

**משרד החקלאות - דו"ח לתוכניות מחקר
לקרן המדען הראשי**

קוד זיהוי	א. נושא המחקר (בעברית)
10 - 0186 - 823	החדרת חלופות למתיל ברומיד להדברת פגעי שורש במלפפונים

ג. כללי	
מוסד מחקר של החוקר הראשי	
אוניברסיטה העברית 823	
סוג הדו"ח	תאריכים
שנתי	תקופת המחקר
	עבודה מוגש הדו"ח
	התחלה
	סיום
תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון	שנה חודש
	שנה חודש / שנה חודש / שנה חודש
	11 / 11 08 / 11 08 / 08

ב. צוות החוקרים		
שם פרטי	שם משפחה	חוקר ראשי
יעקב	קטן	
חוקרים משניים		
אברהם	גמלאיל	1
נטע	מור	2
נביל	גנאים	3
יגאל	מרון	4
		5
		6
		7

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח בשקלים
מדען הראשי משרד החקלאות		50,000

ה. תקציר שים לב - על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתיבת דיווחים גורמי קרקע ביוטיים פוגעים בגידול מלפפונים שהוא גידול אינטנסיבי. בעולם, מוכרת מחלת נבילה קלאסית של מלפפון, אשר נגרמת ע"י (<i>Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum</i>) FOCU. בשנים האחרונות דווח על מחלת שורש חדשה במלפפונים, אשר נגרמת ע"י תת-מין חדש (<i>Fusarium oxysporum f.sp. radicis-cucumerinum</i> FORC) זוהי מחלה חדשה יחסית בעולם והיא המקבילה למחלת ריקבון הכתר בעגבניות ובבזיל. גם במחלה זו יוצרת הפטריה כמויות עצומות של נבגים על פני הגבעול אשר מתפזרים באוויר ומופצים למרחקים. מטרת המחקר היו בחינת חומרי חיטוי ודרכי הדברה נוספות, בנפרד ובמשולב, כנגד מחלת FORC ונמטודות, בניסויים מבוקרים ובניסויי שדה, תוך שימת דגש על סניטציה ועל פגיעה בכל מקורות המידבק. זהות הפתוגן החדש FORC אומתה והוא נמצא בכל איזורי הגידול, הוא פוגע גם במלונים. חומרי הדברה שונים (אדיגן, פלדין, כלורופיקרון, קונדור) היו יעילים בדרגות שונות בקטילת הפתוגן ובהפחתת שיעור מחלת FORC ונמטודות העפצים. תכשיר ההדברה מיראג' היה יעיל בהדברת הפתוגן בשיירי צמחים וחלקי חממה, דהיינו, כאמצעי לסניטציה. זנים מסוימים גילו רגישות פחותה למחלת FORC. שיטת ההרכבה היתה יעילה בהפחתת המחלה ושילובה במחזור הגידולים הפחית אותה. התכשיר מיראג' היה יעיל בהדברת המחלה במהלך הגידול ונבחנו דרכי ומועדי יישום שונים להדברה מיטבית. כללית, מסתמנת ירידה בשעור מחלת FORC ואנו מייחסים זאת לשימוש המושכל יותר בשיטות הדברה שונות אשר מביא לירידה כללית במידבק. עם זאת, המודעות לסניטציה והשימוש בה עדיין פחותה, אף כי חל שיפור מסוים בשימוש בשיטות הללו. העבודה נעשתה בשיתוף פעולה הדוק עם מדריכי שה"מ, אנשי חברות וחוקרים אחרים. חלק מהניסויים בוצע בחלקות של חקלאים. נעשו פעולות להעברת
--

ו. אישורים

הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

חוקר ראשי	מנהל המחלקה	מנהל המכון (פקולטה)	אמרכלות (רשות המחקר)	תאריך (שנה) (חודש) (יום)
-----------	-------------	---------------------	----------------------	--------------------------

דווח לתוכנית מחקר 823-0186-10 (דוח סופי)

החזרת חלופות למתיל ברומיד להדברת פגעי שורש במלפפון

Methyl bromide alternatives: soilborne diseases in cucumber

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

יעקב קטן – מחלות צמחים, הפקולטה לחקלאות רחובות

גמליאל אברהם – מכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר

נטע מור – שה"מ, משרד החקלאות

נביל גנאים – שה"מ, משרד החקלאות

מרון יגאל – שמ"מ, משרד החקלאות

Jaacov Katan, Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Rehovot 76100, E.mail:
Katan@agri.huji.ac.il

Abraham Gamliel, Agricultural Engineering, ARO, Bet Dagan, 50250, E.mail:
agamliel@volcani.agri.gov.il

Neta Mor, Extension Service, Ministry of Agriculture, Bet Dagan, 50250.
Netmor@shaham.moag.gov.il

Nabeel Ganayem; Extension Service, Ministry of Agriculture, Bet Dagan, 50250,
Nabgan@shaham.moag.gov.il

Yigal Meron, Extension Service, Ministry of Agriculture, Bet Dagan, 50250.

נובמבר 2011

חשון תשע"ב

הממצאים בדוח זה הנם תוצאת ניסויים

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

תאריך

חתימת החוקר

רשימת פרסומים

(ראה בסוף הדו"ח)

תוכן עניינים

עמוד

2	1. תקציר
2	2. מבוא ורקע כללי
3	3. מטרת המחקר
3	עיקרי הממצאים:
3	1. חקר מחלות השורש במלפפון
4	2. יעילות טיפולים כימיים בהדברת הפתוגן (סעיפים 2.1 – 2.5)
11	3. חקר אילוח החממות והסניטציה (סעיפים א'-ד')
13	4. שיטות הדברה נוספות ושילובן (סעיפים 4.1-4.3)
15	דיון
16	רשימת פרסומים
17	טבלה 2.1
18	ביבליוגרפיה
19	סיכום עם שאלות מנחות

החדרת חלופות למתיל ברומיד להדברת פגעי שורש במלפפונים

תקציר

גורמי קרקע ביוטיים פוגעים בגידול מלפפונים שהוא גידול אינטנסיבי. בעולם, מוכרת מחלת נבילה קלאסית של מלפפון, אשר נגרמת ע"י *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (FOCU) בשנים האחרונות דווח על מחלת שורש חדשה במלפפונים, אשר נגרמת ע"י תת-מין חדש *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (FORC) וזוהי מחלה חדשה יחסית בעולם והיא המקבילה למחלת ריקבון הכתר בעגבניות ובבזיל. גם במחלה זו יוצרת הפטריה כמויות עצומות של נבגים על פני הגבעול אשר מתפזרים באוויר ומופצים למרחקים. מטרת המחקר היו בחינת חומרי חיטוי ודרכי הדברה נוספות, בנפרד ובמשולב, כנגד מחלת FORC ונמטודות, בניסויים מבוקרים ובניסויי שדה, תוך שימת דגש על סניטציה ועל פגיעה בכל מקורות המידבק. זהות הפתוגן החדש FORC אומתה והוא נמצא בכל איזורי הגידול, הוא פוגע גם במלונים. חומרי הדברה שונים (אדיגן, פלדין, כלורופיקרון, קונדור) היו יעילים בדרגות שונות בקטילת הפתוגן ובהפחתת שיעור מחלת FORC ונמטודות העפצים. תכשיר ההדברה מיראג' היה יעיל בהדברת הפתוגן בשיירי צמחים וחלקי חממה, דהיינו, כאמצעי לסניטציה. זנים מסוימים גילו רגישות פחותה למחלת FORC. שיטת ההרכבה היתה יעילה בהפחתת המחלה ושילובה במחזור הגידולים הפחית אותה. התכשיר מיראג' היה יעיל בהדברת המחלה במהלך הגידול ונבחנו דרכי ומועדי יישום שונים להדברה מיטבית. כללית, מסתמנת ירידה בשעור מחלת FORC ואנו מייחסים זאת לשימוש המושכל יותר בשיטות הדברה שונות אשר מביא לירידה כללית במידבק. עם זאת, המודעות לסניטציה והשימוש בה עדיין פחותה, אף כי חל שיפור מסוים בשימוש בשיטות הללו. העבודה נעשתה בשיתוף פעולה הדוק עם מדריכי שה"מ, אנשי חברות וחוקרים אחרים. חלק מהניסויים בוצע בחלקות של חקלאים. נעשו פעולות להעברת הידע.

