

התמוטטות חורפית של פלפל – אפיון הגורמים לתופעה

שמעון פיבוניה ורחל לויטה - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר
יוג'י אוקה - מח' לנמטודות, המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מרכז מחקר גילת
אביתר אתיאל וסווטלנה דוברינין - שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
כתובת המחבר: shimonp@arava.co.il

תקציר

תופעת ההתמוטטות החורפית בפלפל, נבילת צמחים בוגרים במהלך החודשים דצמבר עד פברואר, ידועה בערבה מזה שנים רבות. השימוש במתיל ברומיד לחיטוי קרקע הפך במהלך השנים את ממדי התופעה לזניחים. בשנים האחרונות הופיעה התמוטטות פלפל חורפית במימדים רחבים יחסית בעונות גידול 2004/5 ו-2006/7. התופעה נצפית בעיקר באזורים הקרים יחסית בערבה, בפארן, צופר ופחות בעין יהב. בשנים האחרונות נצפתה גם תופעה נוספת של נזק לצמחים, האטה בצימוח ואף איבוד טורגור עד כדי נבילה. עיקר הנזק לצמחים נצפה במהלך הסתיו, בנובמבר, ובאביב, בפברואר. הגורם שאובחן היה נמטודה מהמין *Pratylenchus penetrans*. במסגרת העבודה נבחן האם יש אינטראקציה בין הנזק מהנמטודה לנזק מהפטרייה ונבחנה היעילות של חומרים ביולוגיים שונים כנגד הפטרייה. בניסויים שנערכו בחדרי גידול מבוקרים בתחנת יאיר אולחו צמחי פלפל בשילובים של פיתיום ונמטודות שבודדו מצמחים נובלים ומהקרקע. הצמחים גודלו בטמפרטורות ממוצעות של 25, 20, 14 ו-8 מ"צ. בנוסף נבחנה היעילות של חומרים ביולוגיים למניעת תמותת הצמחים. הבחינה בוצעה על צמחי פלפל שגדל בעציצים בתנאי גידול מבוקרים. נבדק מועד היישום המתאים והמינון הדרוש. בטמפרטורות 25 ו-14 מ"צ לא נראה כל נזק לצמחים המאולחים בהשוואה לצמחי בקורת. לעומת זאת בטמפרטורה של 8.6 מ"צ נצפתה תמותת צמחים רבה שהחלה כשבועיים ממועד האילוח. בטמפרטורה של 10.5 מ"צ נצפתה תמותת צמחים חלקית שהחלה שבועות רבים ממועד האילוח. מין הפיתיום נשלח לזיהוי במעבדה בחו"ל ונמצא כמין *Pythium sp.* החדש למדע.

החומר רידומיל (Metalaxyl) נמצא יעיל למניעת תמותת הצמחים. כאשר היישום בוצע בטמפרטורה של 20 או 14 מ"צ נמנעה תמותת הצמחים מפיתיום לאחר שעברו לטמפרטורה של 8 מ"צ. אולם, כאשר היישום בוצע בטמפרטורה הנמוכה יעילות הטיפול הייתה פחותה. הטמפרטורות 20 ו-14 מ"צ מייצגות את טמפרטורת הקרקע הממוצעת בפארן בתחילת חודש נובמבר ובתחילת דצמבר, בהתאמה. לא נמצאה החמרה ברמת הנזק לצמחים שאולחו בשילוב של פיתיום עם נמטודות. ולא נמצא שינוי ברגישות הצמחים מבחינת הטמפרטורות. לא נמצאו עד עתה חומרים ביולוגיים שמנעו תמותת צמחים מפיתיום חורפי. נראה שהחומר קאנון (אשלגן זרחיתי, Potassium Phosphite) הביא להפחתה ברמת התמותה של הצמחים מפיתיום. לא נמצאה אינטראקציה בין נמטודות מהמין *Pratylenchus penetrans* ופיתיום חורפי בהקשר להחמרה אפשרית של הנזקים לצמחים.

התוצאות שהתקבלו מסבירות היטב את הקשר בין מופע המחלה, בית הגידול ותנאי הסביבה. בעשור האחרון נצפתה התמוטטות רבה יחסית בעונות גידול 1999/2000, 2004/5 ו-2006/7. ואכן, בשנים אלו הטמפרטורה בחודשים דצמבר וינואר הייתה נמוכה מהממוצע לאורך זמן. הסבת בתי רשת לחממות בשטחים שסבלו בעבר מהתמוטטות חורפית הביאה לפחיתה ניכרת ברמת ההתמוטטות. מדידות טמפרטורות קרקע שנערכו בעונה האחרונה בחממות ובתי רשת מסבירות את התופעה. באזורים אקלימיים זהים, טמפרטורת המינימום בקרקע בחממות גבוהה מזו שבבתי רשת. בעונת הגידול 2011/12 היו בערבה תנאים טובים להתפתחות התמוטטות חורפית בשדות. החקלאים ברובם ישמו רידומיל שאושר השנה לשימוש בפלפל והנזק שנצפה לצמחים בשדות המסחריים היה שולי.

