

מחלת הקימחוניית בפלפל

חוקרים שותפים:

יואל מסיקה - שה"מ, לשה"ד נגב, משרד החקלאות.
ד"ר אלעד יהודה ניצני דליה רב דוד - המחלקה לפתולוגיה של צמחים, מינהל המחקר החקלאי.
פרו'פ שטיינברג מיכל ברנד - המחלקה למחלות צמחים הפקולטה לחקלאות, רחובות.
מירי טרגרמן, חנה יחזקאל, דוד שמואל, יפת אהרון - מו"פ דרום.
אלק סלפוי, אהוד דיין, לבנה קורדובה, פרו'פ מרסל פוקס - קרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי.

הקדמה:

מחלת הקימחוניית בפלפל הנגרמת ע"י הפטרייה *Leveillula taurica* נחשבת לאחת מהמחלות הקשות התוקפות את גידול הפלפל במשך כל עונות השנה. הפטרייה חודרת מבעד לפיוניות אל תוך רקמת הצמח (תאי המזופיל). על פני צדו העליון של עלה הפלפל נראים כתמים כלורוטיים צהבהבים, ההופכים להיות חומים בחלקם, ובצדו התחתון של העלה נראים כתמים לבנים צמריריים המכילים את נושאי נבגים והנבגים של הפטרייה. לעיתים הפטרייה מנביגה גם בצדו העליון של העלה. מושבה מזדקנת של הפטרייה מאפירה. במקרה של התקפה מתקדמת יתכסה כל העלה בקימחוניית לבנה. בהתקפה חמורה גורמת המחלה לנשירת עלים ופרחים של הפלפל. מקור הנבגים עשוי להיות בגידול עצמו או בחלקות שכנות ואף מחלקות של גידולים אחרים ומצמחים שונים שאינם גידולים חקלאיים (עשבי בר וגידולי נוי שונים). נביטת הנבגים עשויה להתרחש תוך שעתים עד לשעות ספורות ומייד לאחר מכן מתרחשת חדירת נחשון הנביטה דרך הפיוניות. המחלה גורמת לנזקים חמורים לגידול אשר עשויים להגיע לכדי נשירת עלים מוחלטת ואבדן יכול הפלפל. הנזק לפרי נגרם כתוצאה מאובדן כושר הטמעה של העלים הנגועים במחלה ונשירת עלים ופרחים המפחיתים את מספר הפירות וחושפים את הפירות שעל הצמח לקרינה ישירה הגורמת למכות שמש.

צמחים הופכים רגישים יותר למחלה עם התבגרותם. סימפטומים נראים בד"כ על צמחי פלפל לאחר הופעת הפרחים. מידת הרגישות לקמחוניית משתנה בין הזנים ותנאי הגידול. במחקר שנערך בשנים האחרונות בתנאי מעבדה ובניסויי שדה ועסק בלימוד אספקטים שונים של מחלת הקימחוניית בחממות, נמצא שלטמפרטורת במהלך הגידול השפעה רבה על קצב התפתחות המחלה ועל חומרתה. בעונות המחקר הקודמות נבדקה השפעת טמפרטורת היום והלילה על התפתחות מחלת הקימחוניית. נמצא שחימום לטמפרטורת לילה מינימלית של מעל 18 מ"צ הביא לפחיתה בחומרת המחלה בהשוואה לחימום המקובל כיום בקרב המגדלים (16 מ"צ). בנוסף נמצא כי העלאת הטמפרטורה ביום (ע"י סגירת וילונות הצד) לרמות של 25-30 מ"צ הביאה להפחתה ניכרת בחומרת המחלה בהשוואה לחממות בהן הטמפרטורה ביום הייתה בסביבות 20 מ"צ (וילונות הצד של החממה נותרו פתוחים). נמצא הבדל ברגישות זנים לקימחוניית ואובחנו תכשירים בעלי יעילות שונה בהדברת המחלה (בהתאם לעוצמת המחלה ולמשטר הטמפרטורה בחממה). מטרת ניסוי השנה הייתה לבדוק ולאמת את ממצאי העבר ולשלב משטרי ריסוסים שונים עם משטר אקלים מתאים להדברת קימחוניית מירבית.

