

הזנה מותאמת כאמצעי התמודדות עם פולרו-וירוס (*Polerovirus*) חדש בפלפל

אפרים ציפלבץ, זיוה גלעד - תחנת צבי, מו"פ בקעת הירדן
פרופ' מוראד גאנם - מנהל המחקר החקלאי
תמר אלון, דויד סילברמן - שה"מ, משרד החקלאות

מבוא ותאור הבעיה

הפלפל ליצוא הוא גידול הירקות העיקרי בבקעת הירדן כ- 4000 דונם. גידול הפלפל בארץ מתבצע בדרך כלל בבית רשת התורם להגנה מפני מזיקים ומעט גם מפני תנאי מזג האוויר. עונת גידול הפלפל בבקעת הירדן היא ארוכה: תחילתה בשתילות אוגוסט וסופה בעקירת הצמחים בסוף יוני. האתגר בהחזקת חלקה המניבה יכול איכותי ורב לאורך זמן הוא גדול וכולל בתוכו בין היתר התמודדות ממושכת עם בעיות מגוונות של הגנת הצומח.

בעונת גידול 2015-16 קיבלו אנשי ההדרכה של שה"מ דיווחים ממגדלי פלפל על שטחים נרחבים בהם צימוח הפלפל פגוע וגם הפירות אינם כשורה, התופעה נצפתה בהיקף נרחב ובתוך זמן קצר יחסית, בשטחים שונים בבקעת הירדן. הצמחים החולים היו נמוכים ופרקיהם קצרים מהרגיל. הגבעולים נשאו עלים צרים, צהובים בין עורקיהם ושוליהם מקופלים כלפי מעלה. הפירות היו קטנים וצבעם בלתי אחיד או כתום ("גזר"). לאחר מעקב והעברת מדגמי עלים ופרי למעבדה זוהה בצמחים וירוס חדש הגורם לתסמינים הנגרמים על ידי הוירוס *Pepper yellow leaf curl virus* (PYLCV). נמצא שהוירוס החדש מועבר על ידי כנימות עש הטבק (ולא ע"י כנימות עלה).

במעקב רב שנתי מקביל אשר בוצע בחלקות המגדלים בבקעת הירדן מאז התגלה הפולירו-וירוס החדש, נצפתה דעיכה בתסמיני האופייניים עם התחממות מזג האוויר (עפ"י דיווחי חקלאים ומדריכים). דגימות שנלקחו מצמחים "מאוששים" (recovered plants), ללא סימפטומטיים באותה תקופה, בכל זאת נשאו את הנגיף. נתון זה הוביל להערכה, כי לתנאי מזג האוויר (ככל הנראה טמפרטורת הסביבה), השפעה על התמודדות צמח הפלפל עם נזקי הנגיף החדש: בחורף כאשר הטמפרטורות נמוכות הצמח נמצא למעשה בעקת קור ולכן רגיש יותר לפגיעות אחרות, ביניהן נזקי פולירו-וירוס. כאשר הצמח יוצא מעקת הקור התמודדותו עם נזקי הוירוס משתפרת והתסמינים האופייניים למחלה דועכים. מינרלים ונוטריינטים יכולים להשפיע על סביבת הקרקע של השורשים וכן לגרום לשינוי מסוים בצמח וביכולתו להתמודד עם עקות ביוטיות או א-ביוטיות, לכן האפשרות ליצירת מניפולציות שונות בהזנת הצמחים נחקרה לאורך שנים (אם כי גורמי מחלה פטרייתיים וחידקיים נחקרו יותר מאשר גורמים נגיפיים) ולימוד השפעת יסודות על התבטאות נזקי הפולרו-וירוס בפלפל עשויה להוסיף לידע היישומי בנושא זה.

השערת המחקר: בגידול הפלפל, להרכב היסודות הניתנים ולקליטתם תפקיד חשוב בחסינותם כלפי מחלות בכלל ווירוסים בפרט. מניפולציות מושכלות בהזנת הצמחים עשויות למנוע, לפחות או לתקן את נזקי הפולרו-וירוס החדש ולאפשר המשך שוק פירות איכותיים.

מטרת המחקר

בחינת ממשקי הזנה שונים כאמצעי להתמודדות עם נזקי ווירוס הפולרו החדש (אם ע"י מניעה ואם ע"י תיקון) בגידול פלפל. יישום יסודות כימיים בהרכב, בתזמון ובשיטה המתאימים יסייעו להקטנת נזקי ווירוס הפולרו במהלך עונת גידול הפלפל.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

הניסוי מתבצע בבית צמיחה, גובה מרזב 3.5 מ'. מצע הגידול פרלייט במארזי קל-קר. שתילה 18/8/20 זן - אפעה. המבנה מחופה ברשת 17 מש+ רשת צל 40% שחורה. קיר צפוני פתוח. 12/11/2020 - החלפת רשת בפוליאתילן מסקנות שהוסקו מהניסוי שהוצב ב 19/20 הובילו לנקיטת מספר מהלכים בניסוי לשנת 20/21 שהחל באוגוסט 2020. המהלכים שננקטו במטרה להבטיח אילוח הצמחים ורכישת הוירוס ע"י הכנימות כללו:

- גג המבנה מחופה ברשת 17 מש. צידי בית הצמיחה נשארו פתוחים לאחר השתילה, במטרה לאפשר מקסימום חדירת כע"ט.
- על מנת להבטיח נגיעות ננקטו שתי גישות אילוח שתילים בוירוס - בשטח הניסוי (8 ערוגות) - בארבע ערוגות נשתלו שתילים שרכשו את הוירוס במעבדה של פרופ' מוראד גאנם ורק לאחר מכן נשתלו בתחנת הניסיונות.
- בארבע ערוגות נוספות בוצעה הדבקה של כל צמח בכלובי עלים. מהלך זה בוצע ב- 16/9/20 ו- 21/9/20.