מבוא

פלפל הוא גידול הירקות העיקרי בערבה התיכונה והצפונית. היקף שטחי הגידול הוא כ- 20,000 דונם של פלפל ליצוא בחממות, בתי רשת ומנהרות עבירות. לגידול הפלפל פוטנציאל שעדין לא מומש במלואו והיקפי היצור והיצוא לשווקים הקיימים ולשווקים חדשים עתידים לעלות. להמשך התפתחות הענף בערבה חשוב למצוא פתרונות לבעיות יסוד המהווים עדיין נעלם, מחלות קרקע.

התמוטטות פתאומית של צמח הפלפל הייתה בעיה קשה בערבה עד אמצע שנות השמונים. תופעה זו אינה מוכרת או מדווחת באזורי גידול פלפל אחרים בעולם. בשנים האחרונות נצפתה התמוטטות חורפית מלבד בערבה, גם באזורי גידול פלפל אחרים בארץ, בבקעה, ברמת נגב ובחוף כרמל. שימוש במתיל ברומיד לחיטוי קרקע הקטין מאד את רמת ההתמוטטות וממדי התופעה הפכו לזניחים. עם הפסקת השימוש במתיל ברומיד בשנים האחרונות, יש עליה במספר המקרים ובהיקף השטחים המתמוטטים. בעבר ניסו להגדיר את הגורמים להתמוטטות אולם עד העת האחרונה הם לא היו ידועים. הצמח רגיש לתופעה בייחוד בחודשים הקרים של השנה, במהלך דצמבר - ינואר. השטח הניזוק מהתמוטטות בערבה מתרכז בעיקר במושבים פארן וצופר ופחות בעין יהב. כלל השטח הניזוק מהתמוטטות פלפל מוערך בכמה עשרות דונמים בשנה, וברמת החקלאי הבודד הנזק יכול להיות קשה מאד. התמוטטות הצמח מביאה לפגיעה טוטאלית ביבול משלב ההתמוטטות והלאה, פחיתת יבול של 50% בערך. מציאת דרכים למניעת ההתמוטטות עשויה להביא להגדלת היבול בשטחים הסובלים מתופעה זו לרמה המקובלת.

בשנים האחרונות נצפתה גם תופעה של פחיתה בצימוח ואף נבילת צמחים במהלך החודשים נובמבר ופברואר. התופעה נמצאה במספר שדות באזורים שונים לכל רוחב הערבה ולא מוגבלת רק לחלק הדרומי. הגורם שהוגדר הוא

הנמטודה *Pratilenchus penetrans*.

מטרות המחקר

זיהוי הגורם או קומפלקס הגורמים להתמוטטות פלפל בערבה, חיפוש דרכים למניעה ו/או הפחתה של התמוטטות הצמחים באמצעים כימיים וביולוגיים, ובחינה האם יש אינטראקציה בין הנזק מהנמטודה לנזק מהפטרייה.

שיטות וחומרים

עקרי הניסויים שבוצעו ותוצאות שהתקבלו

איסוף קרקע נגועה ובידוד גורמים החשודים כפתוגניים

לקראת סוף עונת 2006/7 נאספה קרקע עליה גדלו צמחים שהתמוטטו משני בתי רשת מכל אחד מהמושבים פארן, צופר ועין יהב. הקרקע אוחסנה בטמפרטורת החדר בדליים ושימשה ללימוד הגורמים להתפתחות המחלה. צמחי פלפל גודלו בעציצים בחדרי גידול מבוקרים בטמפרטורות שונות, בין 8 ל- 25 מ"צ ולאחר זמן מה בוצעו בידודי שורשים מהצמחים ללימוד אוכלוסיית הפטריות הפתוגניות. נמצאו מספר פטריות החשודות כפתוגניות אולם רק הפיתיום היה הגורם שבודד משורשים שגדלו בכל הקרקעות שנבדקו.

מבחן הדבקה

שתילי פלפל נשתלו בעציצים בנפח 350 סמ"ק שהכילו תערובת של 90% ורמיקוליט ו-10% קרקע. הקרקע הייתה משני סוגים, קרקע מעוקרת ואו קרקע שנלקחה מחלקה עם התמוטטות חורפית. הצמחים אולחו עם זואוספורות של פיתיום והועברו לגידול בטמפרטורות השונות כפי שיתואר. טיפולי ההדבקה שנבחנו כללו: ביקורת לא מאולחת, אילוח מלאכותי עם פיתיום לצמח שגדל על קרקע מעוקרת וגידול בקרקע נגועה באופן טבעי. גידול הצמחים היה בארבעה משטרי טמפרטורה: 8, 11, 14 ו- 20 מ"צ עם 12 שעות תאורה ביממה. מחצית מהשתילים (10 עציצים לכל טיפול) הועברה מייד לאחר האילוח לטמפרטורות השונות. המחצית השנייה גודלה למשך שלושה שבועות ב- 23 מ"צ ולאחר מכן פוצלה לטמפרטורות השונות. הניסוי בוצע פעמיים.

