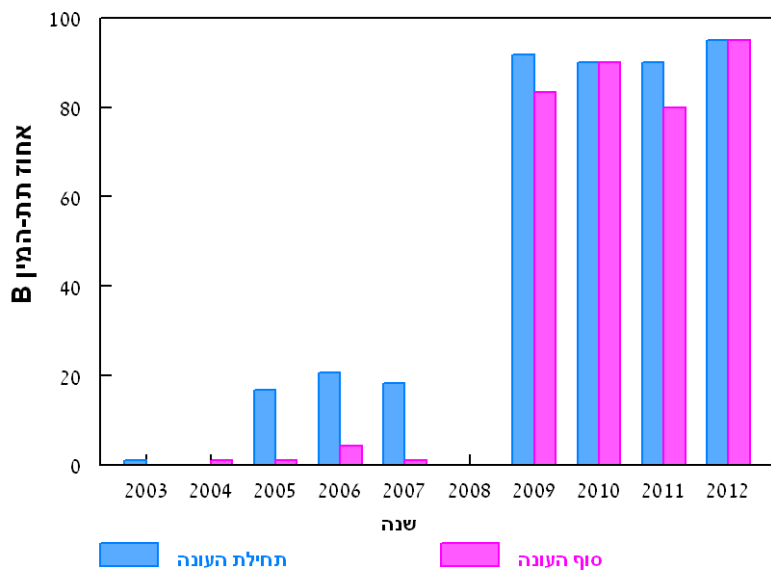
איור 1. שיעור תת המין B של כע"ט בשדות כותנה - בכל אזורי הארץ, 2012-2003; (באיור מודגמת העלייה הכללית בתת המין B, והשינויים הפרטניים בכל אזור מובאים באיור 2 ובנספח).

**ניטור תת המינים 2012 - 2003**  
**שדות כותנה - כל האזורים**



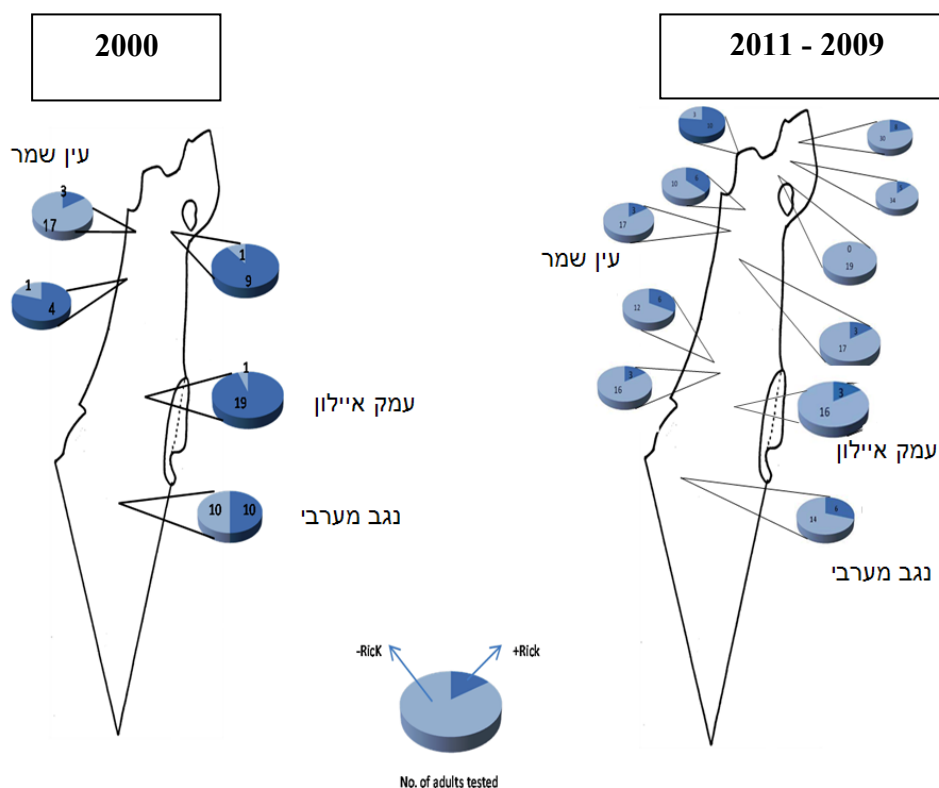
איור 2. שיעור תת המין B של כע"ט באזור עמק איילון, 2012-2003

**ניטור תת המינים 2012 - 2003**  
**עמק איילון**



### איור 3.

שיעור הנגיעות בריקציה בתת המין B של כע"ט שנאספו משדות כותנה בשנים 2000 וב-2009 - 2011  
(הצבע הכהה מצביע על מספר הפרטים עם הסימביונט ריקציה)



### 2. מעקב אחר רגישות אוכלוסיות הזחל הורוד בשדות הכותנה, 2012

#### מבוא ותיאור הבעיה

בשנים האחרונות מוגדר הזחל הורוד (או ההלקטית הורודה) כמזיק החמור ביותר של הכותנה בארץ. בעונות שעברו, נגרמו נזקים, לעיתים קשים, אפילו לאחר טיפולים רבים בפירטוראידיים (בעיקר בסיפרמטרינים). מטרת המעקב היא לבדוק האם חוסר היעילות בהדברת המזיק הוא כתוצאה של עמידות המזיק לתכשירים הייעודיים סיפרמטרין (סימבוש או טיטאן), ביפנתרין (טלסטאר או אטלס), מתידתיון (סופרציד או סופרתיון) וכלורפיריפוס (דורסן או פירינקס).