מהלך הניסוי:

הניסוי נערך בחממות בתנאים מסחריים בחוות הבשור שבנגב המערבי. לרשותנו עמדו שמונה חממות של כ-¼ דונם כ"א. גג כל חממה כוסה בריעת פוליאטילן ועל קירות המבנים היו רשתותנגד חרקים בצפיפות 50 מש. בנוסף לרשתות הותקן על כל קיר של מבנה וילון צד עשוי יריעת פוליאטילן. הוילונות ניתנים לפתיחה או סגירה באמצעות מנוע חשמלי שנשלט על ידי בקרים שמדדו את טמפרטורת החממה בגובה הנוף. בכל חממה נשתלו צמחי הפלפל מהזנים קובי וסליקה (חצי חממה מכל זן) בחודש ספטמבר וגידול הפלפל נמשך עד הקיץ. קוימו שני משטרי טמפרטורה (כל משטר חימום בארבעה מבנים) ושלושה משטרי ריסוסים בחלקי החממה כמפורט להלן.

טיפול אקלים

טיפול א' - יום חם לילה קר: טמפרטורות יום של 25 - 30 מ"צ. הטמפרטורה נשמרה בעזרת הבקר שפקד על סגירת וילונות הצד כאשר הטמפרטורה היומית ירדה מ-25 מ"צ. הבקר פקד על

פתיחת הוילונות כאשר הטמפרטורה עלתה מעל 30 מ"צ. בנוסף החממות חוממו במשך הלילה בין החודשים דצמבר – מרץ לטמפרטורות של 13 מ"צ. טיפול ב' – יום קר לילה חם: טמפרטורות יום האופייניות לאזור הבשור בעונת החורף כפי שנתקבלו בחממות הניסוי ללא סגירת הוילונות במשך כל העונה. הטמפרטורות ביום בחורף היו בין 15- 25 מ"צ. החממות חוממו במשך הלילה בין החודשים דצמבר – מרץ לטמפרטורה של 16 מ"צ.

טיפולי ריסוס

בכל חממה בוצעו טיפול משנה. כל טיפול משנה יושם בארבע חממות- שתיים מטיפולי אקלים א' ושתיים מטיפולי אקלים ב'. כל חממה חולקה ל- 16 חלקות משנה (8 חלקות מכל זן). הטיפולים בכל זן היו ביקורת לא מרוססות (ארבע חלקות) וחלקות המרוססות לחילופין בתכשירים 'ידידותיים' (הליוגופרית, נימג'רד וטריכודקס) ריסוס לחילופין של תכשירים כימיים (הליוגופרית, דורדו, פולאר, סיסטאן ועמיסטאר).

טבלה: סיכום הטיפולים בחממות בחוות הבשור

מספר חממה	טמפרטורת יום (מ"צ)	טמפרטורת לילה (מ"צ)	משטר ריסוסים
1	25-15	16	
2	30-25	13	א) ביקורת לא מרוססת
3	25-15	16	ב) תכשירים 'ידידותיים'
4	30-25	13	
5	25-15	16	
6	30-25	13	א) ביקורת לא מרוססת
7	25-15	16	ב) תכשירים כימיים
8	30-25	13	

חומרת המחלה נבדקה אחת לשלושה שבועות בחלקות בנות 10 צמחים. המחלה נקבעה על פי מידת כיסוי העלים בסימפטומים ולפי מספר העלים הנושרים. החישוב המשוקלל של חומרת המחלה בוצע לפי הנוסחה: $C = (1 - A/B) * 100 + A/B$ בה A=מספר העלים הנושרים, B=מספר העלים שעל הצמח, C=% כיסוי המחלה ע"פ העלים שנתרו על הצמח.