מבוא ורקע כללי

גורמי קרקע ביוטיים פוגעים בגידול מלפפונים שהוא גידול אינטנסיבי. בעולם, מוכרת מחלת נבילה קלאסית של מלפפון, אשר נגרמת ע"י *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (FOCU) (ומקבילה ל- *Fusarium wilt* בעגבניות). בשנים האחרונות דווח על מחלת שורש חדשה במלפפונים, אשר נגרמת ע"י תת-מין חדש *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (FORC) וזוהי מחלה חדשה יחסית בעולם (5, 7) והיא המקבילה למחלת ריקבון הכתר (crown rot) בעגבניות ובבזיל (1). גם במחלה זו (המכונה ריקבון השורש והגבעול) יוצרת הפטריה כמויות עצומות של נבגים על פני הגבעול, בעקר בחלקו התחתון. נבגים אלה מתפזרים באוויר ומופצים למרחקים (3). מחלה זו הוגדרה לראשונה ביוון ואחר כך נמצאה גם בקנדה, בצרפת, בהולנד, בספרד ובארצות נוספות (4, 6). תופעה שנראית דומה לתיאור המחלה החדשה נמצאה על ידינו לראשונה בארץ בחממה במושב חצב. לאחר מכן, בחורף ובאביב 2002 ו-2003 מצאנו באחיטוב חלקות מלפפונים עם צמחים חולים שהראו סימפטומים דומים לאלה של מחלת ריקבון השורש והגבעול שתוארו לעיל ולסימפטומים שנצפו במלפפונים חולים

במושג חצב. בחלק מהחלקות היתה פגיעה קשה מאוד. נראה אז שמחלה זו זהה לזו שתוארה בחו"ל ומאז, המחלה התעצמה.

פגעים נוספים מאיימים על הכדאיות הכלכלית של גידול אינטסיבי של מלפפונים. נמטודות יוצרות עפצים ופיתיום, התעצמו מאד בשנים האחרונות עם הפסקת השימוש במתיל ברומיד. הצמח הפרזיטי עלקת פוגע בגידולים רבים ובמספר מקומות הוא מהווה סכנה גדולה.

מגדלי המלפפון נוהגים לגדל גידול זה באותה חלקה ברציפות, לפעמים 2-3 גידולי מלפפון באותה חלקה. כמו כן, אין הקפדה על סניטציה, במיוחד בפרק הזמן אשר בין הגידולים. אלה גורמים אשר מסייעים בהתעצמות המידבק והמחלות, במיוחד בפתוגן זה אשר יוצר כמויות רבות של נבגים.

יש להדגיש ש- FORC הוא בעל מקורות מידבק רבים: קרקע מאולחת, נבגים אוירניים המופצים בחלל החממה ומאלחים את כל חלקיה, ושיירי צמחים נגועים. לפיכך, יש לפתח גישה אינטגרטיבית כוללת אשר תטפל בכל מקורות המידבק והאילוח כדי להבטיח הדברה יעילה. לכן, חיטוי קרקע ללא טיפול סניטציה יהיה בלתי יעיל. ישנן מחלות פוטנציאליות נוספות אשר גם הן עלולות להתעצם עקב ביטול השימוש במתיל ברומיד, ומחקרנו עשוי לסייע במתן מענה, גם להן. הגישה האינטגרטיבית להדברת מחלות שורש לרוב אינה מקובלת על חקלאים, לפיכך, העברת הידע הינה חלק חשוב בפיתוח אמצעי הדברה.

מטרות המחקר

מחקרנו יעסוק במציאת חלופות אמינות ויעילות להדברת פגעי קרקע במלפפון, ובשילובן בתוך מערכת הדברה. המטרות הספציפיות הן:

1. בחינת חומרי חיטוי של קרקע ודרכים לשיפור היישום והיעילות שלהם.
 2. שילוב חיטוי קרקע עם פעולות נוספות על מנת להתמודד עם כל מקורות המידבק והאילוח במבנה החממה ובקרקע, בין גידול אחד למשנהו, תוך מזעור השימוש בכימיקלים. (עם דגש על הדברת פוזריום).
- במהלך מחקרנו, מצאנו שיש להוסיף שתי מטרות כפי שהתבקש מהמימצאים, והן: 1. שימת דגש מיוחד לפעולות סניטציה. 2. שימת דגש גם על העברת ידע למדריכים ולחקלאים.

עיקר המימצאים

1. חקר מחלות השורש במלפפון

ערכנו סיורים בחלקות מלפפונים וכן בדקנו צמחי מלפפון חולים שהובאו ע"י מדריכים וחקלאים. מחלת פוזריום הכתר (FORC) נמצאה בכל האיזורים, וכן היא גרמה נזקים למלונים. הוכחנו בעבר שפתוגן זה הנו אלים למלון ויש לפיכך להמנע מגידול מלפפון ומלון ברציפות. מחלת נמטודות העפצים אף היא גורמת לנזקים קשים, במיוחד כאשר אין מקפידים על שימוש בנמטיצידיים. מחלת הדידמלה גרמה נזקים אך ניתן להדביר אותה ע"י פונגיצידיים. מחלה פוטנציאלית נוספת היא מחלת הפתיום אשר יכולה לפגוע במלפפון גם בצמחים מבוגרים והיא נמצאה במספר קטן של מקרים. מחלה זו נמצאה בצורה קשה בחלקה אחת באחיטוב במצע קוקוס. יש לציין שלא נמצאה מחלת הנבילה (FOCU). זהות מחלת ה- FORC (להבדיל ממחלת FOCU), וכן זהותה למחלת FORC בחו"ל אומתה בשיטה הגנטית VCG (2) אשר

פותחה ע"י ד"ר תלמה קטן וד"ר נדיה קורולב (בשיתוף פעולה אתנו). כמו כן, במהלך שנות המחקר ביצענו כ- 80 מבחני הדבקה לתבדידים שבודדו מצמחי מלפפון ומלון חולים לאמות הזהות הפתוגנית.

2. יעילות טיפולים כימיים בהדברת פתוגנים

2.1 יעילות מתאם סודיום בקטילת פטריות מבחו בתנאי שדה (חלקות של חקלאים)

ערכנו בדיקות במטרה לקבוע את יעילות החיטוי המסחרי של מתאם סודיום בחלקות שונות במושב אחיטוב ובמדה מועטה בבקה. חבלים המכילים מידבק של שתי פטריות פתוגניות נטמנו בשני עומקים לפני יישום החיטוי, בחלקות שונות בהן מבוצע חיטוי מסחרי. לאחר גמר היישום, החבלים הובאו למעבדה. חיות המידבק נקבעה, ושעור הקטילה חושב על פי השואה עם שיעור האוכלוסייה של הפתוגן בחלקות היקש לא מטופלות. במספר מקרים, הוצעו החבלים במספר חזרות באותה חלקה כדי ללמדו על אחידות היישום. התוצאות (טבלה 2.1 בעמוד 17) מראות:

1. במקרים רבים, אך לא בכלם, הטיפול היה יעיל בקטילת שתי הפטריות בשני העומקים. עם זאת, היו מקרים יוצאי דופן, כפי שיפורט להלן.
2. תוצאות הקטילה היו גבוהות יותר בפטריה FORL בהשוואה לפטריה FORC. יש להדגיש שהמבחן של FORC (שיטת הקטעים) הנו מחמיר יותר. עם זאת, היתה התאמה בתוצאות הקטילה של שתי הפטריות.
3. היו מספר מקרים שבהם הקטילה היתה חלקית או נמוכה מאוד. למשל באתר 4, בחלקה אחת היתה קטילה גבוהה ושתי חלקות קטילה נמוכה. מצב דומה של אי-אחידות בתוצאות היה באתר 7. מימצא זה מצביע על הצורך בשיפור היישום כדי לקבל תוצאות אחידות.
4. מימצאים דומים התקבלו בשנה נוספת.
5. המימצאים הועברו לידיעת המדריכים, החקלאים והחברות.