#### שיטות וחומרים

בסוף עונת הכותנה, נאספו אלפי הלקטים בשדות שבהם נמצאו אוכלוסיות גבוהות של הלקטית ורודה, או בכאלו שטופלו במספר רב של טיפולים כנגד המזיק. השדות שבהם נמצאו אוכלוסיות משמעותיות היו ברבדים, יבנה ושדה תימן. נבחנו עוד שדות כמו בשדה יצחק (שדות ים), עין שמר ומעיין צבי אבל לא נמצאו שם אוכלוסיות שניתן לבדוק לעמידות. לאחר האיסוף, ההלקטים הונחו בחדרים ממוזגים על רשת ברזל, שהוצבה מעל למיכלי פלסטיק שבתוכם פוזרו ניירות. לאחר כשבוע, הזחלים שהגיעו לשלב התגלמות נשרו מההלקטים לניירות שם התגלמו. לאחר 7 – 10 ימים של שהייה על הרשתות, נפתחו כל ההלקטים הנותרים והוצאו מהם הזחלים או הגלמים להמשך הגידול. הבדיקות לעמידות בוצעו על הבוגרים שהגיעו

מהגלמים בדור שנאסף בשדה, או בדור הבא שהושאר לגידול. לאחר הגיחה הוכנסו הבוגרים לצנצנות הטלה וסופקו להם מי סוכר להזנתם. במידה שהוטלו ביצים על ניירות ההטלה הם הושארו לגידול לדור הבא. בוגרים בני 3-5 ימים נלקחו לניסויים.

התכשירים שנבדקו הם: 1. סיפרמטרין (cypermethrin 200 g/l, ת"מ, סימבוש מיוצר בחברת מכתשים); 2. סופרציד (methidathion 420g/l, ת"מ, סופרתיון, מיוצר בחברת מכתשים); 3. טלסטאר (100g/l bifenthrin, ת"מ, מופץ ע"י חברת לוכסמבורג) ו-4. דורסן, (chlorpyrifos 48%, 480 g/l, מופץ ע"י חברת לוכסמבורג).

בניסויים, הבוגרים הועברו למבחנות "סינטיילציה" מזכוכית בנפח של 20 מ"ל שלתוכם הוכנסו מנות שונות של התכשירים שנמחלו עם אצטון. להכנת הריכוזים נמזגו לתוך כל מבחנה 200 מיקרו-ליטר של תמיסת התכשיר עם אצטון ולאחר מכן האצטון נודף באופן אחיד במכשיר גלגול למבחנות. במבחני הרגישות הוכנס לכל צנצנת בוגר אחד והצנצנות עם הבוגרים הוכנסו לאינקובטור בתנאי טמפרטורה אחידה של 27 מ"צ. התמותה נבדקה לאחר 24 ו-48 שעות. כהיקש נחשפו הבוגרים למבחנות שבתוכם נמזג ונודף אצטון בלבד. רוב הניסויים נעשו בבוגרים שהגיוחו באותו שבוע ונראו בריאים. לפי קצב גיחת הבוגרים, נלקחו בכל ניסוי חמישה בוגרים לכל טיפול או ריכוז, עד לסיום הגיחה של כל הבוגרים. כל אוכלוסייה נבדקה לפחות שלוש פעמים. אוכלוסיית גילת, שמגודלת במרכז מחקר גילת כ-10 שנים והיא נחשבת לגזע רגיש, שימשה כהשוואה לאוכלוסיות השדה.

### תוצאות ודין

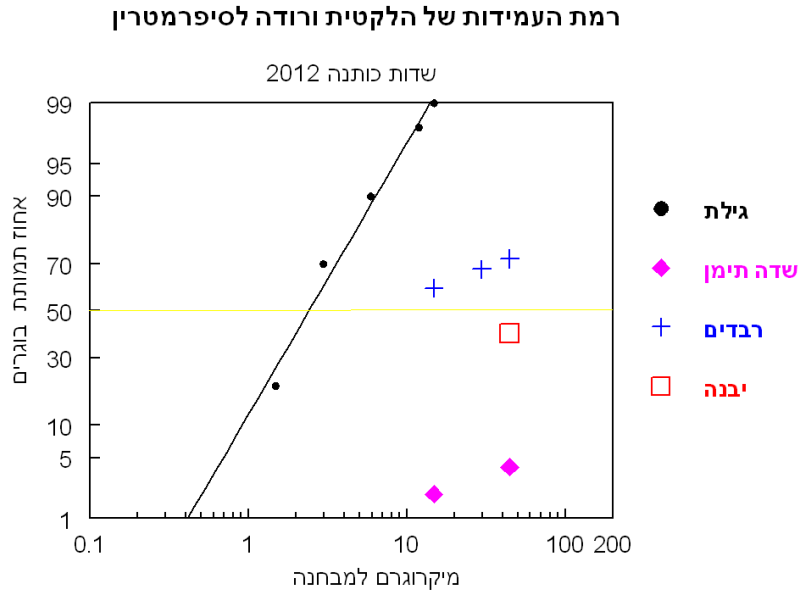
למרות הנגיעות הנמוכה יחסית של ההלקטית הורודה בשדות הכותנה בעונת 2012, נמצאו מספר שדות עם נגיעות חמורה, ובהם נגרם נזק להלקטים. בשדות אלו - שבאופן טבעי טופלו במספר רב של ריסוסים, בצענו את ניטור העמידות. התוצאות מובאות באיור 4 כלפי סיפרמטרינים, טלסטאר, סופרציד ודורסן - בשלושת האזורים שנדגמו. בנספח מובאים השינויים ברגישות של התכשירים השונים בכל השדות שנדגמו, כהשוואה של עונת 2012 לעומת 2009 - 2011.