תוצאות דיון ומסקנות:

השפעת משטרי הטמפרטורה על התפתחות מחלת הקימחוניית. התפתחות מחלת הקימחוניית היתה חמורה יותר במשטר היום הקר-לילה חם מאשר ביום חם-לילה קר. במשטר היום הקר שיעור המחלה הכללי בזן סליקה היה 70% - 60% בסוף עונת הגידול. לעומת חומרה של 25% - 40% במשטר יום חם-לילה קר. בחממות יום חם-לילה קר הייתה לחות יחסית גבוהה במשך שעות רבות ביממה ונמצאה תחלואת עובש אפור (בוטריטיס) בחלק מהן. פטריית הבוטריטיס גרמה במספר מבנים לשיעורים גבוהים של תמותת צמחים (בין 15- 50 אחוזי תמותה בחממות "הלחות" לעומת העדר תמותה בחממות "היבשות"). נראה כי מחלת הקימחוניית הופחתה ע"י טמפרטורת היום הגבוהה (30-25 מ"צ). תוצאות אלה מחזקות את הממצאים שהתקבלו ב- 4 השנים האחרונות בניסויי מעבדה וחממה בפרויקט המחקר שעסק בקימחוניית הפלפל. יישום תכשירים בריסוס תכשירים 'ידידותיים' ותכשירים כימיים לחילופין הפחיתו את המחלה. יישום שני משטרי הריסוס בתנאי יום חם הביא לפחיתה הרבה ביותר של המחלה.

השפעת משטרי טמפרטורה יום ולילה על צבירת היבול ועל מדדי האיכות בפירות הפלפל. מן התוצאות של הקטיפים שנערכו בין בחודשים דצמבר 2001 ועד מרץ 2002 ניתן להצביע על מספר מגמות.

א. הריסוסים כנגד מחלת הקימחוניית (בתכשירים הביולוגיים/אורגניים או בתכשירים הכימיים) שהפחיתו את שיעורי המחלה לא תרמו להעלאת היבול הכללי. סביר להניח כי הסיבה לאי התוספת ביבול נובעת משיעורי המחלה שהיו נמוכים יחסית בחלקות הלא מרוססות בין החודשים דצמבר ועד פבואר (בין 10% - 30% מחלה בזנים סליקה וקובי). כנראה שבשיעורי

מחלה כגון אלה לא נגרמה פחיתה ביבול. העלייה המשמעותית בשיעורי המחלה הייתה בחודשים אפריל מאי ויתכן כי אם היה נעשה קטיף בחודש יוני ניתן היה לראות את השפעת הדברת המחלה על תוספת היבול.

ב. לא נגרמה פחיתה ביבול הכללי, או איכות הפרי ליצוא בכל אחד מהזנים שנבחנו במשטר טמפרטורת יום של 25-30 מ"צ וחימום לילה ל- 13 מ"צ, בהשוואה לזן זהה עם משטר טמפרטורה של יום 15-25 וחימום לילה של 16 מ"צ. לתוצאה זאת ישנה חשיבות כלכלית בעלת ערך רב מכיוון שהיא יכולה לגרום לחסכון רב בהוצאות חימום בשעות הלילה מטמפרטורה של 16-18 מ"צ לערכים של 13 מ"צ ע"י חימום בשעות היום באמצעות סגירת וילונות הצד של החממות. יחד עם זאת ראוי כי נושא זה ילמד שנה נוספת בכדי לאמת את הממצאים שהתקבלו בניסוי זה.

ג. לפירות של הזן קובי ישנה נטייה רבה יותר להסתדקויות בהשוואה לזן סליקה, סידוקים אלה גורמים לפסילה של הזן לשווק באיכות יצוא. בטבלה 1 ניתן לראות כי הגורם שהפחית את שיעורי הפרי באיכות יצוא בזן קובי נגרם בעקב כתוצאה מפירות סדוקים.