צמחי פלפל מאולחים באופן מלאכותי שגודלו בטמפרטורה ממוצעת של 8.6 מ"צ החלו לנבול כשבועיים לאחר האילוח. לאחר כעשרים ימים גם צמחים שגדלו על קרקע נגועה פיתחו את סימני המחלה (טבלאות 1, 2). סימני המחלה בשתילים היו בשלב ראשון התייבשות פסיגים, ובהמשך השחרות ונקרוזות בגבעול ואיבוד טורגור בעלים מלמטה כלפי מעלה עד לתמותה מלאה של הצמחים (תמונות 1, 2). בטמפרטורה של 10.5 מ"צ הייתה תמותת צמחים מועטה שהופיעה בעיקר בטיפול האילוח המלאכותי ורק בצמחים שהועברו לטמפרטורה זו לאחר שלושה שבועות שהייה ב- 23 מ"צ. בטמפרטורות גבוהות יותר, 14 ו- 20 מ"צ מופע הצמחים המאולחים היה דומה לזה של צמחי הביקורת. שורשי הפלפל נראו פגועים מאד בטמפרטורה של 8.6 מ"צ ופחות מזה בטמפרטורה של 10.5 מ"צ. בטמפרטורות האחרות שורשי הצמחים נראו חיוניים וללא סימני פגיעה של פיתיום (תמונה 3). הפיתיום בודד חזרה מצמחים שגודלו בכל משטרי הטמפרטורה.

טבלה 1 : שכיחות המחלה (%) של צמחי פלפל שאולחו בפיתיום וגודלו בחדר גידול עם טמפרטורה ממוצעת של 8.6 מ"צ ו- 12 שעות אור ביממה.

זמן לאחר העברה (ימים)						טיפול
50	37	30	19	14	10	
0	0	0	0	0	0	ביקורת
100	80	80	0	0	0	קרקע נגועה טבעי מעין יהב
		100	40	0	0	קרקע נגועה טבעי מפארן
			100	30	0	אילוח מלאכותי בפיתיום

טבלה 2 : רמת המחלה (%) של צמחי פלפל שגדלו במשך שלושה שבועות בטמפרטורה ממוצעת של 20 מ"צ ולאחר מכן הועברו לחדר גידול עם טמפרטורה ממוצעת של 8.6 מ"צ.

זמן לאחר העברה (ימים)					טיפול
48	36	30	17	10	
0	0	0	0	0	ביקורת
80	80	80	0	0	קרקע נגועה טבעי מעין יהב
80	80	60	20	0	קרקע נגועה טבעי מפארן
		100	40	0	אילוח מלאכותי בפיתיום



תמונה 1 : צמחי פלפל מודבקים בפיתיום עם סימני נבילה כפי שצולמו בחדר גידול עם טמפרטורה ממוצעת של 8.6 מ"צ, 13 יום לאחר ההדבקה.



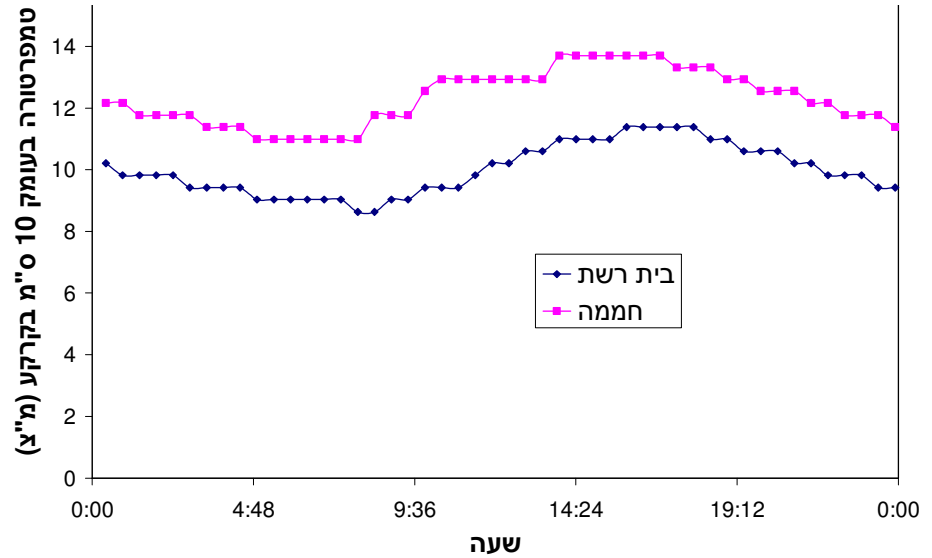
תמונה 2 : צמחי פלפל מטיפול הביקורת בחדר גידול עם טמפרטורה ממוצעת של 8.6 מ"צ, 13 יום לאחר השתילה.