לפי איור 4 ניתן לראות שבעונת 2012 קיימת תנגודת רבה לפירתרואידים, במיוחד לסיפרמטרינים, בשדות שנדגמו בסוף העונה. ישנם הבדלים בין השדות ברמת העמידות לסיפרמטרינים ביחס לגזע הרגיש מגילת; בשדה תימן נמצאה עמידות גבוהה מאוד לסיפרמטרינים וביבנה וברבדים - בינונית עד גבוהה. גם לטלסטאר נמצאה עמידות בינונית עד גבוהה בכל השדות שנדגמו. לעומת זאת, נמצאו כל השדות רגישים יותר לזרחנים האורגניים, סופרציד או דורסן עם עמידות נמוכה עד בינונית (פי 5 – 10 לערך); (בנספח ניתן לראות את ההשוואה לעונות הניטור, 2009 - 2011).

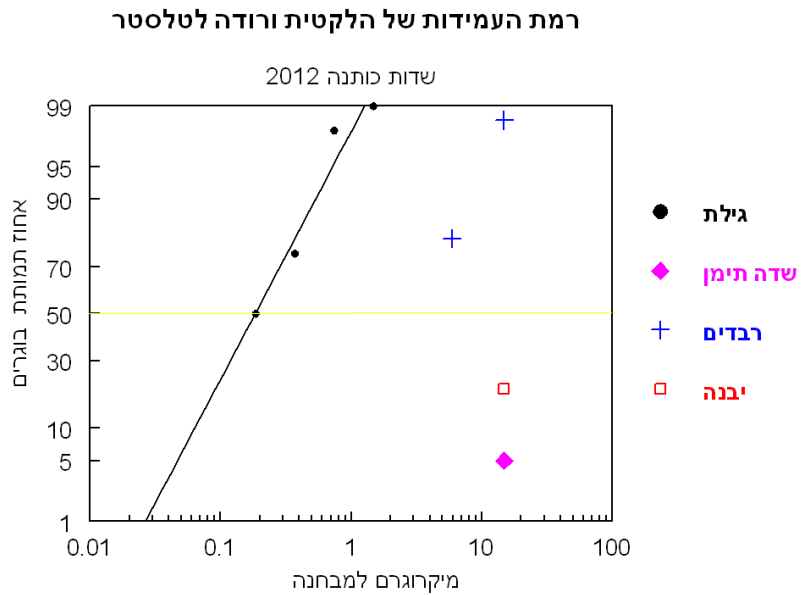
כפי שנראה מעונות 2009-2012 היעילות של התכשירים הנפוצים והזולים להדברת זחל ורוד פחתה, אבל התייצבה כלפי התכשירים השונים למעט הסיפרמטרינים. יתכן שההדברה בשדה לעיתים לקויה, בייחוד בשדות עם לחץ אוכלוסיות גבוהה. כנראה שהתכשירים קוטלים חלק מהאוכלוסייה ולמעשה, בטיפול מסחרי הריכוז של התכשירים גבוה יותר באופן יחסי ממה שנבדק במעבדה; ניטור העמידות שמתבצע על ידינו מראה את המגמה שהולכת ומחמירה. בנוסף, מצד אחד, אין כמעט תכשירים חדשים להדברת בוגרי ההלקטית הורודה וזחליה וטיפול בפירתרואידים בלבד עלול להביא לתנגודת גבוהה יותר. מצד שני נמנעים המגדלים מטיפולים בזרחנים אורגניים (שלמעשה יוצאים מהשימוש בגלל תקנות המשרד להגנת הסביבה) בגלל הרעילות שלהם לאדם ולאויבים טבעיים.

איור 4. רמת העמידות בבוגרי ההלקטית הורודה לתכשירי הדברה בעונת הכותנה 2012.  
 א. סיפרמטרין; ב. טלסטאר, ג. סופרציד, ד. דורסן

