

דו"ח שנתי לתכנית מחקר מספר 10-0972-132

הדבקה אווירנית ובקרה של *Fusarium mangiferae*, גורם מחלת עוות התפרחות והצימוח  
במנגו, ומעורבות אקרית הפקע בתהליך ההדבקה

**Aerial dispersal and management of *Fusarium mangiferae*, the causal agent of mango  
malformation disease, and interaction of the mango bud mite in infection**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות  
ע"י

סטנלי פרימן, מרסל מימון, דני שטיינברג  
המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

אריק פלבסקי  
המחלקה לאנטמולוגיה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז המחקר נווה יער

Stanley Freeman, Dept of Plant Pathology and Weed Research, ARO, The Volcani Center,  
P.O.Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: freeman@volcani.agri.gov.il

Dani Shtienberg, Dept of Plant Pathology and Weed Research, ARO, The Volcani Center,  
P.O.Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: danish@volcani.agri.gov.il

Eric Palevsky, Dept. of Entomology, ARO, Neve-Ya'ar Research Center, P.O. Box 1021,  
Ramat Yishay 30095. E-mail: palevsky@volcani.agri.gov.il

יוני, 2010

תמוז תש"ע

**הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.  
הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים**

חתימת החוקר

**תוכן עניינים**

2.....	תקציר
2.....	מבוא
3.....	מטרות מחקר
3.....	פירוט עקרי הניסויים
6.....	דיון
8.....	סיכום לדו"ח

**תקציר**

1. הצגת הבעיה: מחלת עוות התפרחות והצימוח במנגו הנגרמת ע"י הפטרייה *Fusarium mangiferae* התבססה ברוב איזורי הגידול בארץ ומהווה איום על קיום הענף.

2. מטרות המחקר: א. קביעת ריכוז פרוכלורז לקטילת הגורם בשתילים. ב. קביעת ריכוז מידבק ואילוח עם ובלי פציעה על איכלוס בפטרייה. ג. בחינת יעילות אמצעי הדברה שונים כנגד הפטרייה בשדה.

3. שיטות העבודה: ריכוז פרוכלורז נבחן לקטילת הגורם בשתילים בפתוגן. כמוכן, נבחן איכלוס הפטרייה בפקעי שתילים שאולחה עם ובלי פציעה. קביעת חלון הזמן בו נדבקים הפקעים וניסויי הדברה בריסוס בפרוכלורז במטע.

4. תוצאות עיקריות: הפטרייה נקטלה בריכוזים בין 0.1 עד 0.5 ח"מ פרוכלורז בשתילים. אילוח פקעים בפציעה גרם לאיכלוס באחוזים גבוהים יותר מאשר ללא פציעה. בחולית, טיפול בפרוכלורז הפחית את שכיחות התפרחות הנגועות באופן מובהק בזנים טומי וקיט בהערכה מוקדמת ובזן טומי בהערכת נגיעות מאוחרת.

5. מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: נמשיך לבחון את יעילות יישום פרוכלורז להדברת הגורם במטע ולוודא השפעה על עיתוי הריסוס וריכוזו על נגיעות תפרחות. חובה להמשיך להסיר תפרחות נגועות ע"מ להפחית מהמידבק במטע.

**מבוא**

מחלת עוות התפרחות והצימוח במנגו הנגרמת ע"י הפטרייה *Fusarium mangiferae* נפוצה כיום ברוב מדינות העולם המגדלות מנגו. סימני הנגיעות מתבטאים כידוע בדחיסות רבה מאד של התפרחת ואין יכול כלל. בארץ, המחלה התבססה בנגב המערבי וחבל הבשור, באזור המרכז (רחובות עד חדרה), ולאחרונה ברוב המטעים בצפון. קיים חשש שהתבססותה באזור זה, שהוא אזור הגידול העיקרי, תהווה איום על קיום הענף. המטרה ארוכת הטווח של המחקר היא לפתח גישות להתמודדות עם מחלת עיוות התפרחות והצימוח במנגו.