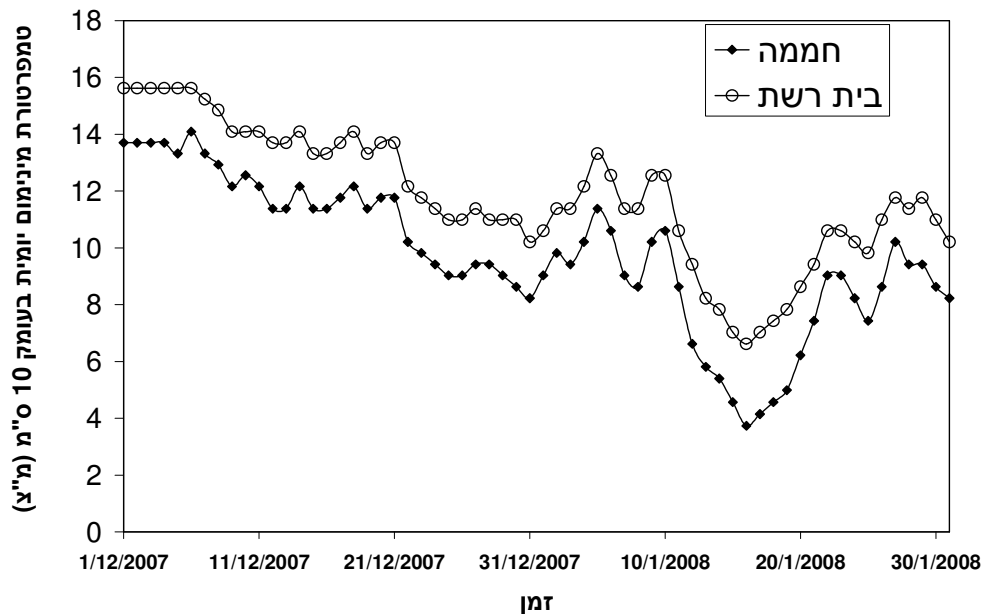
תמונה 3 : שורשי פלפל מצמחים מאולחים בפיתיום שגדלו בארבעה משטרי טמפרטורה ממוצעת : 8.6, 10.5, 14 ו- 20 מ"צ.

מידת טמפרטורת הקרקע בחממות ובתי רשת

בישובים פארן, צופר ועין יהב נבחרו צמדים של מבני חממה ובית רשת סמוכים להשוואת טמפרטורת הקרקע. טמפרטורת הקרקע נבדקה בעומקים 5, 10, 20 ו-30 ס"מ. נמצא שטמפרטורת המינימום בקרקע החממה הייתה גבוהה ב 1-2 מ"צ לעומת בתי הרשת. באיור 1 ניתן לראות מהלך יומי של טמפרטורת הקרקע בחממה ובית רשת בפארן ביום חורפי מייצג (30/12/07) ובאיור 2 השוואה בין טמפרטורת המינימום בחממה ובית הרשת בפארן במהלך דצמבר וינואר.



איור 1: מהלך יומי של הטמפרטורה בעומק 10 ס"מ בקרקע בבית רשת וחממה סמוכים בפארן בתאריך 30/12/07.



איור 2: טמפרטורת המינימום היומית בעומק 10 ס"מ בקרקע, בחממה ובית רשת סמוכים בפארן בין תחילת דצמבר 2007 לסוף ינואר 2008.

בחינת הטמפרטורות בפארן בעשור האחרון והקשר למופע התמוטטות חורפית בפלפל

בעשור האחרון הופיעה התמוטטות חורפית בפלפל ברמות גבוהות יחסית בעונות הגידול 1999/2000, 2004/5 ו-2006/7. בטבלה 3 ניתן לראות שבשנים אלו הטמפרטורה בחודשים דצמבר וינואר הייתה נמוכה מהמוצע הרב שנתי. בשנים אלו הטמפרטורה הייתה נמוכה עקב ימים רבים עם טמפרטורות מתחת לממוצע ולא בגלל פרק זמן קצר עם טמפרטורות נמוכות באופן קיצוני, כפי שקרה במהלך ינואר 2008.