איור 5א, סיפרמטרין

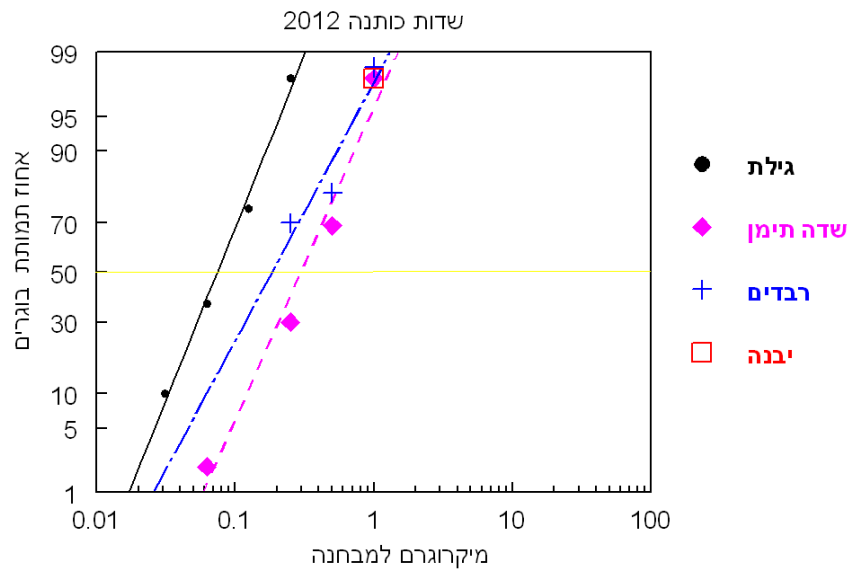


איור 5ב, טלסטאר



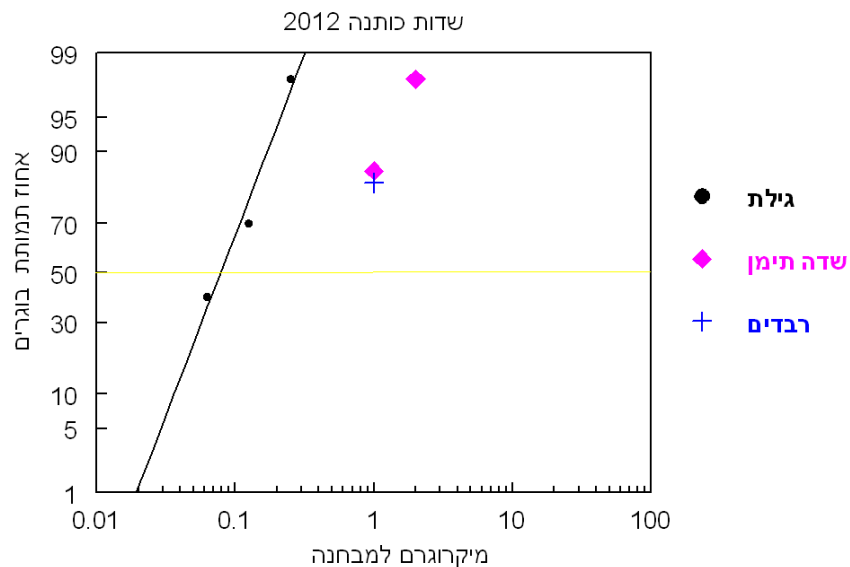
## ג, סופרצייד

### רמת העמידות של הלקטית ורודה לסופרצייד (זרחן אורגני)



## ד, דורסן

### רמת העמידות של הלקטית ורודה לדורסן (זרחן אורגני)



## סכום

### הדינאמיקה של תת המינים של כע"ט בארץ

בעונת 2012 נעשה סקר של אוכלוסיות שונות של כע"ט בשדות כותנה וגידולים אחרים מאזורי הארץ השונים שמטרתו הבחנה בין שני תת המינים, רמת הסימביונטים בכע"ט וניטור העמידות לתכשירי הדברה ייעודיים. עד 2007 נדגם תת המין Q באזורים שונים (מחוץ לאזור הנגב) ושיעורו עלה בעיקר בסוף העונה. ואילו בהתאם לשינוי שהחל בעונת 2009 ניתן לראות שתת המין B שולט בכל שדות הכותנה לאורך העונה (ברמה של 83% – 100%). יתכן שמתרחש תהליך של שינוי בדינאמיקה של תת המינים בשדות הפתוחים



ברחבי ישראל. גם כע"ט מתת המין B עלול להזיק לכותנה וגידולים אחרים, ואפילו לעיתים מסוגל לגרום לנזק רב, אך הדברתו, בשלב זה, קלה יותר מזו של ה-Q. למרות זאת, במקומות שטופלו באופן מסיבי (בעיקר בגידולים חסויים), עדיין שולטת תת המין Q של כע"ט. בעקבות השינוי בהרכב תת המינים ישנה גם עליה ברגישות של האוכלוסיות לתכשירי ההדברה, לפחות כלפי טייגר.

#### רמת העמידות של בוגרי ההלקטית הורודה לתכשירי הדברה ייעודים

כפי שנראה מהעונות 2009-2012, היעילות של התכשירים הנפוצים והזולים להדברת זחל ורוד (פירתואידים, כולל סיפרמטרין וביפנתרין) פוחתת ויתכן שההדברה בשדה לעיתים לקויה, בייחוד בשדות עם לחץ אוכלוסיות גבוה. במצב כזה, יש סכנה פוטנציאלית לכישלונות בהדברת המזיק בשדות. הבעיה שאין כמעט תכשירים חדשים להדברת בוגרי ההלקטית הורודה וזחליה וטיפול בפירתואידים בלבד עלול להביא לתנגודת גבוהה יותר. מצד שני נמנעים המגדלים מטיפולים בזרחנים אורגניים בגלל הרעילות שלהם לאדם ולאויבים טבעיים.

#### הבעת תודה

אנו מודים לצוותי הכותנה ופקוח המזיקים במושבי הנגב, צבר-קמה, שעלבים, יבנה, עין שמר, שדות ים, מעיין צבי, חולתה וגונן. המחקר מומן על ידי ענף הכותנה והמועצה לייצור ושיווק כותנה.

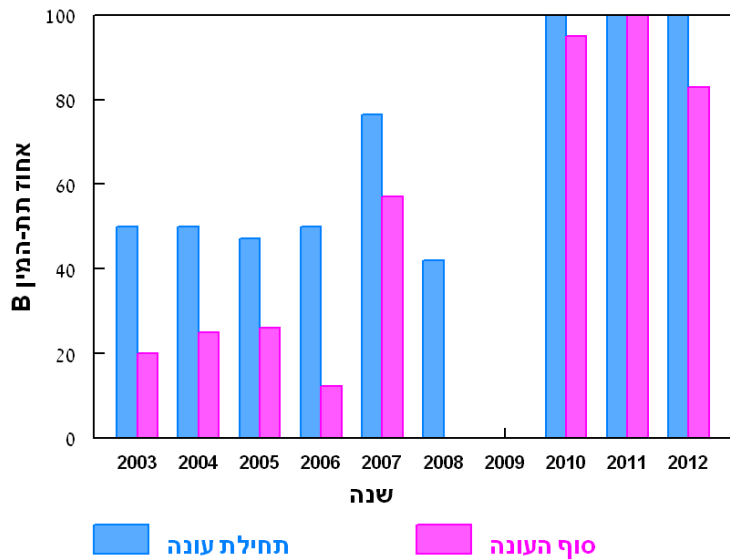
## נספח

### ניטור תת המינים בעונות 2003 – 2012

להלן איורים מחוף הכרמל ואזור הדרום שמצביעים על השינוי באוכלוסיות תת המינים ל-B שהתרחש בעונות 2003 – 2012