2.2 יעילות חלופות מתיל ברומיד בקטילת פתוגנים (2008)

בספטמבר 2008 נערך ניסוי שדה בחלקות קטנות בחוות הפקולטה לחקלאות ברחובות. הניסוי נערך ובוצע ע"י א' גמליאל ונטע מור (בדיקות המעבדה נעשו במעבדת של א' גמליאל בבית דגן). הניסוי נערך בקרקע קלה בשלוש חזרות. הטיפולים נעשו לפי ההמלצות המקובלות לכל חומר. הקרקע הוכנה, ולפני יישום הטיפולים הוצעו בכל חלקה שקיות ניילון ובהם מידבק של שלוש פטריות פתוגניות לעומקים 20 ו- 40 ס"מ. הפטריות שנבחנו הן פטריות פוזריום הכתר של עגבניות (FORL), קטעי גבעולים של מלפפון נגועים בפוזריום (FORC). בגמר הטיפולים, החבלים הובאו למעבדה, ונקבע שעור החיות של כל פטריה. שעור הקטילה נקבע על פי השוואה עם חיות הפטריות בחלקות היקש בלתי מטופל.

טבלה 2.2. השפעת חומרי חיטוי על שעור קטילה של שתי פטריות⁽¹⁾ בשני עומקים.

% קטילה				הטיפול ⁽²⁾	
FORC		FORL			
40 ס"מ	20 ס"מ	40 ס"מ	20 ס"מ		
0	0	0	0	1	הקש מוצל
13	73	84	92	2	סולרי
100	100	99	99	3	אדיגן/מוצל 60 ל"ד'
67	67	94	95	4	אדיגן/סולרי 30 ל"ד'
0	33	90	75	5	אדיגן/פורמלין-מוצל 250 + 60
0	0	76	74	6	DMDS – מוצל 60 ל"ד'
100	100	95	100	7	מתיל ברומיד-מוצל 50 ק"ג/ד'

⁽¹⁾ FORL = פטרית פוזריום הכתר בעגבניות, FORC = פטרית פוזריום המלפפון.

מהתוצאות (טבלה 2.2) אנו למדים:

1. אדיגן (מתאם סודיום), במיוחד ביישום מוצל, הראה קטילה גבוהה של שתי הפטריות בשני העומקים, בגבולות 67-100%. תוצאה זו מתאימה למימצאים של בדיקת יעילות אדיגן בשדות חקלאיים כאשר היישום בוצע כהלכה (ראה טבלה 2.1).
2. החיטוי הסולרי היה יעיל בהדברת הפתוגנים בעומק 20 ס"מ, אך פחות יעיל בעומק 40 ס"מ ב-FORC.
3. אדיגן/סולרי (במנון אדיגן מופחת) היה יעיל.
4. אדיגן/פורמלין והתכשיר DMDS היו יעילים בשעור 74-90% קטילה בפטריית FORL אך יעילותם הייתה נמוכה מאוד בקטילת FORC. יש להזכיר ששיטת בדיקת FORC (אכלוס קטעים) הנה מחמירה מאוד. עם זאת, בהשוואה לכך, אדיגן היה יעיל בקטילת פטרייה זו.
5. כצפוי, מתיל ברומיד היה יעיל בהדברת שתי הפטריות הללו בשני העומקים.

2.3 יעילות חלופות מתיל ברומיד בקטילת פתוגנים והדברת מחלות בתנאי שדה (2009)

נבחנה יעילותם של שני חומרי חיטוי של קרקע בהדברת פוזריום במלפפון, כלורופיקרין ו-DMDS (פלדין). הקרקע טופלה בשני החומרים הללו על פי המלצות של החברות ובהנחיית פרופ' אברהם גמליאל. כמו כן, נעשתה השוואה לחומר החיטוי המקובל אדוכם. יעילות החומרים נבדקה בשני שלבים:

1. קטילת שתי פטריות: פוזריום מלפפון (FORC) ופוזריום הכתר של עגבניות (FORL). הסיכום להלן:

שיעור קטילה (%)				הטיפול
FORL		FORC		
40 ס"מ	20 ס"מ	40 ס"מ	20 ס"מ	
50	68	11	31	1. פלדין 40 ל"ד' (פלסטיק אטום)
47	64	65	60	2. פלדין 40 ל"ד' (פלסטיק רגיל)
98	99	65	71	3. כלורופיקרין 20 ק"ג/ד'
60	100	96	56	4. קונדור 20 ל"ד' + אדוכם
0	0	0	0	5. הקש

2. בשלב השני נבחנה הדברת מחלת הפוזריום ומחלת הנמטודות בחלקה נגועה באחיטוב, להלן סיכום העבודה (מתוך פרסום, משותף, של משרד החקלאות).

ניסוי חיטוי קרקע להזברת מחלות שורש במלפפונים בבית צמיחה- סתיו 2009

נטע מור, יגאל מירון- שה"מ מחוז המרכז, צביקה שכנר- חב' רימי, יעקב קטן- הפקולטה לחקלאות, אברהם גמליאל- מנהל המחקר החקלאי

מבוא

עם הוצאת השימוש במתיל ברומיד, תכשירי מתאם סודיום מהווים חלופה עיקרית להזברת מחלות קרקע במלפפונים בבית צמיחה. בבדיקות שנערכו במושב אחיטוב, בהן הוטמנו קטעי גבעול נגועים בפוזריום המלפפון לפני חיטוי במתאם סודיום, נמצאה ירידה ביעילות ההזברה בחלק מהבדיקות. בבדיקות של מספר קרקעות באחיטוב לפרוק מואץ של תכשירי מתאם סודיום, נמצא בשתי חלקות פרוק התכשיר תוך חמש שעות, בשתי חלקות תוך 24 שעות ובחלקה אחת תוך 48 שעות. כל זאת לעומת קרקע רחובות בה מחזיק החומר 72 עד 96 שעות.

בעבודה המוצגת להלן נבחנו תחליפי חיטוי נוספים בהשוואה למתאם סודיום, להזברת פוזריום ריקבון הגבעול והשורש במלפפונים בבית צמיחה.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך במושב אחיטוב בחלקה עם עבר של נגיעות קשה בפוזריום במלפפון. שטח הניסוי 2 מפתחים באורך 42 מטר. גודל חזרה- 3 ערוגות X 8 מטר. מתכונת הניסוי- בלוקים באקראי ב- 4 חזרות. הבלוקים לאורך החלקה. בתאריך 22/9/09- הטמנת חומר נגוע בפוזריום הכתר של העגבנייה והמלפפון. 23/9/09- חיטויים תחת יריעה אטומה. הזרמת התכשירים ב- 25 מ"ק מים לד'. החלקה נשתלה בתאריך 4/10/2009 בזן רומבה. בכל טיפול בשורה האמצעית נספרו סך הצמחים החולים בפוזריום כמו כן נעשה מעקב אחר הנגיעות בנמטודות עפצים.

רשימת הטיפולים-

1. כלורופיקרין 40 ק"ג/ד'. 2. פלדין 60 ל"ד'. 3. כלורופיקרין 20 ק"ג/ד' + פלדין 40 ל"ד'. 4. אדוכם סופר 43 ליטר/ד'. 5. היקש.

תוצאות

טבלה 1- סיכום השפעת חיטוי קרקע על קטילת שני פתוגנים שהוטמנו בקרקע לפני החיטויים.

