

**פיתוח מרסס חום להחלפת חומרי הדברה בסילון אויר חם לשיפור תנאי העבודה ולחסכון בכ"א**

**"Heat sprayer" Development to replace pesticides by hot air and to improve labor conditions and savings**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

שמואל גן-מור<sup>1</sup>, דוד בן-יקיר<sup>2</sup>, רפי רגב<sup>1</sup>, מאיר טיטל<sup>1</sup>, שי בן-עמי, יוסי גל<sup>3</sup>, יוסי כהן<sup>3</sup>, מיכאל אלטשולר<sup>3</sup>, אולגה גורשקוב<sup>3</sup>, יהודה צרויה<sup>3</sup>, גבי טייכנר<sup>3</sup>, תני גבע<sup>4</sup>, חיים ראובני<sup>5</sup>, זאב פרקש<sup>5</sup>

<sup>1</sup> המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי

<sup>2</sup> המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי

<sup>3</sup> מרססי דגניה

<sup>4</sup> פזגז

<sup>5</sup> חוות מתתיהו, מינהל המחקר החקלאי

[ganmor@volcani.agri.gov.il](mailto:ganmor@volcani.agri.gov.il)

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

חתימת החוקר \_\_\_\_\_ תאריך 2/2/2014

## 1. תקציר

פיתוח מערכת להדברה בחום בחממה ובשדה יכולה להפחית נזקי מזיקים ושאריות חומרים רעילים במזון וכן להבטיח תנאי עבודה בטיחותיים כך שיהיה קל יותר למצוא מפעילים לצידוד ההדברה. ישום מערכת כזו להדברה פיזיקלית נחוץ מאד לגידולי התבלינים, תות השדה והמטעים. במיוחד נחוץ הדבר בעירית כדי למנוע נזקים של תריפס ובתפוח עץ כדי למנוע נזקים של כנימת דם.

מטרת המחקר הנוכחי היתה להראות שניתן לפתח מערכות וטכנולוגיה להדברת מזיקים באמצעות שיגור אוויר חם, להראות שיש אפשרות להדברת תריפס בעירית ולהדברת כנימת דם בתפוח עץ באמצעות שיגור אוויר חם.

במסגרת הפיתוח והניסויים שבוצעו במשך שנת העבודה שהוקצתה למחקר הנוכחי פותחה מערכת ראשונית וטכנולוגיה להדברת מזיקים באמצעות נשיבת אוויר חם. הודגם כי יש אפשרות להדברת תריפס בעירית באמצעות שיגור אוויר חם. הודגם כי יש אפשרות להדברת כנימת הדם בתפוח עץ באמצעות נשיבת אוויר חם. יש לבצע ניסויים מפורטים על מנת לאתר את משכי הזמן הנכונים לכל מערכת, לכל מזיק ולכל צמח על מנת למנוע נזקים לצמח ולהשיג הדברה טובה.

## 2. מבוא

השימוש בתכשירי הדברה כימיים דורש עבודת ידיים רבה, וגורם לזיהום התוצרת החקלאית והסביבה. החמרת הפיקוח על השימוש בתכשירי הדברה מביאה לעליה בשיעור המוצרים החקלאיים שנפסלים לשיווק עקב שאריות רעלים אחרי המיון והאריזה. הדברת מחלות ומזיקים באמצעות חום פסיבי (חיטוי סולארי) מקובלת כאמצעי חליפי לטיפול כימי בחממה או בשדה (Gamliel, 2012). טיפולי חום מקובלים גם בטיפולים בתוצרת חקלאית לאחר האסיף.

פיתוח מערכת חדשנית ממוכנת להדברה בחום בחממה ובשדה יכולה להפחית את נזקי המזיקים ליבול ובנוסף להפחית את עבודת הידיים הנדרשת כיום לביצוע ריסוסים באמצעות מרססים ידניים (1330 י"ע בשנה בעירית בישראל) ותמורה גדולה עוד יותר עקב חסכון במיון ושיפור המוצר. ההדברה בחום תפחית שאריות רעל במזון ותבטיח תנאי עבודה בטיחותיים כך שיהיה קל יותר למצוא מפעילים לצידוד בכלל ובפרט להעסיק עובדים מקומיים.

יישום יעיל ומהיר של מערכת כזו להדברה פיזיקלית נחוץ מאד לגידולי התבלינים, תות השדה והמטעים. בענפים אלה נמצאה עמידות גבוהה של מזיקים ומחלות לתכשירי ההדברה הכימיים המותרים בשימוש ובפרט לתכשירים חדשים בעלי רעילות נמוכה.