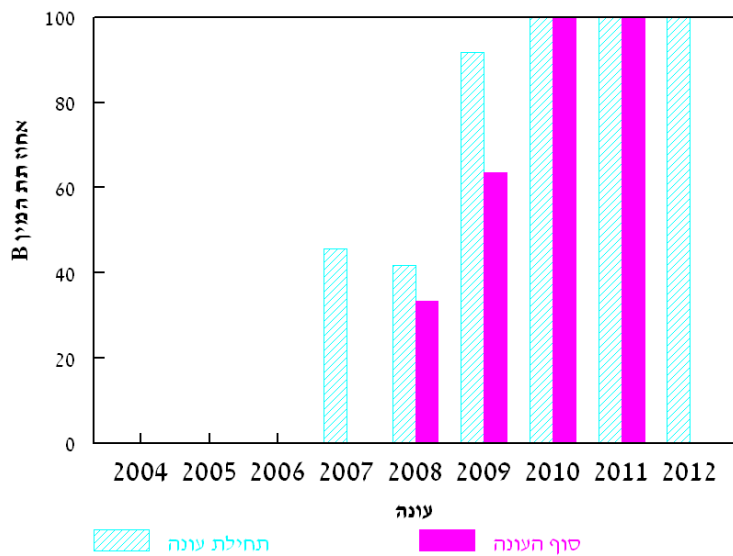
#### ניטור תת-המינים, 2003 - 2012

שדות כותנה, חוף הכרמל



#### ניטור תת המינים 2007 - 2012

אזור הדרום



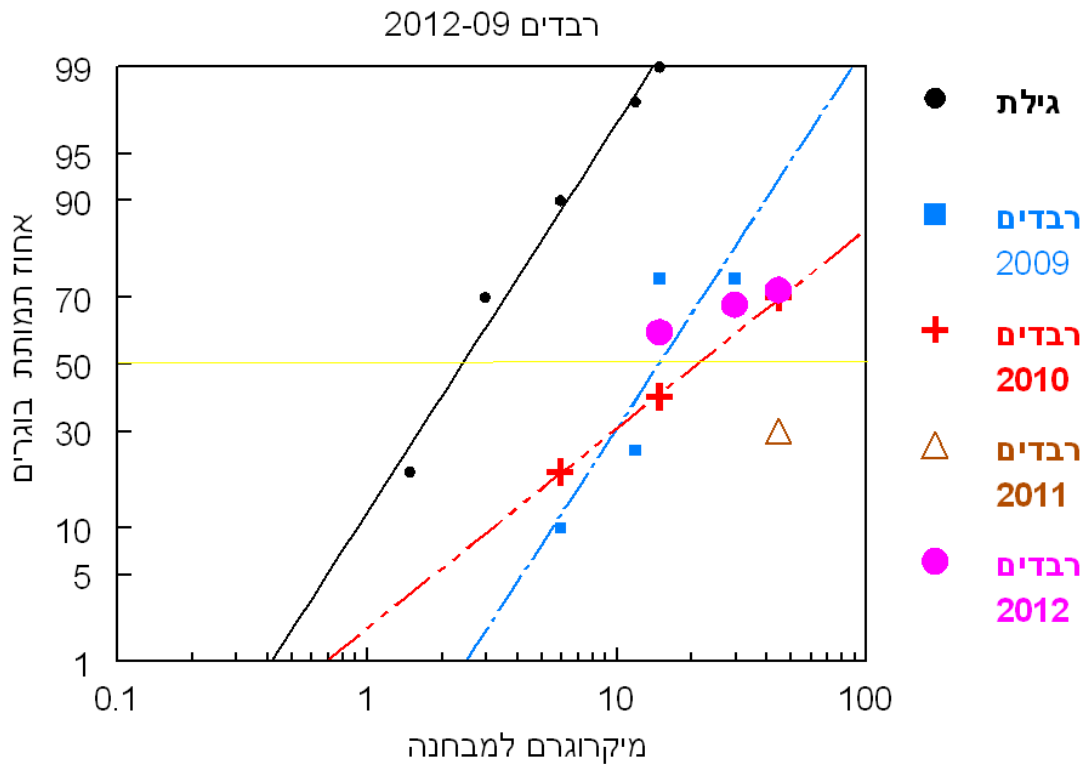
## השינויים בעמידות הלקטית ורודה לתכשירי הדברה בעונות 2012-2009

להלן מספר איורים שמבטאים את השינויים שחלו ברמת העמידות של הלקטית ורודה (בוגרים) לתכשירי הדברה ייעודיים בכותנת עין שמר, רבדים, גת ואזור רחובות - השוואה של העונות 2012-2009. בטבלה מובאים טיפולי ההדברה שניתנו בכל שדה ואזור כנגד הלקטית ורודה.