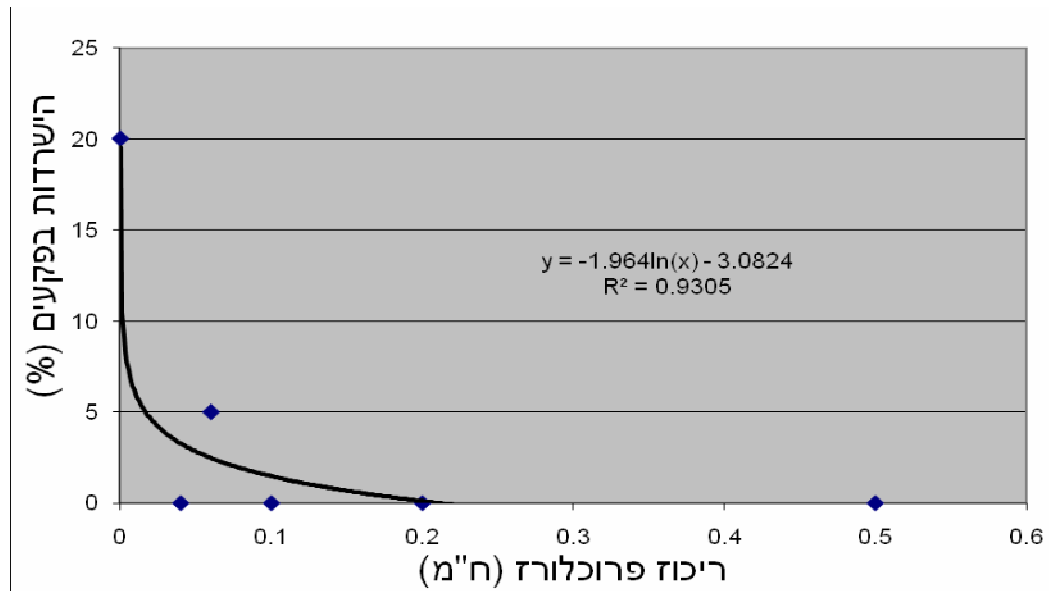
### מטרות המחקר לתקופת הדוח

א. קביעת ריכוז פרוכלורז לקטילת הגורם בשתילים. ב. קביעת ריכוז מידבק ואילוח, עם ובלי פציעה, על איכלוס בפטרייה. ג. בחינת יעילות אמצעי הדברה שונים כנגד הפטרייה בשדה.

### פירוט עקרי הניסויים

#### א. השפעת פרוכלורז על קטילת הגורם בפקעים

החומר פרוכלורז נבחן בהרחבה ונמצא יעיל להדברת הגורם *in vitro* אך לא נבחן בהרחבה להדברת הפתוגן בשתילים מאולחים בתנאי חממה. קטילת הגורם בשתילים נבדק ע"י טיפול בפרוכלורז בפקעים לפני האילוח בריכוזים שונים: 0.05, 0.1, 0.2 ו-0.5 ח"מ ואולחו 24 ש' לאחר מכן בפתוגן בכמות מידבק מיטבי ( $10^6$  נבגים/מ"ל) ע"מ לקבוע ריכוז מינימאלי להגנה בפני הדבקה. כפי שנראה (איור 1), הפטרייה נקטלה בריכוזי פרוכלורז הנעים בין 0.1 עד 0.5 ח"מ בשתילים. הניסוי בוצע פעמים עם תוצאות דומות.