העירית (בצלצול), *Allium schoenoprasum*, הוא גידול רב קצירי המהווה מרכיב חשוב בסל היצוא החקלאי הטרי מישראל. בשנים האחרונות מתקשים מגדלי העירית לייצא בגלל נזקים קשים של כספת העלים הנגרמת ממציצות של תריפס הטבק, *Thrips tabaci*. קשיי ההתמודדות עם התריפס בעירית התעצמו עקב הצורך בגידול במהלך כל השנה, הצמצום במספר תכשירי ההדברה המותרים לשימוש והירידה ביעילות ההדברה של התכשירים המותרים בגלל התפתחות מהירה של עמידות כנגדם (לבדב וחובי' 2010 ; Lebedev et al., 2012). כאשר שיעור הכספת עלי העירית עולה על 30%, מיון היבול

מצריך עבודת מיון כה רבה שהגידול הופך לבלתי כלכלי והוא משווק בדרך כלל בארץ כסוג ב' או נפסל לשיווק. הפחתת נזקי התריפס מהווה כיום את האתגר וההוצאה העיקריים של מגדלי העירית והקושי בהדברתו הוא הגורם העיקרי להקטנת היקף הענף בישראל בשנים האחרונות. כדי להתמודד עם אוכלוסיות תריפס שעמידה לתכשירי הדברה צריך לפתח שיטות הדברה חילופיות כמו זו המוצעת כאן. כנימת הדם, צמרית התפוח, *Eriosoma lanigerum*, היא מזיק חשוב של עצי תפוח הגורמת לנזק לקודקודי הצמיחה, לפירות ולשורשים. הכנימות הן בעלות גוף בצבע אדמדם, בדרך כלל ללא כנפיים והן מכוסות בשכבה עבה של קורי שעווה. כושר הרבייה של כנימה זו גבוה מאד והיא מקימה 10-12 דורות מהאביב עד לסתיו. הדברת הכנימה באמצעות תכשירי הדברה, שמנים ואויבים טבעיים אינה מספקת ויש צורך לפתח אמצעים נוספים להדברתה על נוף העצים. בהתאם למפורט לעיל פותחו במחקר זה מערכות לשיגור אוויר חם בעירית ובתפוח ונבחנה האפשרות להדברת התריפס בעירית וכנימת הדם בתפוח באמצעות אוויר חם.

### 3. מטרת המחקר

1. להראות שניתן לפתח מערכות וטכנולוגיה להדברת מזיקים באמצעות נשיבת אוויר חם.
2. להראות שיש אפשרות להדברת תריפס בעירית באמצעות שיגור אוויר חם.
3. להראות שיש אפשרות להדברת כנימת הדם בתפוח עץ באמצעות שיגור אוויר חם.

### 4. פירוט עיקרי הניסויים - פיתוח המערכות, השיטות והתוצאות

1. פיתוח מערכות וטכנולוגיה להדברת מזיקים באמצעות שיגור אוויר חם : מערכת לשיגור אוויר חם בעירית פותחה כמתואר באיור 1 כדי להדביר חרקים. המערכת בנויה כדי לנוע מעל ערוגת העירית ולשגר אוויר חם אל הצמחים. למערכת יכולת לפזר תרסיס של טיפות זעירות לתוך האוויר החם במידה ונמצא כי האוויר היבש פוגע ברקמות הצמח. המערכת יכולה לנשוב אוויר חם גם על עירית בעציצים.



איור 1 - המערכת לנשיבת אוויר חם על ערוגת עירית מוקנת לנשיבת האוויר על תריפס בעציצי עירית.

מערכת לשיגור אוויר חם אל עצי תפוח פותחה כמתואר באיור 2 כדי להדביר חרקים. המערכת בנויה כדי לנוע או לעמוד לצד עצי התפוח ולשגר אוויר חם אל העצים. למערכת יכולת לפזר תרסיס של טיפות זעירות לתוך האוויר החם במידה ונמצא כי האוויר היבש פוגע בעלי העץ.



איור 2 – המערכת לנשיבת אוויר חם אל עצי תפוח.

2. בחינת האפשרות להדברת תריפס בעירית באמצעות שיגור אוויר חם : הנסוי נערך בבית דגן. עשרים עצי עירית אולחו ב-20 נקבות של תריפס הטבק לכל עציץ. העציצים המאולחים הוחזקו בתנאי חממה למשך 3 שבועות כדי לבסס את אוכלוסיית המזיק. לפני הניסוי נקצרו הצמחים ב-6 עציצים ואוכלוסיית התריפסים עליהם נקבעה באמצעות משפך ברלייזי. 14 העציצים הנותרים חולקו לזוגות. עציץ אחד מכל זוג טופל למשך 3 שניות ו-5 שניות במפוח החום ללא תוספת תרסיס ובן זוגו שימש כהיקש. אחרי טיפול החום נקבע מספר התריפסים לעציץ באמצעות משפך ברלייזי. התוצאות נבחנו באמצעות מבחן t לזוגות.