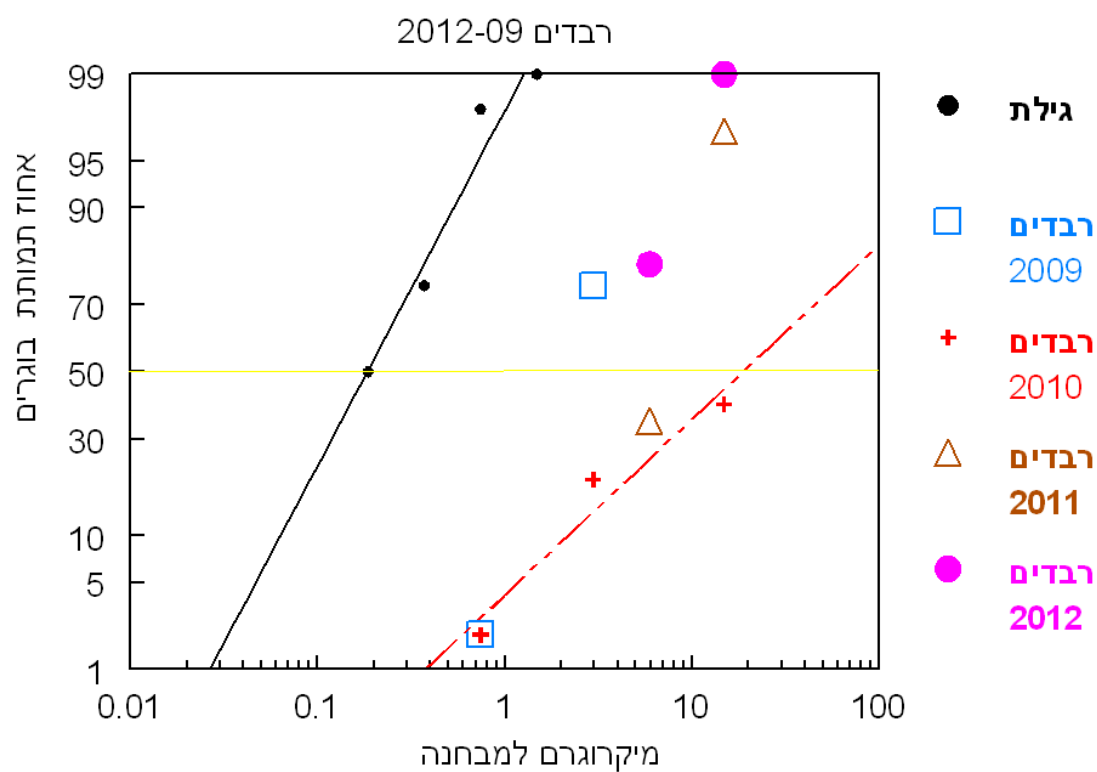
### 1. רבדים

רמת העמידות בבוגרי הלקטית הורודה לתכשירי הדברה בשדות כותנה באזור רבדים; השוואת העונות 2012 - 2009.

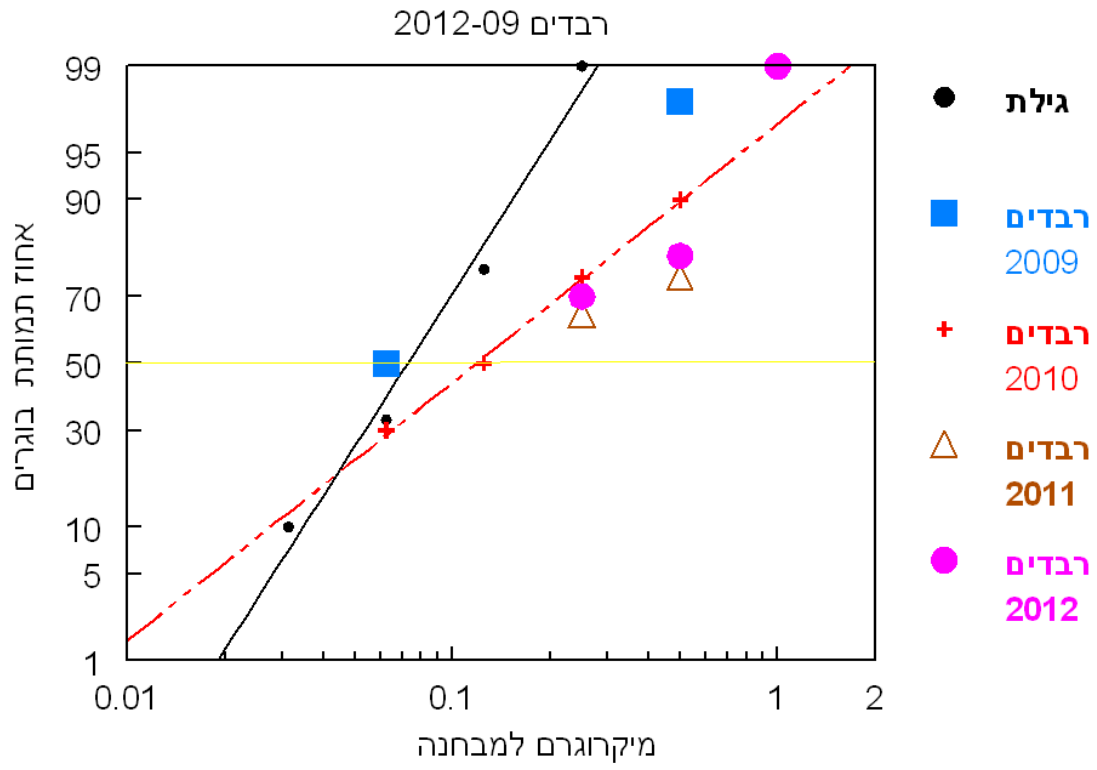
### רמת העמידות בהלקטית ורודה לסיפרמטרין