% קטילה		הטיפול ק"ג/ד'	
FORC ⁽²⁾	FORL ⁽¹⁾		
68	100	כלורופיקרין 40 ק"ג/ד'	1
27	96	פלדין 60 ל"ד'	2
62	99	כלורופיקרין 20 ק"ג/ד' + פלדין 40 ל"ד'	3
25	38	אדוכם סופר 43 ל"ד'	4
0	0	היקש	5

(1) FORL – פוזריום כתר עגבניות – שיטת מיהול

(2) FORC – פוזריום מלפפון – קטעי גבעול

טבלה 2- נגיעות סופית (בממוצע לחלקה) בנמטודות עפצים ופוזריום בתאריך 4/1/2010

הטיפול	מס' צמחים נגועים בפוזריום	מס' צמחים נגועים בנמטודות עפצים	דרגת נגיעות בנמטודות עפצים מ- 0-5
כלורפיקרין 40 ק"ג/ד'	3.25	2.75	0.16
פלדין 60 ל"ד'	3	2.25	0.07
כלורפיקרין 20 ק"ג/ד' + פלדין 40 ל"ד'	5	3	0.14
אדוכם סופר 43 ל"ד'	1	6.5	0.41
היקש	3.25	9	1.14
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

סיכום

- פוזריום- למרות שהניסוי נערך בחלקה שבגידול הקודם הייתה נגיעה מאוד בפוזריום הנגיעות בגידול הנוכחי הייתה נמוכה מאוד והשונות הייתה גבוהה מאוד לכן לא התקבלה מובהקות בין הטיפולים וההיקש, בנגיעות בפוזריום הכתר של המלפפון.
 - נמטודות עפצים- הנגיעות בחלקה לא הייתה אחידה, בהיקש היה מספר רב יותר של צמחים נגועים בנמטודות אך בגלל השונות הגבוהה, גם כאן לא קיבלנו מובהקות בין הטיפולים השונים להיקש.
- התוצאות מצביעות על יעילות כלורופיקרין. עם זאת נצפתה וריאביליות גבוהה ביעילות אדוכם. בחלקה אחת הייתה קטילה של 100% ובחלות אחרות יעילות הקטילה הייתה נמוכה.

2.4 הדברת מחלות שורש בבתי צמיחה (2010-11)

(מתוך דו"ח, משותף, משרד החקלאות 16/9/2010)

ניסוי חיטוי קרקע להדברת מחלות שורש במלפפונים בבית צמיחה- קיץ 2010

נטע מור, יגאל מירון- שה"מ מחוז המרכז, צביקה שכנר- חב' רימי, יורם כחלון- חב' תרסיס, יעקב קטן- הפקולטה לחקלאות, אברהם גמליאל- מנהל המחקר החקלאי

מבוא

עם הוצאת השימוש במתיל ברומיד, תכשירי מתאם סודיום מהווים חלופה עיקרית להדברת מחלות קרקע במלפפונים בבית צמיחה. בבדיקות שנערכו במושב אחיטוב, בהן הוטמנו קטעי גבעול נגועים בפוזריום המלפפון לפני חיטוי במתאם סודיום, נמצאה ירידה ביעילות ההדברה בחלק מהבדיקות. בבדיקות של מספר קרקעות באחיטוב לפרוק מואץ של תכשירי מתאם סודיום, נמצא בשתי חלקות פרוק התכשיר תוך חמש שעות, בשתי חלקות תוך 24 שעות ובחלקה אחת תוך 48 שעות. כל זאת לעומת קרקע רחובות בה מחזיק החומר 72 עד 96 שעות.

בעבודה שנערכה בסתיו 2009 נבחנו תחליפי חיטוי נוספים בהשוואה למתאם סודיום, להדברת פוזריום ריקבון הגבעול והשורש במלפפונים בבתי צמיחה אך הנגיעות במחלה הייתה נמוכה ולא התקבלו הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

בעבודה זו ברצוננו לשוב ולבחון את היעילות של תחליפי חיטוי נוספים בהשוואה למתאם סודיום ליעילותם בהדברת פוזריום במלפפון בבית צמיחה.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך במושב אחיטוב בחלקה עם עבר של נגיעות קשה בפוזריום במלפפון מתכונת הניסוי- בלוקים באקראי ב- 4 חזרות. גודל חזרה באורך 9-12 מטר ברוחב 2-3 ערוגות. ב- 13/5/2010 הטמנת חומר נגוע בפוזריום הכתר של העגבנייה והמלפפון. כל החיטויים התבצעו תחת יריעה חוסמת למעט טיפול שתיים שבוצע תחת יריעת פלסטיק רגילה. יישום פלדין וטריפיקרין ב- 17/5/2010 ב- 25 מ"ק מים לד', פרופורציונאלי, לאורך כל ההשקיה. יישום קונדור ב- 15/5/2010 ב- 20 מ"ק מים לדונם. יישום אדוכם סופר ב- 23/5/2010 ב- 30 מ"ק מים לדונם. הוצאת חומר נגוע ב- 27/5/2010. החלקה נשתלה בתאריך 2/6/2010 זן נונם. המזדים שנבחנו במהלך הגידול ובסופו- מדידת גובה צמחים בתאריך 29/6/2010, כחודש משתילה. שקילת יבול מקטע של 1.7 רוחב ערוגה X 4 מטר בתאריכים 20/7/10 עד 9/8/10 ספירת סך הצמחים הנגועים בפוזריום בשורה המרכזית. הערכת הנגיעות בנמטודות עפצים במדגם של 20 צמחים בסוף הגידול. דרוג הנגיעות ניתן מ-0-5. ניתוח סטטיסטי נערך בתוכנת Jump לפי Tukey HSD, ברמת מובהקות 0.05. הטיפולים

1. פלדין 40 ל"ד' (DMDS)
2. פלדין 40 ל"ד' בפלסטיק רגיל
3. פלדין 60 ל"ד'
4. כלורופיקרין (טריפיקרין) 10 ק"ג/ד'
5. כלורופיקרין (טריפיקרין) 20 ק"ג/ד'
6. כלורופיקרין (טריפיקרין) 40 ק"ג/ד'
7. קונדור 20 ל"ד' + אדוכם סופר 40 ל"ד'
8. היקש לא מטופל

תוצאות

טבלה 1- סיכום השפעת חיטוי קרקע על קטילת שני פתוגנים שהוטמנו בקרקע לפני החיטויים.

% קטילה, פוזריום מלפפון ⁽²⁾		% קטילה, פוזריום עגבניות		הטיפול ⁽¹⁾
עומק 20 ס"מ	עומק 40 ס"מ	עומק 20 ס"מ	עומק 40 ס"מ	
31 (42) ⁽³⁾ א	11 ב	68 אב	50 אב	פלדין 40 ל"ד' פלסטיק אטום
60 (73) א	65 א	64 ב	47 אב	פלדין 40 ל"ד' פלסטיק רגיל
71 (93) א	65 (87) א	99 א	98 א	כלורופיקרין 20 ק"ג/ד'
56 א	96 א	100 א	66 א	קונדור+ אדוכם סופר
0 ב	0 ב	0 ג	0 ב	היקש לא מטופל

(2) בדיקת פוזריום זה הנה מחמירה יותר מאשר בפוזריום עגבניה.
(3) בסוגריים, ממוצע ללא נתון חריג.

מהמוצג בטבלה 1 ניתן לראות שחיטויי הקרקע השונים הפחיתו את הנגיעות שהוטמנה בקרקע בהשוואה להיקש. לגבי פוזריום המלפפון אדוכם סופר+קונדור נתן את הקטילה הטובה ביותר בעומק 40 ס"מ אי כי לא במובהק מהכלורופיקרין והפלדין 40 תחת יריעה רגילה. הקטילה הנמוכה ביותר היתה בטיפול פלדין 40 תחת יריעה אטומה. בעומק 20 ס"מ לא היו הבדלים בין הטיפולים למעט ההיקש. לגבי הפוזריום של העגבנייה בשני העומקים הייתה קטילה טובה יותר בטיפול הקונדור+אדוכם סופר והכלורופיקרין 20 ק"ג/ד'.