הטמפרטורה בזמן חימום העירית היתה 150 מ"צ בפתח המפוח, 56 מ"צ בחלק העליון של הצמחים ו-32 מ"צ בחלק התחתון של הצמחים. צמחי העירית לא נצרבו מטיפול החום אך העלים הראו רפיון זמן קצר לאחר הטיפול. התוצאה בזוג העציצים מסי' 5 הושמטה מהתוצאות כי הצמחים בהם היו במצב ירוד וגם בגלל שנמצאה עליהם אוכלוסייה קטנה מאוד של תריפסים.

מספר התריפסים לעציץ בקבוצת ההיקש היה במוצע 20.4 (ס"ת ±14.5)

מספר התריפסים לעציץ בקבוצת הטיפול היה במוצע 7.5 (ס"ת ±4.8)

ההבדל היה מובהק מבחינה סטטיסטית ( $P < 0.02$ ).

שיעור הזחלים בקבוצת ההיקש היה 86% (טיפוסי לאוכלוסייה מבוססת).

שיעור הזחלים בקבוצת הטיפול היה 53%.

מכאן עולה שככל הנראה טיפול החימום פגע בזחלים בעיקר ואילו המספר הממוצע של

הבוגרים היה דומה בשתי הקבוצות (כ-3 לעציץ).

3. בחינת האפשרות להדברת כנימת הדם בתפוח באמצעות נשיבת אוויר חם :  
 כנימת הדם עם וללא קורי השעווה מוצגות באיורים 3 ו-4. הניסויים נערכו בשני אתרים – אתר א' בית  
 דגן ואתר ב' חוות מתתיהו.



איור 4 - כנימת הדם ללא קורי השעווה.



איור 3 - כנימת הדם עם קורי השעווה.

א) הניסויים שנעשו בבית דגן - השפעת נשיבה חד פעמית של המפוח על ענפי תפוח נגועים : ענפי תפוח  
 נגועים בכנימת הדם נאספו בחוות מתתיהו והובאו לבית דגן. ב-8 למאי 2013; נחשפו 6 ענפים נגועים  
 לנשיבת המפוח ממרחק 25 ס"מ למשך 5 שניות. בכל הענפים הטיפול גרם לתמותה של הכנימות  
 בדרגות הצעירות והמסה של כיסוי השעווה (איור 5).



איור 5 - השפעת נשיבת האוויר החם על כנימת הדם בענפי תפוח מנותקים.

ב) הניסויים שנעשו בחוות מתתיהו - השפעת נשיבה רב פעמית של המפוח על עצי תפוח נגועים: השפעתה של סידרת טיפולי חום נבחנה במהד"ם (חוות מתתיהו) על עצי תפוח בדליי גידול הנגועים בכנימת הדם (איור 6). השתמשנו ב-13 עצי תפוח נגועים - 7 מהם עברו טיפול ו- 6 שימשו כהיקש. הטיפולים התחילו ב-16 ליוני, 2013. בקבוצת הטיפול חומם כל עץ עם המפוח למשך 5 שניות מארבעה כיוונים (ס"ה 20 שניות, תוך סיבוב העץ ב-90 מעלות כל 5 שניות) כמתואר באיור 2. אחרי טיפול החום נבחנו הישרדות הכנימות, יצירת קורי השעווה והתחדשות העלווה של התפוח. טיפול נוסף ניתן אחרי שבועיים או 4 שבועות בהתאם לממצאי הבדיקות.

ב-30 ליוני, 2013 עצים מספר 1, 3, 5, ו-7 קיבלו טיפול חום חוזר כמתואר לעיל. עץ מפותח ונגוע מאוד בכנימה ובפרלטוריה (מס' 8) קיבל טיפול של 4 שניות חימום לכל אחד משני צדדיו (כדי לדמות חימום במטע מהשבילים שבין השורות).

ב-14 ליוני, 2013 מספר 4, 6 ו-8 קיבלו טיפול חום חוזר כמתואר לעיל.

בכל הבדיקות של העצים שקיבלו טיפול חום לא נמצאו כנימות דם חיות חוץ ממעט כנימות במרכז העצים. בענפים שנבדקו נמצא כי בחתך הענף צינורות השיפה והעצה חיוניים והיה לבלוב חדש בכלם. המושבות בעצי הביקורת המשיכו להתפתח והיו מכוסות בשכבה עבה של קורי שעווה.

ב-25 ליוני, 2013 נעשתה בדיקה סופית של העצים שטופלו עם מפוח החום והתוצאות מוצגות בטבלה מס' 1.



איור 6 - עצי התפוח ששימשו לניסויי נשיבת האוויר החם.