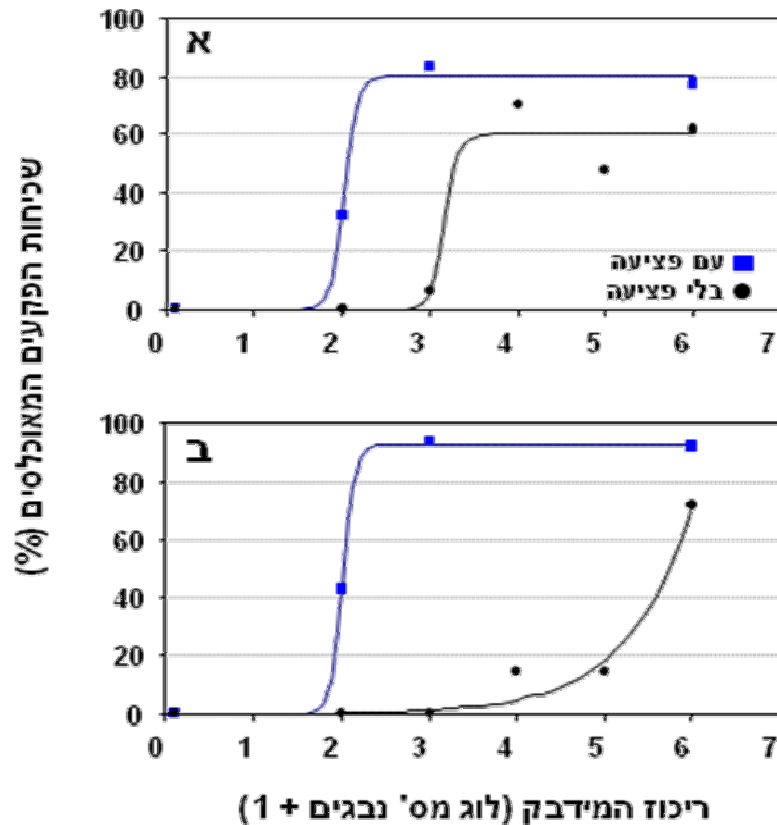


איור 1: השפעת פרוכלורז בריכוזים שונים על קטילת *Fusarium mangiferae* בפקעים.

#### ב. קביעת ריכוז מינימאלי של מידבק הפתוגן (עם או בלי פציעה) להדבקת פקעים בשתילים

לא ידוע מה ריכוז המידבק המינימאלי להדבקת פקעים ולגרימת מחלה ואם קיים סף מידבק לקבלת מחלה מאחר וקשה לקבל סימפטומים באילוח מלאכותי. לצורך המבחן, אולחו פקעים בריכוזי מידבק שונים:  $10^6$ ,  $10^3$ ,  $10^2$ , ו-0 (נבגים/מ"ל) כדי לקבוע ריכוז מינימאלי הנחוץ להדבקת פקעים. כמוכך, ניתן לשחזר סימפטומים של מחלה ללא פציעה אך לא ידוע אם פציעה יכולה לגרום לאיכלוס באחוזים גבוהים יותר מאשר ללא פציעה. ייתכן וצריך כמות מינימאלי של מידבק ע"מ להפר את המאזן ההורמונאלי של הצמח כדי לגרום לאכלוס פקעים.

אילוח פקעים בפציעה גרם לאיכלוס באחוזים גבוהים יותר מאשר ללא פציעה. בשני ניסויים חוזרים אילוח פקעים בריכוז של  $10^3$  נבגים/מ"ל עם פציעה הביא לכ-80% נגיעות בפקעים לעומת 0-5% ללא פציעה. בריכוז של  $10^6$  נבגים/מ"ל אחוז איכלוס הפקעים לאחר פציעה הגיע לכ-90% לעומת 80% בפקעים ללא פציעה (איור 2א ו-2ב). להבדיל, בריכוזי מידבק מ- $10^2$  עד  $10^3$ , אחוזי האיכלוס היו נמוכים בטיפול ללא פציעה, לעומת איכלוס עם פציעה.



איור 2. השפעת ריכוז המידבק ופציעה של הפקעים על שכיחות האיכלוס ב *Fusarium mangiferae*. בשני ניסויים (א ו – ב) שבוצעו בעצי מנגו צעירים. כדי שניתן יהיה לכלול באיור את נתוני טיפול היקש (שלא אולחו בנבגי הפטרייה) הוסף הערך 1 לריכוז הנבגים של כל הטיפולים. לנתונים הותאמו משוואות רגרסיה סיגמואידית. ערכי מקדמי המתאם המרובה ( $r^2$ ) של כל משוואות הרגרסיה היו גבוהים מ 97.5%.