טבלה 3 : טמפרטורת מינימום ממוצעת חודשית במהלך החורפים 1997-2008 כפי שנמדדה בתחנה המטאורולוגית בפארן בגובה שני מטר

חודש/שנה	1997-8	1998-9	1999-0	2000-1	2001-2	2002-3	2003-4	2004-5	2005-6	2006-7	2007-8	ממוצע
נובמבר	12.6	12.9	11.4	10.4	10.8	12.3	11.3	12.2	9.7	10.1	11.7	11.4
דצמבר	8.2	7.9	6.3	8.2	8.0	8.9	7.5	5.1	7.9	5.1	6.8	7.3
ינואר	6.8	6.6	6.4	6.1	5.2	7.5	7.4	5.7	5.6	5.7	4.2	6.1
פברואר	8.0	7.8	6.1	6.4	7.1	7.9	7.6	7.0	9.1	8.6	6.1	7.4
מרץ	9.5	10.4	8.3	12.2	11.2	9.2	11.1	10.2	10.2	9.7	12.3	10.4

בחינת דרכים להדברת המחלה

צמחי פלפל גודלו בעציצים של 400 סמ"ק המכילים 90% פרלייט ו-10% חול. כל הצמחים (פרט ל-20 צמחים ששימשו לביקורת) הודבקו במין הפיתיוס הגורם להתמוטטות חורפית וגודלו במשטר הטמפרטורות הבא: שלושה שבועות בטמפרטורה של 20 מ"צ, לאחר מכן שבועיים בטמפרטורה של 14 מ"צ ולאחר מכן בטמפרטורה של כ-8 מ"צ. נבחנו יעילות ההדברה של שני חומרים, עמיסטאר ורידומיל גולד נוזלי. הניסוי בוצע פעמיים. מועדי היישום שנבחנו היו: 1. בטמפרטורה של 20 מ"צ, כעשרה ימים לאחר ההדבקה בפיתיוס; 2. בטמפרטורה של 14 מ"צ, כעשרה ימים לאחר המעבר לטמפרטורה זו; 3. בטמפרטורה של 8 מ"צ, כשלושה ימים לאחר המעבר לטמפרטורה זו בניסוי ראשון וכשבוע לאחר המעבר בניסוי שני.

בניסוי הראשון החומרים שנבחנו והמינונים היו: עמיסטאר במינונים של 0.05 ו-0.01 סמ"ק לצמח. רידומיל במינונים של 0.025 ו-0.005 סמ"ק לצמח. בניסוי השני החומרים והמינונים שנבחנו היו: עמיסטאר במינון של 0.05 סמ"ק לצמח, רידומיל במינונים של 0.005 ו-0.0025 סמ"ק לצמח. כל עציץ קיבל מנה של 50 סמ"ק מים עם הכמות המצוינת של החומרים הנ"ל. כל טיפול של מועד ישום ומינון החומר כלל עשרה עציצים. סימני נבילת צמחים ראשוניים בצמחי הביקורת החלו בניסוי הראשון לאחר 11 יום מהמעבר לטמפרטורה הנמוכה ובניסוי השני, עשרה ימים לאחר המעבר לטמפרטורה הנמוכה. צמחי פלפל שהוגמנו עם רידומיל בטמפרטורה 20 או 14 מ"צ לא הראו סימני נבילה בכל הריכוזים שנבחנו (טבלה 4). רידומיל שניתן לאחר המעבר לטמפרטורה נמוכה הגורמת לנבילה, היה יעיל למניעת הנבילה רק בניסוי הראשון. עמיסטאר לא היה יעיל מספיק למניעת נבילת הצמחים (טבלה 4). הריכוז הגבוה של רידומיל בניסוי הראשון גרם לצריבות בעלווה.

טבלה 4: ניסוי ראשון, תוצאות סך צמחי הפלפל המראים סמני נבילה מפיתיום, 37 ימים לאחר המעבר לטמפרטורה של 8 מ"צ.

מינון החומר (סמ"ק לצמח)	טמפי' (מ"צ) במועד היישום	שכיחות צמחים עם סימני נבילה (%)
ביקורת לא מאולחת		0
ביקורת מאולחת		88
עמיסטאר	20	10
עמיסטאר	20	80
עמיסטאר	14	40
עמיסטאר	14	100
עמיסטאר	8	50
עמיסטאר	8	90
רידומיל	20	10
רידומיל	20	0
רידומיל	14	0
רידומיל	14	0
רידומיל	8	10
רידומיל	8	0

בשל העובדה שמספר רשתות באירופה אינן מאשרות לחקלאים את השימוש ברידומיל ובכדי שתהיה אלטרנטיבה לחומר זה בחנו גם חומרים נוספים שאינם סיסטמיים. בניסוי שנערך לאחרונה בחנו בעציצים את החומר fenamidone שהצטיין במבחן עציצים כנגד פיתיום קיצי *Pythium aphanidermatum*. אולם נמצא שהחומר לא מנע את הפגיעה בצמחים מפיתיום חורפי. תוצאות ההדברה בשלושה ריכוזי חומר לא נבדלו מהביקורת. לעומת זאת, תוצאות היישום ברידומיל היו כרגיל, טובות.