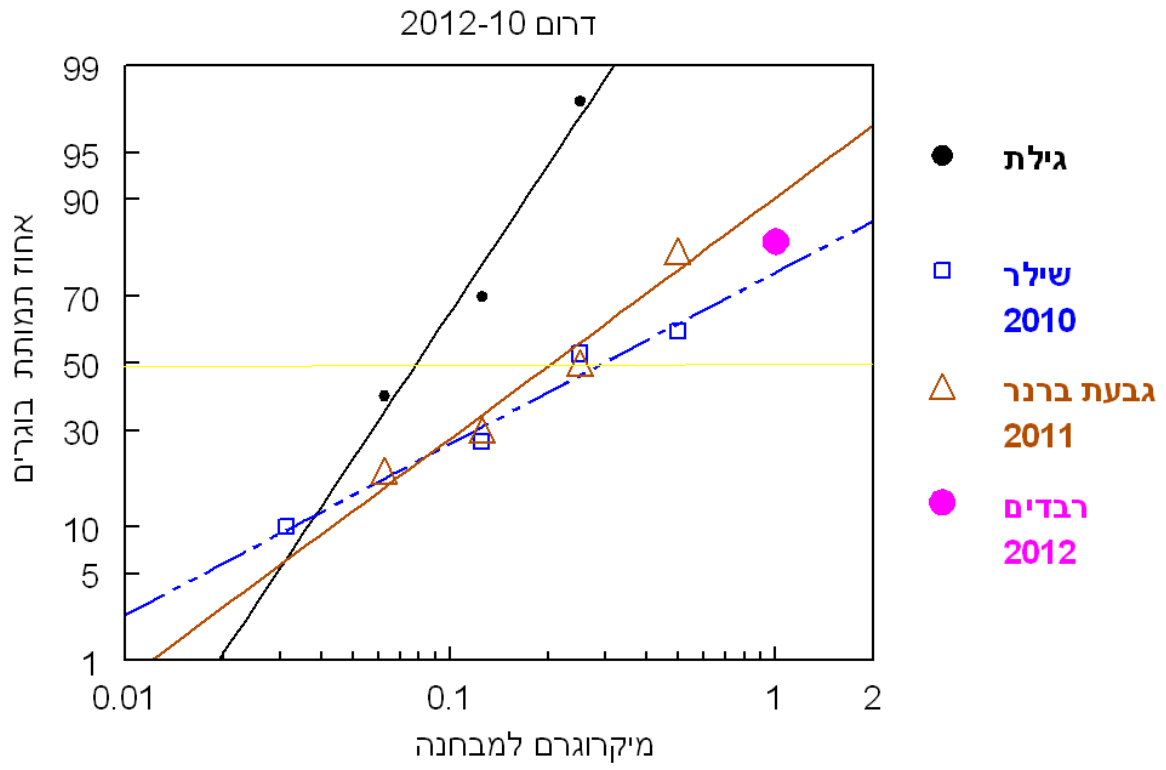
## רמת העמידות בהלקטית ורודה לטלסטאר



## רמת העמידות בהלקטית ורודה לסופרציד



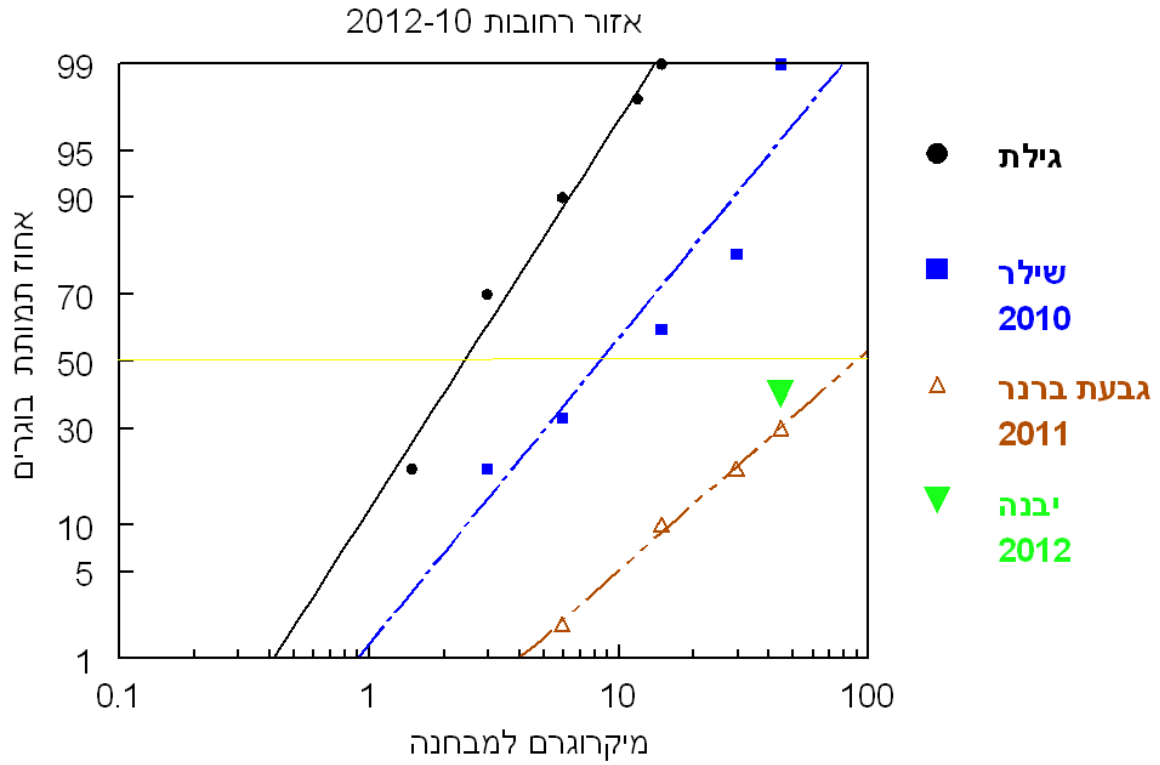
רמת התנגדות בהלקטית ורודה לדורסן (זרחן אורגני)