טבלה 2- גובה צמחים ממוצע ב- 29/6/2010 כחודש משתילה

הטיפול	גובה צמח ממוצע בס"מ
פלדין 40 ל"ד'	158 ב
פלדין 40 ל"ד' בפלסטיק רגיל	156.8 ב
פלדין 60 ל"ד'	166.5 אב
כלורופיקרין 10 ק"ג/ד'	172.3 א
כלורופיקרין 20 ק"ג/ד'	173.8 א
כלורופיקרין 40 ק"ג/ד'	173.8 א
קונדור 20 ל"ד' + אדוכם סופר 40 ל"ד'	176.5 א
היקש לא מטופל	139.4 ג

מהמוצג בטבלה 2 ניתן לראות שגובה הצמחים בהיקש נמוך מטיפולי החיטוי באופן מובהק. בטיפולי הפלדין במינון 40 ל"ד' בשני סוגי הפלסטיק הצמחים נמוכים במובהק מיתר הטיפולים למעט הפלדין במינון 60 ל"ד'. טיפול זה אינו מובהק מטיפולי החיטוי האחרים.

טבלה 3- שקילת יבול בקטע באורך 4 מטר בתאריכים 20/7/10 עד 9/8/10

הטיפול	משקל בק"ג
פלדין 40 ל"ד'	21.2
פלדין 40 ל"ד' בפלסטיק רגיל	20.7
פלדין 60 ל"ד'	21.2
כלורופיקרין 10 ק"ג/ד'	22.4
כלורופיקרין 20 ק"ג/ד'	24.3
כלורופיקרין 40 ק"ג/ד'	22.7
קונדור 20 ל"ד' + אדוכם סופר 40 ל"ד'	21.0
היקש לא מטופל	17.8

מהמוצג בטבלה 3 ניתן לראות שיש שהיבול שנשקל בתאריכים הנ"ל היה נמוך יותר בהיקש הלא מטופל אך לא באופן מובהק מיתר הטיפולים.

טבלה 4- תמותת צמחים מפוזריום עם סיום הגידול בתאריך 9/8/2010

הטיפול	סך צמחים מתים	אחוז נגיעות
פלדין 40 ל"ד'	2.3	5.5
פלדין 40 ל"ד' בפלסטיק רגיל	2.3	5.0
פלדין 60 ל"ד'	3.0	6.0
כלורופיקרין 10 ק"ג/ד'	3.3	7.5
כלורופיקרין 20 ק"ג/ד'	2.3	5.0
כלורופיקרין 40 ק"ג/ד'	1.8	4.0
קונדור 20 ל"ד' + אדוכם סופר 40 ל"ד'	1.3	2.8
היקש לא מטופל	8.2	19.1

מהמוצג בטבלה 4 ניתן לראות שהנגיעות בהיקש הייתה גבוהה מיתר הטיפול אך ללא הבדלים סטטיסטיים בגלל השונות הגדולה בנגיעות.

טבלה 5- נגיעות בנמטודות במוצע לחלקה עם סיום הגידול בתאריך 9/8/2010

הטיפול	ממוצע לצמח בדרוג מ'0-5	סך צמחים נגועים ממדגם של 20 צמחים
פלדין 40 ל"ד'	0.08 ב	0.75 ב
פלדין 40 ל"ד' בפלסטיק רגיל	0.04 ב	0.5 ב
פלדין 60 ל"ד'	0 ב	0 ב
כלורופיקרין 10 ק"ג/ד'	0.1 ב	0.75 ב
כלורופיקרין 20 ק"ג/ד'	0.1 ב	1 ב
כלורופיקרין 40 ק"ג/ד'	0.00 ב	0.25 ב
קונדור 20 ל"ד' + אדוכם סופר 40 ל"ד'	0 ב	0 ב
היקש לא מטופל	2.3 א	13.6 א

מהמוצע בטבלה 5 ניתן לראות שכל הטיפולים הפחיתו באופן מובהק את הנגיעות בנמטודות עפצים בהשוואה להיקש הלא מטופל.

סיכום

- פוזריום- למרות שהניסוי נערך בחלקה שבגידול הקודם הייתה נגועה מאוד בפוזריום הנגיעות בגידול הנוכחי הייתה נמוכה מאוד והשונות הייתה גבוהה מאוד לכן לא התקבלה מובהקות בין הטיפולים וההיקש, בנגיעות בפוזריום הכתר של המלפפון.
- נמטודות עפצים- כל טיפולי החיטוי הפחיתו את הנגיעות בנמטודות באופן מובהק מההיקש.
- בדיקת קטילת פטריות הפוזריום (טבלה 1) מצביעה על שעור קטילה בדרגות שונות אך גם נמצאה אי אחידות טיפולי החיטוי בחלקות השונות. ממצא זה מחייב טיפול בעתיד.

הבעת תודה- למרדכי עזריה ממושב אחיטוב על הקצאת החלקה לניסוי ושיתוף הפעולה.

2.5 ניסוי שדה במושב ירחיב

בקיץ 2011 נערך ניסוי שדה במושב ירחיב ע"י צבי שכטר (חב' רימי), נטע מור (שה"מ) ובהשתתפות י' קטן. מטרת הניסוי הייתה בחינת יעילותם של חומרי חיטוי שונים בהדברת פתוגנים – מבחן אשר הוצנעו בחלקות השונות וכן הדברת פתוגנים בשדה אשר נשתלו בו חצילים. בשדה זה נצפתה בעבר נגיעות בעלאת שהיא פתוגן חשוב והדברתה יכולה לשמש אינדיקציה ליעילות החומרים. כמו כן, הייתה קיימת האפשרות של הופעת פתוגנים נוספים.

תוצאת בדיקת קטילת הפתוגנים הובאה בטבלה 2.5. ריכוזו בטבלה זו את תוצאת הקטילה של שני פתוגנים, בשני עומקים עבור כל חלקה בנפרד כדי ללמוד על אחידות הטיפולים. תוצאות הקטילה מראות:

- שני חומרי החיטוי פלדין וטריפיקרין היו יעילים בקטילת שני הפתוגנים (77% – 100% קטילה), למעט מקרה אחד (47% קטילה).
- כללית, בשני החומרים הללו, למעט מקרה אחד, תוצאות הקטילה היו דומות בחזרות השונות, מכאן שהיישום היה מיטבי ואחיד.
- בחומר מתיל ברומיד אשר שימש להשוואה, תוצאות הקטילה לא היו אחידות והיו בגבולות 0 – 100%. יש להניח שהדבר נובע מיישום לקוי ובלתי אחיד. יישום חיטוי קרקע, כהלכה, הנו חיוני לקבלת תוצאות הדברה טובות.

במהלך העונה הופיעה עלקת בהיקש וצפיפות אוכלוסייתה גדלה עם הזמן בחלקות ההיקש, אך היא הודברה היטב בחלקות החיטוי. יתר על כן, נתוני היבול הראו ירידה בולטת ביבול בחלקות ההיקש, בהשוואה לטיפולי החיטוי. בחלקה זו נפגעו מספר צמחים בקשיון רולפסי ובחלקות ההיקש בלבד. הניסוי הסתיים רק לאחרונה, נתוני הדברת העלקת והיבול יסוכמו וישלחו בנפרד.