בחינת יעילות חומרים ביולוגיים כנגד פיתיום חורפי בפלפל

נבחנה היעילות של מספר חומרים ביולוגיים מסחריים שאמורים למנוע נזקי פיתיום בצמחים. החומרים הביולוגיים שנבחנו כללו תכשירים המכילים תערובות שונות של מיקרואורגניזמים מועילים; בקטריות חומצה לקטית, בקטריות פוטוסינטטיות, שמרים ועוד: התכשיר EM (effective microorganisms) מיפן, התכשירים Quantum revive ו-Quantum light מארצות הברית, והתכשיר vita biosa מדנמרק. כמו כן נבחן החומר קאנון (לוקסמבורג, Potassium Phosphite). יעילות החומרים השוותה לביקורת מודבקת ללא טיפול, לביקורת לא מודבקת ולביקורת מודבקת שטופלה ברידומיל נוזלי בשני מינונים.

מהלך הניסוי: שתילי פלפל בגיל המתאים לשתילה בשדה נשתלו בעציצים בגודל 350 סמ"ק. לאחר השתילה הצמחים גודלו במשטר טמפרטורות של 20 מ"צ לשבועיים, 14 מ"צ לשבועיים ולאחר מכן העברה ל-8 מ"צ. יום לאחר שתילה בוצע טיפול ראשון עם החומרים הביולוגיים ועם הקאנון. שבוע לאחר שתילה בוצע האילוח בפיתיום. לאחר העברת הצמחים ל-14 מ"צ בוצע טיפול שני עם החומרים הביולוגיים ועם הקאנון וכן בוצע טיפול הרידומיל.

ריכוזי החומרים הנבדקים ואופן היישום בכל טיפול :

EM - הוכנה תמיסה עם 1% של התכשיר וניתנו 30 סמ"ק מהתמיסה לעציץ (צמח).

Quantum revive - הוכנה תמיסה עם 1% של התכשיר וניתנו 30 סמ"ק מהתמיסה לעציץ.

שילוב של Quantum revive ו- Quantum light – הוכנה תמיסת 1% revive ו- 0.5% light וניתנו לעציץ 30 סמ"ק.

vita biosa - הוכנה תמיסה עם 1% של התכשיר וניתנו 30 סמ"ק מהתמיסה לעציץ (צמח).

קאנון – הוכנה תמיסת 0.2% וניתנו 30 סמ"ק לעציץ, בנוסף הצמחים רוססו עם התמיסה.

רידומיל ריכוז גבוה – הוכנה תמיסה של 20 מיקרוליטר רידומיל נוזלי לליטר וניתנו 30 סמ"ק לצמח.

רידומיל ריכוז נמוך – ניתנה עשירית המינון של טיפול רידומיל גבוה.

כל טיפול נבחן בעשרה עציצים.

בתום ארבע שבועות מהעברת הצמחים ל- 8 מ"צ, נצפתה נבילת צמחים גבוהה ברמה של 80-100% בטיפול הביקורת

המאולחת ובכל הטיפולים הביולוגיים שנבחנו. בטיפול הקאנון נראו סמני נבילה קלים ב-40% מהצמחים וסמני

נבילה חזקים ב-10%, אולם נראה שהטיפול גרם לפגיעה בקצב הצימוח של הפלפל. בטיפולי הביקורת הלא מאולחת

ובטיפולי הרידומיל לא נראו סימני נבילה בצמחים.

בחירת האינטראקציה בין פיתיוס חורפי ונמטודות חופשיות בהקשר להתמוטטות פלפל

שתילי פלפל אולחו באחד מהגורמים הבאים :

1. ללא אילוח – ביקורת.

2. פיתיוס חורפי.

3. נמטודות פרטילנכוס פנטרנס.

4. שילוב של פיתיוס ונמטודות.

הצמחים נשמרו לאחר ההדבקה בתנאים מבוקרים במשטרי הטמפרטורה הבאים :

1. 25 מ"צ.

2. 20 מ"צ.

3. 14 מ"צ.

4. 8 מ"צ.

5. צמחים שגודלו שבועיים ב- 20 מ"צ לאחר מכן עברו לשבועיים בטמפרטורה 14 מ"צ ולאחר מכן הועברו ל- 8 מ"צ.

הניסוי בוצע פעמיים. בכל ניסוי ובכל שילוב של טיפול אילוח וטמפרטורה היו 10 עציצים (חזרות). בכל ניסוי

נבחנה רמת התמותה של הצמחים, נבחנה רמת האילוח של הנמטודות בקרקע ונבחן המשקל היבש של הצמחים.

מקור האילוח של פיתיוס היה עם תערובת תבדידי פיתיוס שבודדו מצמחים מצופר ועין יחב. מקור האילוח

בנמטודות בניסוי הראשון עם קרקע שבה בוצע גידול מעבדתי של הנמטודה. בניסוי השני, מקור האילוח בנמטודות

היה עם קרקע נגועה משדה פלפל בחצבה.