### ג. ניסוי שדה להדברת המחלה במטע

מטע חולית. במטע חולית הועמדו באביב 2008 שני ניסויי הדברה בו קיימים שני זנים, טומי וקיט. נבחנו 2 טיפולים ולכל טיפול 4 חזרות הכוללות 5 עצים כ"א. הטיפולים הנבחנים: (א) היקש בלתי מטופל; (ב) ריסוס אוקטב (ח"פ פרוכלורז) 0.1%. המינון: גר' או סמ"ק/ד'; נפח תרסיס: כליטר לעץ, 100 ליטר לדונם; השיטת הישימה: טרקטור + מפוח; תוכנית הניסוי: בלוקים באקראי. תחילת הריסוסים ב- 27.3.08 במרווחים של כל שבועיים וסיום הריסוסים בתחילת יוני. הערכת הנגיעות נעשתה בשני מועדים; בעת הופעת הגל הראשון של תפרחות נגועות ב- 3.3.10 (טבלה 1) ובעת ההופעה השנייה ב- 10.6.10 (טבלה 2).

טבלה 1. הערכת נגיעות ראשונה במטע חולית (% תפרחות נגועות מכלל התפרחות לעץ) שהתבצע ב- 3.3.10

זן	קיט	טומי
היקש	A 24.6	A 34.7
מרוסס	B 17.7	B 22.8
מובהקות	$P=0.05$	$P=0.001$
הפחתת תפרחות נגועות (%)	28.1	34.3

ניתן להבחין שטיפול הריסוס הפחית באופן מובהק את % התפרחות הנגועות בשני הזנים. הערכת הנגיעות הראשונה מתייחס לתפרחות המוקדמות המוסרות לפני גל התפרחות המניבות שבוקעות בהמשך.

**טבלה 2.** הערכת נגיעות שניה במטע חולית (% תפרחות נגועות מכלל התפרחות לעץ) שהתבצע ב- 10.6.10

זן	קיט	טומי
היקש	A 10.3	A 16.8
מרוסס	A 9.2	B 7.7
מובהקות	לא מובהק	$P=0.001$
הפחתת תפרחות נגועות (%)	10.7	54.2

בהערכת הנגיעות השנייה שבוצעה ב 10.6 ניתן להבחין שטיפול הריסוס הפחית באופן מובהק את % התפרחות הנגועות בזן טומי. הערכת הנגיעות זו מתייחסת לתפרחות המניבות שבקעו בהמשך.

**מטע כפר הס.** במטע משק יעקובי בכפר הס הועמד באביב 2008 ניסוי הדברה נוסף בזן "קרן" (ניסיוני – רגיש מאד למחלה) להפחתת המחלה ע"י טיפולי מנע כולל אקריציד הניתנים בחלון בו קיים מידבק מירבי בכדי להגן על הדבקות הפקעים. קיימים 4 טיפולים ולכל טיפול 4 חזרות הכוללות 5 עצים כ"א. הטיפולים הנבחנים: (א) היקש בלתי מטופל; (ב) ריסוס מיראז' תרכיז מתחלב (ח"פ פרוכלורז) % 0.1; (ג) אקריציד-שמן EOS 822 ג"/ליטר; (ד) מיראז'+אקריציד. נפח תרסיס עד נגירה; השיטת הישימה: מרסס רובים; תוכנית הניסוי: בלוקים באקראי. תחילת הריסוס ב- 24.4.08, ישום כל שבועיים וסיום ב- 1.7.08, לאחר שלא הופיעו תפרחות נגועות יותר. הערכת נגיעות נעשתה ע"י ספירת התפרחות הנגועות מכלל התפרחות (טבלה 3).

**טבלה 3.** הערכת נגיעות בכפר הס. (% תפרחות נגועות מכלל התפרחות לעץ) שהתבצע ב- 16.6.09

טיפול	תפרחות נגועות (% מהכלל)
היקש	A 9.7
מיראז'	B 4.1
אקריציד-שמן	A 13.7
מיראז'+אקריציד	B 5.1

הניסוי הוא דו גורמי ולכל גורם שתי רמות. על פי הניתוח, השפעת הגומלין בין שני הגורמים הראשיים (ריסוס בפונגיציד וריסוס באקריציד) אינה מובהקת  $P=0.45$ . לכן יש לבחון את ההשפעות של הגורמים הראשיים ולא של ארבעת הצירופים. מהניתוח עולה שהשפעת הגורם הראשון (פונגיציד) מובהקת ברמת מובהקות של  $P=0.0021$  כאשר שכיחות התפרחות המעוותות בהיקש היה 11.1% במרוסס ובפונגיציד 4.6% (הפחתה של 58.6%). השפעת הגורם השני (אקריציד) לא הייתה מובהקת  $P=0.25$ . שכיחות