טבלה 2.5: סיכום ניסוי קטילת שני פתוגנים – ירחיב⁽¹⁾

% קטילה, FORL ⁽³⁾		% קטילה, FORC ⁽²⁾		חלקה מספר	הטיפול	
30 ס"מ	10 ס"מ	30 ס"מ	10 ס"מ			
0	0	0	0	3	היקש	
0	0	0	0	11		
0	0	0	0	27		
0	0	0	0	29		
96	100	87	100	9		פלדין
לא נבדק	100	100	100	23	60 ל"ד'	
92	100	47	97	28		
100	100	97	100	32		
100	100	100	100	1	טריפיקרין	
100	100	100	100	4		
100	100	100	100	12		40 ק"ג/ד'
77	83	100	100	30		
68	97	64	96	5	מתיל ברומיד	
100	100	100	100	10		
לא נבדק	לא נבדק	לא נבדק	לא נבדק	21		
47	100	0	100	24		

* ניסוי שנעשה ע"י צ. שכטר מחברת רימי ונטע מור, שה"מ בשיתוף פעולה אתנו.
⁽¹⁾ חבלים עם אינוקולוס הוצנעו בשני עמקים: 10, 30 ס"מ. שיעור הקטילה חושב בהשוואה להיקש.
⁽²⁾ FORC – פוזריום הכתר של מלפפון – שיטת קטעים – 30 קטעים לחזרה.
⁽³⁾ FORL – פוזריום כתר עגבניה שיטת המיהול.

3. חקר אילוח חממות והסניטציה

במחקרים קודמים הראינו את חשיבות המידבק האווירני בהפצה והשרדות הפתוגן FORC, וכן הראינו את הפוטנציאל של חיטוי חלל (מבנה) בהדברת הפתוגן. במחקר הנוכחי חקרנו את נושא הסניטציה, את המידבק האווירני (ממקור של גבעולים מאולחים) ואמצעים להפחתת המידבק. נעשו הפעולות הבאות:

א. **חשיבות הסניטציה.** בסקר חממות שערכנו מצאנו שאכן, עם סיום העונה ישנם צמחי מלפפון חולים מכוסים בנבגים בחממות רבות. כמו כן, מצאנו שיירי צמחים נגועים בקרבת חממות רבות. כמו כן, הוכחנו את תפוצת המידבק בחלל החממה ע"י לכידת נבגים בשיטות שפיתחנו בעבר (3,1) נמצא שאכן, שאלת הסניטציה הנה חשובה אך המודעות לכך אינה גבוהה.

ב. **טיפול במידבק.** קיימות המלצות לטיפול במידבק פתוגנים בחממה ע"י ריסוס או מריחת סודיום הפוכלוריט. חומר זה הנו קורוסיבי ובעייתי מבחינה בריאותית. לפיכך, בחנו את האפשרות לשימוש בחומר חלופי. בחרנו בפונגיצייד מיראג' שהנו יעיל בהדברת פתוגן זה ומורשה לשימוש. בשלב ראשון, בחנו את הפוטנציאל של חומר זה ע"י טבילת גבעולי מלפפון נגועים וקביעת שיעור הקטילה.

התוצאות הובאו בטבלה 5.1 (ממוצע מ-7 ניסויים) ומהן עולה שהתכשיר יעיל בקטילת הפתוגן גם בריכוזים נמוכים ויעילותו תלויה במשך החשיפה.

טבלה 5.1. שיעור קטילת FORC⁽¹⁾ ע"י טבילה בסוספנסיה של הפונגיציד מיראג' (פרוכלורז, 45%).

ריכוז (%)	משך טבילה (שניות)	% קטילה ⁽²⁾
0.05	30	0
0.05	60	96
0.05	120	100
0.1	10	74
0.1	20	98
0.1	30	100
0.2	10	91
0.2	20	100
0.2	30	100

(1) קטע גבעול עם נבגים של הפטריה *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*.
(2) שיעור הקטילה נקבע ע"י השואה לביקורת. הבדיקה בוצעה על מצע סלקטיבי, ממוצע של 7 ניסויים.

בהמשך, ערכנו ריסוסי הדמיה בחומר זה במעבדה שלנו ובמתקן מיוחד במעבדתו של פרופ' א. גמליאל. נמצא שיעילות הריסוס תלויה בשיטת היישום ובאחידות הפיזור. נמצא שריסוס בריכוז של 1% ובחשיפה של 10-20 דקות מתקבלת קטילה של 70%-100.

ג. **בדיקת יעילות הטיפול בחממה מסחרית.** חוטי ניילון ויריעות הפוליאטילן בחממה מתאלחים במהלך הגידול ע"י נבגי הפתוגן אשר מופצים באויר, כפי שהוכח בבדיקות שערכנו. אלה משמשים מקור לזיהום הקרקע המחוטאת. לפיכך, בדקנו את יעילות ריסוס החממה במיראג' בריכוז של 0.25%. לאחר הריסוס נלקחו דוגמאות של חוטים, יריעות ניילון וגבעולים מאולחים והובאו למעבדה לקביעת שיעור הקטילה של הפתוגן אשר אלח אותן. מצאנו שהריסוס קטל לחלוטין את המדבק של (FORC) אשר על החוטים והיריעות והפחית ב- 50% את הנגיעות בגבעולים. יש להדגיש שהגבעולים מכילים כמויות רבות של נבגים. מכאן שיש לעקור ולהרחיק את הגבעולים לפני מתן הריסוס. מימצאים אלה אומתו בבדיקות הדמיה במעבדה. עבודה זו נעשתה במשותף עם נטע מור עם שה"מ.

ד. **בדיקת יעילות תכשירי (HP) hydroxene peroxide בקטילת FORC.** בעבודה שפורסמה (1a) נמצא שתרכבות HP הגן יעילות בהדברת פוזריום כאמצעי מניעה וסניטציה. לפיכך, בדקנו את יעילותם של שני תכשירי HP (סופקו לנו ע"י חב' פימי). קיים תכשיר HP מורשה לשימוש כמוססת צמיחה. התוצאות (טבלה 5.2) מראות שיעילות הקטילה תלויה בריכוז החומר ובמשך הטבילה. החומר K₁+K₂ הנו הרבה יותר יעיל מ-CG והוא מועמד פוטנציאלי לבחינה לשימוש בתנאי אמת.

טבלה 5.2. יעילות שני תכשירי hydrogen peroxide (סופק ע"י חב' פימה) בקטילת פוזריום בגבעולי מלפפון (ממוצע של 3 ניסויים).

קטילה ⁽³⁾ (%)	זמן טבילה (דקות)	ריכוז ⁽²⁾ (%)	התכשיר ⁽¹⁾
3	60	100	CG
50	120	100	CG
52	240	100	CG
100	360	100	CG
100	5	50	K^1+K^2
70	10	10	K^1+K^2
87	30	10	K^1+K^2
71	10	5	K^1+K^2
60	30	5	K^1+K^2
100	90	5	K^1+K^2

(1) התכשירים CG ו- K^1+K^2 מכילים 5%-10% חומר פעיל, בהתאמה.