בניסויים נמצא שהאילוח בפיתיוס הפחית מעט את רמת אוכלוסיית הנמטודות בשורשים ובקרקע. כמו כן לא

הייתה שונות גדולה ברמת הנמטודות בשורשים ובקרקע כתלות בטמפרטורת הגידול של הצמחים. מבחינת תמותת

צמחים, לא נצפה הבדל ברמה ובקצב התמותה של צמחים מאולחים בפיתיוס בהשוואה לצמחים מאולחים בשילוב

של פיתיוס עם נמטודות. כמו בפעמים קודמות, הצמחים מתו רק בטמפרטורה הנמוכה.

בשל העובדה שרמת האילוח בנמטודות בניסוי הראשון הייתה נמוכה מאד. מוצגות רק תוצאות הניסוי השני עם אילוח בנמטודות מקרקע חקלאית נגועה. בטבלה 5 מוצגת כמות הנמטודות שנספרה בשורשים ובקרקע ובטבלה 6 המשקל הטרי של הצמחים לפי הטיפול. כמות הנמטודות שנספרה הייתה בדרך כלל גבוהה יותר בטיפולים שאולחו בנמטודות בלבד, בהשוואה לאילוח המשולב. מבחינת צבירת משקל בנוף, רק בטמפרטורה 14 מ"צ נראה שיש הבדל במשקל הצמחים המאולחים בנמטודות ואו בשילוב של פיתיום עם נמטודות בהשוואה לביקורת הלא מאולחת.

סימני נבילה בצמחים בטמפרטורה של 8 מ"צ החלו כשבועיים לאחר העברה לטמפרטורה זו ולאחר 30 ימים מהעברה הגיעה רמת הנבילה ל- 100% בטיפול הדבקה בפיתיום ו- 80% בטיפול הדבקה משולב. בצמחים שגודלו בטמפרטורה משתנה של 20 מ"צ למשך שבועיים לאחר מכן 14 למשך שבועיים ולאחר מכן הועברו ל- 8 מ"צ, סימני נבילה החלו, בדומה לצמחים שהועברו ל- 8 מ"צ מיד לאחר ההדבקה, כשבועיים לאחר המעבר לשמונה מ"צ ורמת התמותה הגיעה ל- 100% לאחר 35 יום מההעברה, גם בטיפול האילוח בפיתיום בלבד וגם באילוח המשולב.

טבלה 5 : מספר הנמטודות (ממוצע של עשרה צמחים) מהמין פרטילנכוס פנטרנס שנספרו מ- 60 גרם קרקע + שורשים של צמחי פלפל שגדלו בטמפי המצוינות בטבלה ואולחו בתחילת הגידול בנמטודות ואו בשילוב של נמטודות + פיתיום. ספירת הנמטודות בוצעה לאחר כחודשיים מאילוח הצמחים.

טמפרטורה/אילוח	נמטודות	פיתיום+נמטודות
25	41.4±31.5	21.5±12.2
20	4.1±2.7	15.6±11.1
14	37.7±14.0	23.6±14.2
8	48.5±32.2	23.3±9.4
20-14-8	10.8±7.9	4.5±3.3

טבלה 6 : משקל טרי של עשרה צמחי פלפל (בגרם) כתלות בטיפול האילוח וטמפרטורת הגידול

טמפרטורה/אילוח	ביקורת	פיתיום	נמטודות	פיתיום+נמטודות
25	183	197	185	175
20	227	202	191	224
14	44	27	20	22

בחינת הטמפרטורות נוכחית בעונת 2011/12 והקשר למופע התמוטטות חורפית בפלפל

בתחילת חורף 2011/12 הטמפרטורות בערבה היו נמוכות במיוחד (טבלה 7) עם טמפרטורות נמוכות ב 3-4 מ"צ מממוצע המינימום הרב שנתי. החל מהעשרת השלישית של חודש נובמבר היו תנאים המתאימים להתפתחות התמוטטות חורפית. ואכן כבר מאמצע דצמבר הופיעה ההתמוטטות בשדות במקומות המועדים. הרידומיל קיבל בתחילת השנה שעברה רישוי לשימוש בפלפל כנגד פיתיום ורוב החקלאים עם שדות בסיכון להתמוטטות חורפית יישמו את התכשיר בשדותיהם. נראה שכתוצאה מכך רמת התמותה שנצפתה בשדות הייתה בסופו של דבר שולית ביותר. בשדות פלפל לגידול אורגני בשטח המועד להתמוטטות חורפית, בהם כמובן לא ישמו את הרידומיל, רמת תמותת הצמחים מהתמוטטות חורפית בסוף דצמבר 2011 הייתה בסביבות 25%.