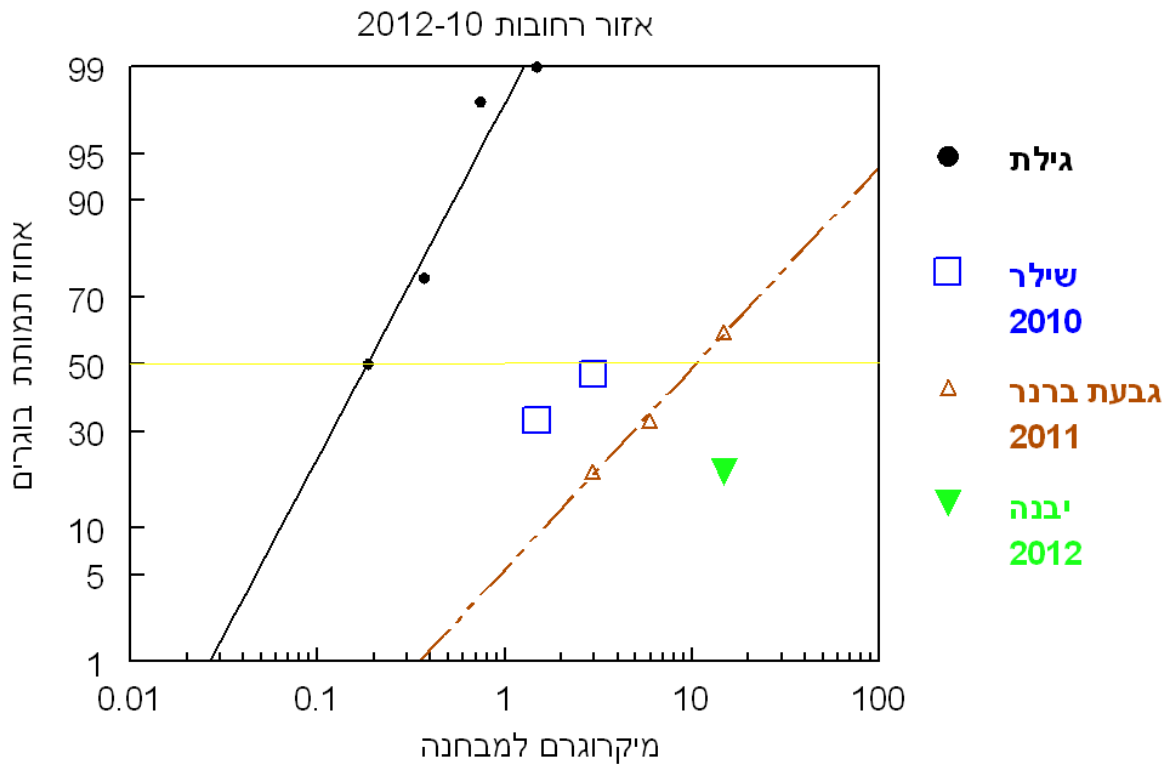
#### 4. אזור רחובות

רמת העמידות בבוגרי ההלקטית הורודה לתכשירי הדברה בשדות כותנה באזור רחובות; השוואת העונות 2012 - 2010.

### רמת העמידות של הלקטית ורודה לסיפרמטרין

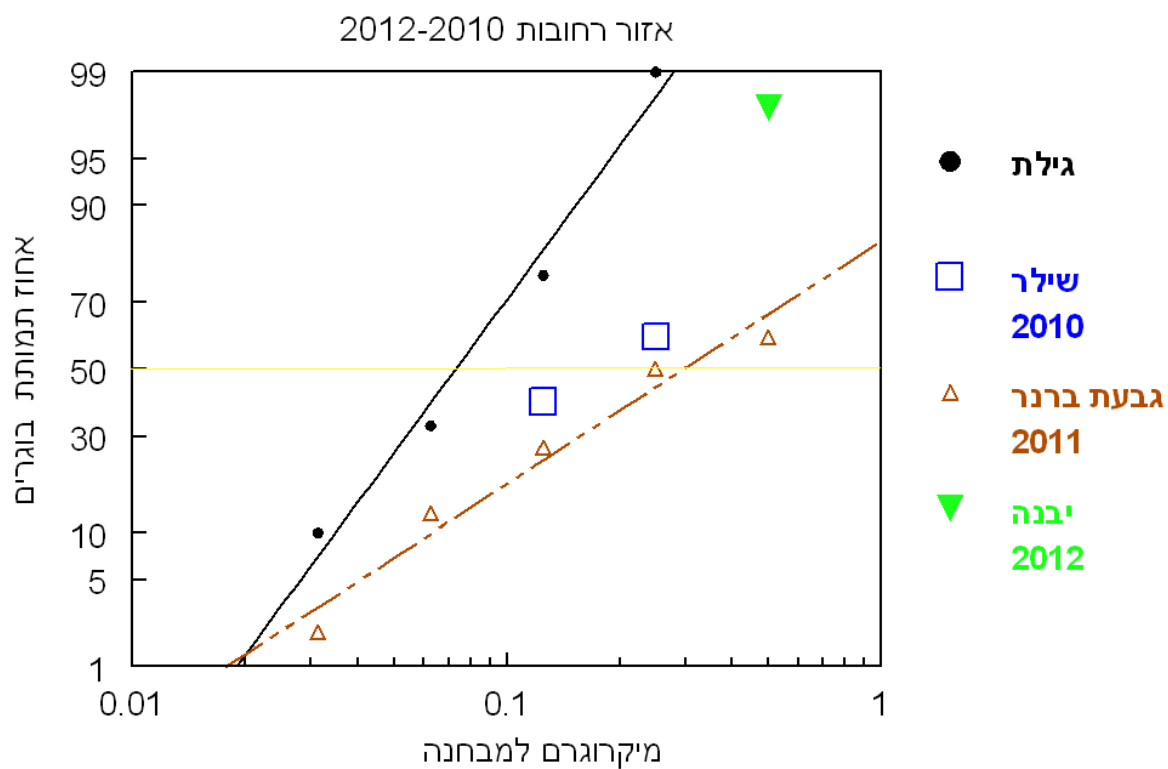


# רמת העמידות בהלקטית ורודה לטלסטאר





## רמת העמידות בהלקטית ורודה לסופרציד



טבלה 1. ריסוסים ייעודיים כנגד הלקטית ורודה בשדות הדגימה, 2012

הערות	ריסוסים בזרחן אורגני	ריסוסים בטלסטאר (ביפנטרין)	ריסוסים בסיפרמטרינים	תאריך איסוף 2012	מקום האיסוף
נגיעות רבה	1	4	3		שדה תימן
*בשילוב עם ביפנטרין	6 (*4)	4		10/9	רבדים
נגיעות רבה	7 (*2)	7			יבנה