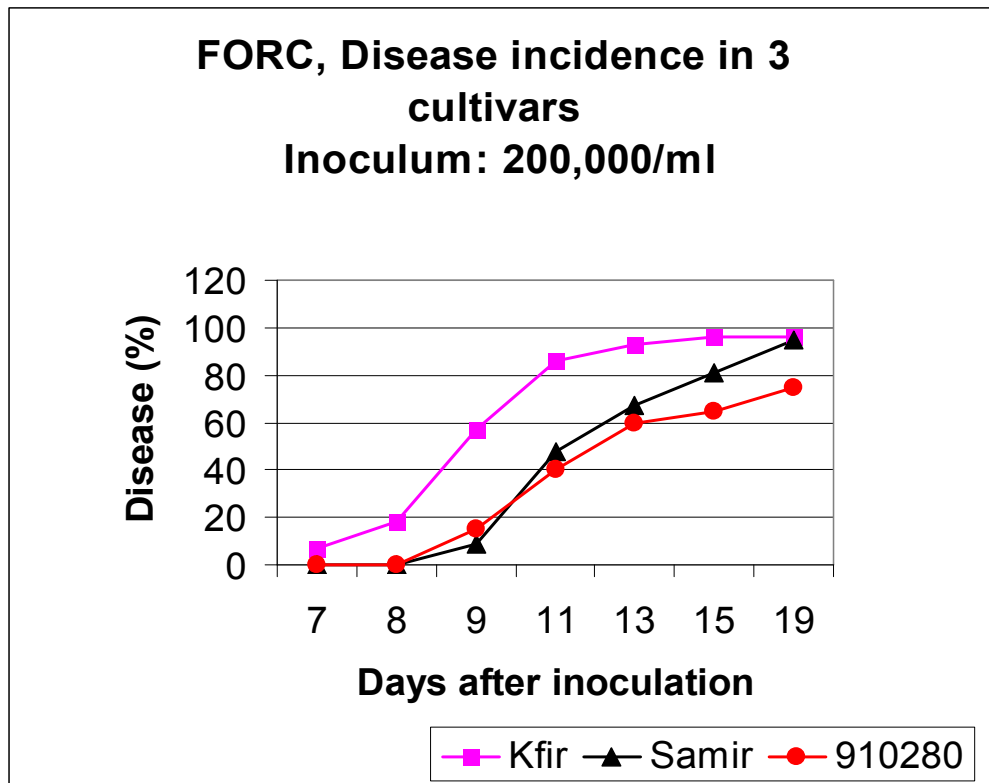
(2) 100% = תכשיר ללא מהול

(3) שיעור הקטילה חושב לפי השואה להקש לא מטופל

4. שיטות הדברה נוספות ושילובן

בפרקים 2 ו-3 תארנו שיטות שונות להפחתת המידבק והדברת הפתוגן. בנוסף לכל אלה, פעלנו ביחד עם מדריכי שה"מ ונציגי חברות מסחריות במטרה לבחון יעילות שיטות הדברה ומניעה נוספות, ובמקרים מסויימים גם באפשרות שילובן. להלן תמצית המימצאים. פירוט נוסף הובא בשני הפרסומים שצוינו בסוף הדו"ח (מור וחובריה, 2009; ועומרי וחובריו, 2009).

4.1 בחינת עמידות זנים - למרבה הצער, לא קיימים זנים עמידים ל-FORC. עם זאת, נוכחנו שיש הבדל ברגישות הזנים למחלה. מידע זה יאפשר להשתמש בזנים פחות רגישים בחממות שיש חשד שהן נגועות בצורה קשה. בעבודה שביצענו באמצעות הדבקה מבוקרת, מצאנו (איור 4.1) שהזן כפיר הנו רגיש ביותר ואילו הזן סמיר והקו 910280 (שניהם מחב' זרעים גדרה) היו פחות רגישים. מימצא זה אומת בתנאי שדה, והובא לידיעת המדריכים והחקלאים (גם בכנסים).



איור 4.1. תגובת שלושה זני מלפפון למחלת פוזריום הכתר בקרקע נגועה (אחיטוב 9-2008). הזרעים התקבלו מחב' זרים גדרה.

4.2 **הרכבות** – שיטה זו הנה שיטה יעילה ביותר בהפחתת המחלה אך עלותה מרובה. במקרים מסוימים ניתן לשלבה במחזור הגידולים, למשל, להשתמש בצמחים מורכבים אחת לשני או שלוש עונות. שיתפנו פעולה בנושא זה עם המדריכים יגאל מרון, נביל גנאהם וכן עם ד"ר מ' אדלשטיין מנוה יער. למשל, נמצא שארבע כנות הפחיתו את שעור המחלה בקרוב ל- 90%. יתר על כן, שילוב צמחים מורכבים במחזור הגידולים, הפחית את שיעור המחלה מ- 54% ל- 26% בזן הרגיש שנזרע לאחר מכן על גבי החלקה שבה גודל זן מורכב. (פירוט בפרסום עומרי וחובריו, 2009).

4.3 **תכשירים כימיים**. נערכו ניסויי הדברה, בשיתוף פעולה עם נטע מור, ואנשי חברת מכתשים לבחינת יעילותו של המכשיר מיראג' (פרוכלורז) בהדברת המחלה. נעשו מספר ניסויים, לבחינת ריכוזי התכשיר, שיטות היישום ומועד היישום. אכן, תכשיר זה ביישום ועיתוי הדברה נכונים הנו יעיל בהדברת המחלה. בטבלה 4.1 הבאנו תאור תוצאות מאחד הניסויים (פירוט נוסף בפרסום מור וחובריה, 2009).

טבלה 4.1 – השפעת טיפולים שונים בזן נונם – נגיעות מצטברת (באחוזים) של מחלת הפוזריום במלפפון (אחיטוב)*

ימים לאחר הזריעה				טיפול/ימים משתילה
99 יום	91 יום	83 יום	70 יום	
24.0 בג	9.3 ג	4.0 ב	1.3 בג	מיראז' 0.1
13.3 ג	6.7 ג	2.7 ב	0 ג	מיראז' 0.2
40.0 אבג	26.7 בג	9.3 ב	2.7 בג	מיראז' 0.05
61.3 א	44.0 אב	38.7 א	17.3 אב	מיראז' 0.4 לפני שתילה
33.3 אבג	20.0 בג	6.7 ב	0 ג	מיראז' לפני + אחרי 0.1
53.3 אב	35.6 אבג	13.3 ב	4.4 אבג	שתילה לתוך פרלייט
65.3 א	58.7 א	42.7 א	20.0 א	היקש לא מטופל

ערכים באותו טור המלווים באותיות שונות, נבדלים ביניהם באופן מובהק ברמת מובהקות 0.05. *מתוך מור וחובריה (2009).

בניסויים נוספים נמצא ששילוב הטיפול עם זן בעל רגישות פחותה משפר את יעילות הטיפול. למשל, טיפול במיראז' בזן הרגיש (הפחית את המחלה ל- 24% בעוד ששילוב של זן פחות רגיש (סאפי) ומיראז' באותו רכוז הפחית את המחלה ל- 2.7%. פירוט נוסף הובא בפרסום (מור וחובריה, 2009).

רשימת חומרי ההדברה ששמשו במחקר זה:

מתאם סודיום (אדיגן, אדוכם), כלורופיקרין, מיראג' (פרוכלורז), פלדין (DMDS, די-מתיל די-סולפיד), פורמלין, מתיל ברומיד, קונדור (דיכלורופרופן).

דיון

מחלות השורש במלפפונים החמירו בשנים האחרונות עקב צירוף (שלילי) של מספר התרחשויות: 1. הופעה פתאומית של מחלת פוזריום חדשה (FORC) בעלת כושר הפצה רב. 2. ביטל השימוש במתיל ברומיד שהיה יעיל במיוחד בהדברת פגעי שורש. 3. גידול מלפפונים ברציפות ללא מחזור זרעים, דבר שהביא להתעצמות מחלות שורש. 4. חוסר מודעות לשימוש בסניטציה שהיא חשובה במיוחד בפתוגן FORC אשר יוצר כמויות רבות של מידבק אוירני. 5. מחסור יחסי בנמטיצידיים טובים. כל אלה הביאו לפגיעות קשות בגידול מלפפונים, במיוחד באיזור אחיטוב אך גם באיזורים נוספים. זהו הרקע למחקרנו (שבו שותפים רבים).

במהלך מחקרנו ובמקביל לו, נבחנו וחלק הוכנסו לשימוש חקלאי, מספר אמצעי הדברה ומניעה: חומרים לחיטוי קרקע (תכשירי מתאם סודיום, כלירופיקרין (DMDS)), וכן הורחב השימוש בתכשיר ההדברה מיראג' ודומיו. בחלק קטן מהמקרים הוכנסה שיטת ההרכבה ונעשה מאמץ להשתמש בזנים פחות רגישים. אכן, מסתמנת תופעה של ירידה בשכיחות מחלת FORC ובמספר מקרים אף התקשינו לבצע נסיוני הדברה בחלקות שבהן הופיעה המחלה בעבר. אנו משערים שהדבר נובע מכך שחלה פחיתה ברמת המידבק כתוצאה מהפחתת שיעור המחלה ע"י שימוש באמצעי ההדברה השונים. עם זאת, למחלה זו (FORC) יש מקורות מדבק רבים (לא רק בקרקע) ולפיכך, הכרחי לשלב אמצעי הדברה שונים, ובמיוחד לטפל בשאלת הסניטציה. אף כי חל שיפור בנושא זה, חקלאים רבים לא הפנימו את החשיבות של נושא

זה ואת הסכנה הטמונה בגידול רצוף של מלפפונים באותה חלקה. הראינו במחקרים קודמים שחיטוי "חלל" (מבנה) הנו יעיל ביותר בסניטציה, אך לא הצלחנו להחדיר שיטה זו לשימוש נרחב. עשינו כל מאמץ כדי להביא את המידע הרלבנטי למדריכים, ובמיוחד לחקלאים, ע"י השתתפות בימי עיון ובימים פתוחים לחקלאים ומתן הרצאות בכנסים מדעיים.