טבלה 1 - השפעת טיפולי החום כנגד כנימת דם על עצי התפוח

ממצאי הבדיקה ב- 25 יולי	מועדי טיפול החום (שנת 2013)			עץ מס'
	14 יולי	30 יוני	16 יוני	
אין התחדשות צימוח		(5) 2	(5) 1	1
התחדשות צימוח בינונית – נותרו רק כנימות עלה		(5) 2	(5) 1	3
התחדשות צימוח טובה – אין כנימות דם		(5) 2	(5) 1	5
התחדשות צימוח נמוכה - אין כנימות דם		(5) 2	(5) 1	7
לבלוב מתחיל - אין כנימות דם	(5) 2		(5) 1	4
לבלוב מתחיל - אין כנימות דם	(5) 2		(5) 1	6
לבלוב מתחיל - אין כנימות דם	(5) 2	(4) 1		8

המספרים בסוגריים בטבלה מבטאים את מספר שניות החימום בכל אחד מארבע צידי העץ.

5. סיכום עם שאלות מנחות

<b>מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה :</b>
מטרת העבודה הנוכחית הינה לפתח טכנולוגיה של "מרסס חום" המבצע הדברה בחממה, במטע ובשדה באמצעות הזרמת אוויר חם על פני חלקי הצמח תוך הימנעות מגרימת נזק לצמח והדברה של מחלות וחרקים מזיקים. זאת כדי להביא לחסכון בכ"א, לשיפור בתנאי העבודה, לשיפור ביעילות ההדברה ולהגדלת התמורה למגדל.
<b>עיקרי הניסויים והתוצאות :</b>
בשנה שהוקצתה למחקר זה פותחו שתי מערכות לנשיבת אוויר חם האחת לגידולי ערוגה והשניה לעצים. המערכת לטיפול בערוגה נוסתה בעירית והראתה שטיפול בודד במפוח החום בעירית גרם להפחתה משמעותית (פי 3) במספר הזחלים של תריפס הטבק. לכן, מספר טיפולי חום במהלך גידול העירית עשוי לתת הגנה טובה ממזיק זה. יש צורך ללמוד את השפעת סידרת טיפולי חום על צמחי העירית ועל רמת היבול לפני המשך הפיתוח של שיטת ההדברה הזאת. המערכת לטיפול בעצים נוסתה בתפוחי עץ והראתה שטיפול בנשיבת אוויר חם מסיר את שכבת ההגנה של קורי השעווה ופוגע בחיוניות כנימות הדם בענפים שבהיקף העץ. בכל הבדיקות של העצים שקיבלו טיפול חום לא נמצאו כנימות דם חיות ברוב חלקי העץ חוץ מכמה כנימות במרכז העצים. הטיפול גרם להתייבשות של העלים בקודקודי הצמיחה אך צמיחתם התחדשה 2-4 שבועות לאחר הטיפול. נראה שמפוח החום עשוי לסייע בהדברת כנימת הדם בעצי תפוח צעירים בעונה בה העיכוב בצימוח העצים עקב החימום לא יגרום לנזק כלכלי.
<b>מסקנות מזעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?</b>
הפיתוח והניסויים הראו שניתן לבצע הדברה של מזיקים מסוימים בכמה גידולים באמצעות נשיבת אוויר חם אבל יש לבצע ניסויים מדויקים על מנת לקבוע את משכי הטיפול כך שיודברו המזיקים אבל לא יגרם

נזק לצמחים.
<b>בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שונתרה לביצוע תוכנית המחקר?</b>
יש להמשיך ולבצע ניסויים מפורטים בצמחי ומזיקי המודל לעיל או בצמחים ומזיקים אחרים כדי למצוא משכי טיפול ומכשירי טיפול כך שיודברו המזיקים אבל לא יגרם נזק לצמחים.
<b>הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח (פרסומים):</b>
<b>פרסום הדוח:</b> אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
לפרסם <
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? התוכנית אושרה לשנה אחת וכעת יש להכין ולהגיש תוכנית מלאה.

## 6. ספרות

לבדב ג., ג. גפני, פ. אבו מוח, ס. דוברינין, ד. שדה, ד. סילברמן, ד. בן-יקיר, מ. גאנם (2010). עמידות תריפס הבצל לתכשירי הדברה בעירית. "שדה וירק" 15: 67-70.

Gamliel, A. (2012). Plastic Films for Soil Disinfestation: Chemistry and Technology *in* Soil Solarization: Theory and Practice (A. Gamliel and J. Katan, eds) APS Press St. Paul MN. pp. 165-174.

Lebedev, G., Abo-Moch, F., Gafni, G., Ben-Yakir, D., and Ghanim, M. (2012). High-level of resistance to spinosad, emamectin benzoate and carbosulfan in populations of *Thrips tabaci* collected in Israel. *Pest Manag. Sci.* 69: 274-277.