טבלה 7 : טמפרטורת מינימום אוויר ממוצעת לעשרת בפארן בעונת 2011/12 לעומת טמפרטורת מינימום ממוצעת רב שנתית. עונת 2011/12 הייתה קרה במיוחד ועם טמפרטורות המתאימות להתפתחות התמוטטות חורפית בשלב מוקדם יחסית.

עשרת	טמפרטורת מינימום ממוצעת לעונת 2011/12	טמפרטורת מינימום, ממוצע רב שנתי לשנים 1997-2012
עשרת ראשונה - נובמבר 2011	10.8	13.4
עשרת שנייה – נובמבר 2011	10.2	11.3
עשרת שלישית – נובמבר 2011	5.8	9.5
עשרת ראשונה – דצמבר 2011	4.5	8.2
עשרת שנייה – דצמבר 2011	5.5	7.6
עשרת שלישית – דצמבר 2011	7.1	6.3
עשרת ראשונה – ינואר 2012	6.4	6.5
עשרת שנייה – ינואר 2012	5.1	5.8
עשרת שלישית – ינואר 2012	7.2	6.7

דיון

תוצאות הניסוי שבוצע בשתילים בחדרי גידול מוכיחות שמין פיתיוס הוא הגורם להתמוטטות חורפית בפלפל. הפיתיוס נשלח להגדרה במעבדה מתמחה בהולנד ונמצא כמין שלא היה ידוע למדע, עד עתה. הקשר בין הופעת המחלה וטמפרטורות נמוכות במיוחד מסביר את מופע המחלה בעיצומו של החורף ובעיקר באזורים היותר קרים בערבה. על פי נתונים היסטוריים נראה שרמת המחלה גבוהה יותר בשנים בהן הטמפרטורות נמוכות מהממוצע במהלך החודשים דצמבר וינואר. הפחיתה ברמת המחלה בשטחים שהוסבו מבית רשת לחממה קשורה כנראה לעלייה בטמפרטורות המינימום בקרקע החממה.

רידומיל עשוי למנוע ו/או להפחית את מימדי תמותת הצמחים בשדות. נראה שהעיתוי המתאים ליישום הוא לפני הופעת הסימנים הראשונים על הצמחים. תחילת חודש דצמבר, עת הטמפרטורה הממוצעת בקרקע באזור פארן היא בסביבות 14 מ"צ, נראה כמועד שעשוי להיות מתאים לטיפול כזה. היות והמחלה מופיעה רק בשנים בהן הטמפרטורה בחורף נמוכה במיוחד לאורך זמן והיות ואין באפשרותנו לחזות זאת, יהיו שנים בהם יינתנו טיפולים שלא לצורך. בהסתמך על תוצאות הניסויים שערכנו על פיתיוס חורפי ופיתיוס קיצי בפלפל, החומר רידומיל נוזלי קיבל רישוי כנגד פיתיוס בפלפל. עונת 2011/12 הייתה עם חורף קר יחסית ועם תנאים המתאימים להתמוטטות חורפית. על פי אינדיקציות מהתמוטטות חורפית שהתרחשה השנה בהיקף גדול יחסית בשדות אורגניים באזור מועד למחלה, נראה שהיישום רחב ההיקף ברידומיל שבוצע ע"י החקלאים בערבה באזורים המועדים להתמוטטות, לפני ועם הופעת סימנים ראשונים של התמוטטות צמחים בשדות, תרם למניעת רב נזקי ההתמוטטות החורפית ולהפיכתה לגורם נזק שולי בלבד. בעונה זו הופיעה ההתמוטטות החורפית גם באזורים אחרים בארץ. בבדיקות שביצענו נמצא שהגורם הוא אותו מין פיתיוס הגורם למחלה בערבה, והחקלאים נעזרו בהצלחה בטיפול עם הפונגיצידי למזעור הנזקים. מבין החומרים הביולוגיים שנבחנו עד עתה לא נמצא עדיין חומר שהפחית נזקי התמוטטות חורפית בפלפל. נראה שלחומר קנון יש פוטנציאל להפחית נזקי התמוטטות חורפית בפלפל ונושא זה דורש לימוד נוסף. לא נמצאה אינטראקציה בין נמטודות מהמין *Pratylenchus penetrans* ופיתיוס חורפי בהקשר להחמרה אפשרית של הנזקים לצמחים.

הבעת תודה

תודה לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות על מימון תוכנית מספר 603-0257-12

Characterization of the causal agents of the winter collapse of peppers in the Arava
Shimon Pivonia and Rachel Levita - Plant protection, Central and North Arava R&D, Sapir 86825.
E-mail: shimonp@arava.co.il
Oka Yuji - Dept. of Nematology, Gilat Research Center, ARO
Etiel Eviatar and Dobrinin Svetlana - Extension Service, Ministry of Agriculture and Rural
Development
Keywords: Pythium sp.