החוקר (י' קטן) ימשיך במאמצים להחדרת תודעת הסניטציה ומחזורי גידולים רצוי גם בעתיד, מעבר לסיום המחקר. זאת, בשיתוף פעולה הדוק עם מדריכי שה"מ.

חשוב להרבות בשיטות הדברה, ובתחלופה שלהן כדי למנוע התבססות תופעות שליליות (כגון פירוק מואץ של מתאם סודיום) או הצטברות שיירי חומרים רעילים כתוצאה משימוש באותה שיטת הדברה. כיום, הפונגיצידיים העקריים הם מקבוצת פרוכלרוז (כגון מיראג'). אכן, נעשה מאמץ ע"י המדריכים למצא תכשירים יעילים מקבוצות כימיות אחרות.

במהלך המחקר נעשו ניסויי שדה רבים, על אף שהתקציב של המחקר היה קטן (50,000 ₪ לשנה). דבר זה הושג ע"י שיתוף פעולה הדוק עם המדריכים ועם אנשי חברות מסחריות. לניסויי שדה אשר נעשים בחלקות של חקלאים יתרון רב, אך הם נתונים לקשיים רבים: אי-אחידות של פיזור המחלה, חוסר הופעת מחלה, פגעים אקלימיים ועוד. אכן, מחלק ניסויי השדה לא התקבלו תוצאות והם לא דווחו כאן.

מחלת FORC מהווה סכנה למלונים ומחייבת שלא לשלב גידול מלונים ומלפפונים באותה חלקה. מידע זה הופץ בין המדריכים, החקלאים והחברות המסחריות.

לשיטת ההרכבה יתרונות רבים, והיא יעילה ביותר. יש לעשות כל מאמץ כדי להתגבר על הקשיים הכרוכים בשימוש בה, כגון עלות גבוהה ומציאת כנות בעלי התאם לזנים שונים. לפי שעה, אין זנים עמידים, אך יש להעדיף זנים פחות רגישים (איור 4.1), כאשר ניתן הדבר.

יש להמשיך ולעקוב אחרי השדות (חממות) המטופלים כדי לגלות מבעוד מועד הופעת פתוגן חדש או השפעות לוואי שליליות. ככל שיקדים הגילוי שלהם, יעמוד לרשותנו זמן ארוך יותר בכדי למצא פתרון הולם לבעיות הללו.

הבעת תודה – הננו מודים לחקלאים אשר בחלקות שלהם נעשו ניסויים ולחברות המסחריות שביצעו את ניסויי ההדברה ותרמו את החומרים.

רשימת פרסומים

מור, נ., מירון, י', שדה, ר., קטן, י'. 2009. בחינת שיטות אגרוטכניות וכימיות להפחתת נגיעות בפוזריום רקבון הכתר במלפפן בבתי צמיחה. שדה וירק (גליון 12) עמוד 13 – 15.

עומר, נ., גנאים, נ., יונס, ה', אבו-טועמה, מ., אדלשטיין, מ., קטן, י., 2009. מניעת פוזריום רקבון הגבעול והשורש במלפפון חממה במצע מנותק על ידי שימוש בצמחים מורכבים. שדה וירק (גליון 9), עמוד 53 – 55.

טבלה 2.1. יעילות⁽¹⁾ קטילת שתי פטריות פתוגניות⁽²⁾ ביישום מסחרי של מתאם סודיום בחלקות של חקלאים באחיטוב.

% קטילה		עומק ס"מ	חזרה	אתר מס'
FORC	FORL			
97	100	10	1	1
100	100	30		
85	100	10	1	2
40	100	30		
97	100	10	1	3
100	100	30		
65	80	10	1	4
30	60	30		
0	15	10	2	
10	20	30		
0	10	10	3	
0	10	30		
100	100	10	1	5
100	100	30		
100	99	10	2	
100	99	30		
97	98	10	3	
100	90	30		
100	100	10	1	6
90	97	30		
100	100	10	2	
86	92	30		
100	100	10	3	
82	100	30		
90	100	10	4	
75	60	30		
100	100	10	1	7
60	98	30		
10	20	10	2	
10	0	30		

- (1) חבלים אשר מכילים מידבק של כל אחת משתי הפטריות הנבדקות הוצנעו בקרקע בשני עומקים, לפני יישום החיטוי. לאחר היישום, החבלים הובאו למעבדה ושעור הקטילה נקבע.
- (2) FORL – פטריית פוזריום הכתר של עגבניות, FORC = פטריות פוזריום הכתר של מלפפון.

ביבליוגרפיה

- 1a. Elmer W.A. 2008. Preventing spread of Fusarium wilt of *Hiemalis begonias* in the greenhouse. Pl. Prot. 27: 1078-1083.
1. Gamliel A, Katan T, Yunis H, Katan J (1996) Fusarium wilt and crown rot of sweet basil: involvement of soilborne and airborne inoculum. Phytopathology 86: 56-62.
2. Katan T (1999) Current status of vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. Phytoparasitica 27: 51-64.
3. Katan T, Shlevin E, Katan J. (1997) Sporulation of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* on stem surfaces of tomato plants and aerial dissemination of inoculum. Phytopathology 87: 712-719.
4. Moreno A, Alferez A, Aviles M, Dranez F, Blanco R, Santos M, Tello JC (2001) First report of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. Plant Dis. 85: 1206.
5. Pavlou GC, Vakalounakis DJ, Ligoxigakis EK (2002) Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Dis 86: 379-382.
6. Punja ZK, Parker M (2000) Development of Fusarium root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumber in British Columbia, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*. Can. J. Plant Pathol. 22: 249-363.
7. Vakalounakis DJ (1996) Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* f.sp. nov. Plant Dis. 80: 313-316.

סיכום עם שאלות מנחות

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
 - בחינת חומרי חיטוי ודרכים לשיפור הישום.
 - שלוב חיטוי קרקע עם פעולות הדברה נוספות.
 - סניטציה והעברת ידע למדריכים ולחקלאים.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות.

מחלת הפוזריום הנה המחלה העקרית במלפפון, אך יש לשים לב למחלות פוטנציאליות כגון נמטודות ופתיום. קיימים חומרי חיטוי שונים. החיטוי יעיל בתנאי שדה אך ישנם מקרים חריגים. קיימים אמצעים לסניטציה יעילה וכן שיטות הדברה ומניעה נוספות.

3. מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרת המחקר לתקופת הדוח? המחלה ניתנת להדברה טובה אם ישולבו מספר אמצעי הדברה להתמודדות עם כל מקורות המידבק. כללית, ישנה ירידה בתדירות מחלת הפוזריום.

4. בעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרת המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?

בחינה של אמצעי הדברה נוספים עם דגש על סניטציה. תחלופה של אמצעי הדברה (ושילוב שלהם) הנם הכרחיים.

5. הפצת הידע שנוצר בתקופת הדוח: פרסומים בכתב.

המימצאים הובאו בכנסים מקצועיים בפרסום בחוברות גן שדה ומשק ובמסגרת ימים פתוחים עבור החקלאים. יש לעשות מאמצים מתמידים כדי להחדיר את תודעת הסניטציה בקרב החקלאים.

פרסום הדו"ח

* ללא הגבלה

* אינני מתכוון להגיש תוכנית המשך.