התפרחות המעוותות בהיקש היה 6.7% ובמרוסס באקריצייד 8.9%. בהערכת נגיעות של 2010 לא נרשמו נתונים מאחר ועצי הניסוי שהו בגל של סירוגיות ולא היו מספיק תפרחות (בראיות ונגועות) להערכת יעילות הטיפולים. במשך 2010, טיפולי הריסוס נמשכו פעם בשבועיים החל מהופעת תפרחות נגועות ועד סיום הופעתם ע"מ להמשיך להגן על הפקעים מאילוח. הערכת הנגיעות הבאה תמשך בהופעת תפרחות בשנת 2011.

מטע מעגן. במטע בקיבוץ מעגן הועמד באביב 2009 ניסוי הדברה נוסף בזן מאיה. קיימים 4 טיפולים: א. סניטציה + מיראז' (בריסוס אחת לשבועיים בנפח של 150 ל"ד' ובריכוז של 0.5% תכשיר (אגרל 0.05%); ב. מיראז' בריסוס אחת לשבועיים בנפח של 150 ל"ד' ובריכוז של 0.5% תכשיר (אגרל 0.05%); ג. סניטציה בלבד; ד. ביקורת לא מטופלת (ללא הסרת תפרחות רק בסוף היבול). לכל טיפול 10 עצים, כשלכל העצים נגיעות "ניכרת". עם הופעת התפרחות הנגועות, התבצע ספירה מדויקת של אחוז התפרחות הנגועות. התפרחות שנספרו, הוסרו ונקבע אחוז תפרחות נגועות מכלל התפרחות (נגועות לעומת בריאות) לכל עץ בטיפול, ולא נמצא הבדל סטטיסטי בין הטיפולים. כמו בכפר הס, בהערכת נגיעות של 2010 לא נרשמו נתונים מאחר ועצי הניסוי שהו בגל של סירוגיות ולא היו מספיק תפרחות (בראיות ונגועות) להערכת יעילות הטיפולים. במשך 2010, טיפולי הריסוס נמשכו פעם בשבועיים החל מהופעת תפרחות נגועות ועד סיום הופעתם ע"מ להמשיך להגן על הפקעים מאילוח. הערכת הנגיעות הבאה תמשך בהופעת תפרחות בשנת 2011.

## דיון

### א. השפעת פרוכלורז על קטילת הגורם בפקעים

בעבר, מבין כל חומרי ההדברה שנוסו, החומר פרוכלורז נבחן בהרחבה ונמצאה יעיל ביותר מכל החומרים להדברת הגורם *in vitro* אך לא נבחן בהרחבה להדברת הפתוגן בשתילים מאולחים בתנאי חממה. בניסוי שתילים נמצא שהפטרייה נקטלה בריכוזי פרוכלורז הנעים בין 0.1 עד 0.5 ח"מ בשתילים. ממצאים אלה מחזקים את הגישה שלנו להמשך ניסויי הדברה באמצעות פרוכלורז בהיקפים של ניסויי שדה.

### ב. קביעת ריכוז מינימאלי של מידבק הפתוגן (עם או בלי פציעה) להדבקת פקעים בשתילים

לא ידוע מה ריכוז המידבק המינימאלי להדבקת פקעים ולגרימת מחלה ואם קיים סף מידבק לקבלת מחלה מאחר וקשה לקבל סימפטומים באילוח מלאכותי. אילוח פקעים בפציעה גרם לאיכלוס באחוזים גבוהים יותר מאשר ללא פציעה. בריכוזי מידבק נמוכים אחוזי הדבקה היו נמוכים בטיפולים ללא פציעה, לעומת איכלוס גבוה עם פציעה. ככל הנראה, קיים קשר ישיר בין ריכוז המידבק לאיכלוס פקעים, ובנוכחות אקריות ואמצעים אחרים הגורמים לפציעת פקעים, קיימת עלייה בחומרת המחלה.