טבלה 1: השפעת משטרי טמפרטורה יום ולילה על כמויות והאיכות פירות הפלפל בקטיפים שנערכו בין החודשים דצמבר 2001 ועד מרץ 2002

פרי מיוחד	פרי מעוות	פרי סדוק	איכות יצוא	סך יבול משווק	טיפול
444	1354	935 א	9138 א	11871	סליקה מרוסס יום 25-30 לילה 13 מ"צ
643	1494	899 א	8283 אב	11318	סליקה לא מרוסס יום 25-30 לילה 13 מ"צ
192	1669	1218 אב	7646 אב	10726	סליקה מרוסס יום 15-25 לילה 16 מ"צ
278	1543	1325 אב	7708 אב	10853	סליקה לא מרוסס יום 15-25 לילה 16 מ"צ
358	1432	1417 אב	7348 אבג	10555	קובי מרוסס יום 25-30 לילה 13 מ"צ
440	1296	1638 אב	6508 בג	9881	קובי לא מרוסס יום 25-30 לילה 13 מ"צ
576	1393	2548 בג	5241 ג	9759	קובי מרוסס יום 15-25 לילה 16 מ"צ
465	1177	3708 ג	6568 בג	11919	קובי לא מרוסס יום 15-25 לילה 16 מ"צ

* התוצאות עברו ניתוח סטטיסטי באמצעות מבחן t.
 ** טיפולים בעלי אותיות שונות מראים על הבדלים ברמת מובהקות של 0.05.
 *** העדר אותיות מראות שאין הבדלים סטטיסטיים בין הטיפולים השונים.

הממצאים העיקריים שהתקבלו במחקר הארבע שנתי מסוכמים להלן:

(א) מחלת הקימחונית בפלפל מושפעת בעיקר ע"י הטמפרטורה, תנאי ההתפתחות המיטביים למחלה הם טמפרטורות שבין 10-15 מ"צ בלילה ו 15-25 מ"צ ביום. טמפרטורת יום של מעל ל- 25 מ"צ או טמפרטורת לילה של מעל ל- 15 מ"צ מפחיתות את קצב ושיעור התפתחות המחלה. טמפרטורת לילה של מתחת ל- 10 מ"צ מאטות את קצב התפתחות המחלה.

(ב) ללחות היחסית הנמדדת בחממות מסחריות המחוממות בחורף (50% - 95%) השפעה קטנה על התפתחות מחלת הקימחונית מכיוון שבגיי המחלה יכולים להדביק צמחים בטווח רחב של לחויות, אולם תנאים של רטיבות או יובש קיצוניים יכולים להאט את קצב ושיעור התפתחות המחלה.

(ג) מחלת הקימחונית גורמת לפגיעה ביבול הכללי כתוצאה מנשירת עלים החושפת את הפירות למכות שמש, וכתוצאה מנשירת פרחים המפחיתים את מספר הפירות העתידיים מהצמחים.

(ד) שימוש בתכשירי הדברה נגד קימחונית הוכח כיעיל. בין התכשירים היעילים תכשירי הגופרית הנוזלית (הליוגופרית וסולפל), תכשירים מקבוצת הטריאזולים (ביילטון, באיפידן, סיסטאן, אנוויל) או בעלי מנגנון פעולה דומה (דורדו) וקבוצת הסטרובילורינים (עמיסטאר, פלינט) והפוליאוקסינים (פולאר).

ה) המדבירים הביולוגיים טריכודקס או AQ-10 הם בעלי יעילות בינונית בהדברת מחלת הקימחוניית בתנאים מיטביים להתפתחות המחלה. תכשירים אלה הנם בעלי יעילות גבוהה בהדברת המחלה בתנאי טמפרטורת יום של 25-30 מ"צ. יתכן כי הגברת היעילות של התכשירים הללו נובעת מפעילות ביולוגית טובה יותר של המדבירים הביולוגיים בתנאי טמפרטורה של 25-30 מ"צ או בשל החלשת גורם המחלה והגברת רגישותו למדבירים הביולוגיים.

לסיכום: שילוב תכשירים 'ידידותיים' עם משטר יום חם הביא להפחתה הרבה ביותר בחומרת המחלה.