### ג. ניסוי שדה להדברת המחלה במטע

במטע חולית הועמדו שני ניסויי הדברה בשני זנים להדברת גורם המחלה ע"י ריסוס בפרוכלורז להגנת הפקעים מהדבקה שמתרחשת שנה קודם לכן במטע. טיפול הריסוס הפחית באופן מובהק את % התפרחות הנגועות בשני הזנים לאחר הערכת הנגיעות הראשונה בגל התפרחות של אפריל. בהערכת

הנגיעות השנייה, הריסוס הפחית באופן מובהק את % התפרחות הנגועות בזן טומי. טיפולי הריסוס נמשכים להמשך הגנת הפקעים והערכת הנגיעות הבאה תתבצע ב- 2011.

ניסוי דומה מתקיים במטע משק יעקובי בכפר הס, כשהטיפולים הנבחנים: היקש; פרוכלורז; אקריציד; פרוכלורז+אקריציד. בהערכת נגיעות ב- 2009 נמצא שהשפעת הגורם הראשון (פרוכלורז) מובהקת בהשוואה לגורם השני (אקריציד/ביקורת). בהערכת נגיעות של 2010 לא נרשמו נתונים מאחר ועצי הניסוי שהו בגל של סירווגיות ללא תפרחות. הריסוסים נמשכים להגנת הפקעים מפני הדבקה והערכת הנגיעות הבאה תמשך בהופעת תפרחות בשנת 2011.

ניסוי נוסף מתקיים במטע בקיבוץ מעגן כשהטיפולים הנבחנים: היקש; פרוכלורז; סניטציה; פרוכלורז+ סניטציה. כמו בכפר הס, בהערכת נגיעות של 2010 לא נרשמו נתונים מאחר ועצי הניסוי שהו בגל של סירווגיות ללא תפרחות. במשך 2010, טיפולי הריסוס נמשכו פעם בשבועיים החל מהופעת תפרחות נגועות ועד סיום הופעתם ע"מ להמשיך להגן על הפקעים מאילוח. כמו בכפר הס, הערכת הנגיעות הבאה תמשך בהופעת תפרחות בעונה הבאה בשנת 2011.

### **פרסומים מדעים מהמחקר**

לעת עתה לא נמסר דווח על המחקר.

**אנו מודים למדען הראשי של משרד החקלאות ומועצת הצמחים עבור מימון מחקר זה.**

**סיכום לדו"ח מחקר מס': 132-0972****מטרות המחקר**

א. קביעת ריכוז פרוכלורז לקטילת הגורם בשתילים. ב. קביעת ריכוז מידבק ואילוח עם ובלי פציעה על איכלוס בפטרייה. ג. בחינת יעילות אמצעי הדברה שונים כנגד הפטרייה בשדה.

**עיקרי הניסויים ותוצאות**

הפטרייה נקטלה בריכוזים בין 0.1 עד 0.5 ח"מ פרוכלורז בשתילים. אילוח פקעים בפציעה גרם לאיכלוס באחוזים גבוהים יותר מאשר ללא פציעה. בחולית, טיפול בפרוכלורז הפחית את שכיחות התפרחות הנגועות באופן מובהק בזנים טומי וקיט בהערכה מוקדמת ובזן טומי בהערכת נגיעות מאוחרת.

**מסקנות מדעיות והשלכות**

נמשיך לבחון את יעילות יישום פרוכלורז להדברת הגורם במטע ונוודא את ההשפעה על עיתוי הריסוס וריכוזו על נגיעות תפרחות. חובה להמשיך להסיר תפרחות נגועות ע"מ להפחית מידבק במטע.

**הבעיות שנותרו לפתרון**

בחינת היתכנות של מיני אקריות טורפות להדברת אקריות פקע. המשך ניסויי שדה להגנת פקעים ולהפחתת המידבק של הפתוגן להפחתת המחלה לאורך זמן.

**הפצת ידע**: לעת עתה לא נמסר דווח על המחקר.

**פרסום הדו"ח**: אנו ממליצים לפרסם את הדו"ח **רק בספריות**.