בדיקות נוכחות וירוס בחלקת הניסוי שבוצעו בשיטת RT-PCR ע"י צוות מעבדתו של פרופ' מוראד גאנם

דישון – החלקה דושנה בדשן 4-2.5-6 NPK 2 לי"מ"ק, ללא יסודות מיקרו. הטיפולים הופעלו לפי המופיע בטבלה. טיפולי הדישון הופעלו ב- 20/9/20

טבלה 1: רשימת הטיפולים בניסוי

מס' חזרות	טיפול		טיפול
	קורטין סמ"ק/מ"ק		
12	40		מסחרי
12	20	20/9/20-31/12/20	נמוך
12	0	1/1/21-30/4/21	
12	80		גבוה

בכל שיטת אילוח יש 6 חזרות לכל טיפול דישון (כל חזרה שלושה מיכלי גידול). במהלך העונה בדיקות מי טפטפת ומי נקז באחת לשבועיים הראו כי הטיפולים מופעלים לפי התוכנית. בדיקות עלים שבוצעו הראו רמת מיקרואלמנטים בעלים מתאימה לתכנון הניסוי: (טבלה 2)

טבלה 2: רמת מיקרו-אלמנטים בעלים במהלך הניסוי:

רמת מיקרואלמנטים בעלים המהלך הניסוי							
21 מאי		21 מרץ		21 נובמבר			
ברזל מ"ג/ק"ג							
208.4	A	106.6	A	148.0	A	גבוה	
194.1	A	94.7	Ab	137.5	A	מסחרי	
175.9	A	88.5	B	137.3	A	נמוך	
מנגן מ"ג/ק"ג							
164.1	A	72.4	A	59.18	A	גבוה	
125.9	B	62.1	B	59.93	A	מסחרי	
86.8	C	45.9	C	50.68	B	נמוך	
אבץ מ"ג/ק"ג							
155.2	A	95.0	A	90.68	A	גבוה	
117.2	B	81.3	B	77.12	B	מסחרי	
49.3	C	40.9	C	49.87	C	נמוך	

*אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק במבחן T ברמה של 5%

בניסיון לבחון מה פוטנציאל הנזק האמיתי שנתלו ערוגות לביקורת בהם נעשה מאמץ למנוע הדבקה של הצמחים בוירוס

1. הפרדה של רשת 50 מש בין מפתחי ניסוי ההזנה למפתח זה
2. בערוגות אלה בוצע טיפול יסודי ושיגרתי נגד כע"ט במטרה לייצר שטח שלא יהיה נגוע בוירוס.
3. חלקה זאת קיבלה דישון מסחרי 2 ל/מ"ק NPK-ו-40 סמ"ק/קוב+ קורטין.

תוצאות

יבול - קטיף הפרי החל ב-6/12/20 ונמשך עד 5/5/21 סהכ בוצעו 10 קטיפים. בטבלה 3 מוצג ריכוז נתוני יבול בכל העונה. נתוני היבול מצביעים כי לרמת יסודות המיקרו לא הייתה השפעה על היבול. טבלה 3: השפעת טיפולי דישון על פוטנציאל היבול

התפלגות גודל פרי (%)				משקל פרי ג'	יצוא ק"מ"ר	סהכ יבול ק"ג/מ"ר	רמת קורטין
95-110	85-95	70-85	60-70				
35.3	31.2	23	10.4	191±3.0	7.3±0.44	7.5±0.43	גבוה
34.8	30	21.8	13.2	185±5.9	6.9±0.20	7.1±0.21	מסחרי
36.7	31.9	19.7	11.6	188±6.7	7.0±0.34	7.2±0.36	נמוך

צבע פרי - בעת כתיבת תוכנית המחקר הייתה הערכה כי פרי בצבע לא מתאים לזן, פרי כתום במקום אדום, מהווה את אחד הסימנים לנגיעות בוירוס, אי לכך במהלך העונה בוצע מעקב אחר צבע הפרי. טבלה 4 מציגה את אחוז הפירות עם צבע כתום. הנתונים הם ממוצע אחוז הפירות בעלי מופע צבע שונה של 12 חלקות בכל טיפול.

טבלה 4: השפעת טיפול דישון על מופע צבע פרי פלפל (אחוז מסהכ הפירות בכל קטיף)

מספר פירות בעלי מופע צבע שונה (%)			
תאריך קטיף	גבוה	מסחרי	נמוך
06/12/2020	77±7.9	75±3.4	70±3.9
22/12/2020	36±4.1	35±4.3	41±5.4
10/01/2021	37.3 a	30.1 ab	20.8 b
24/01/2021	57.4±4.6	60.0±3.1	52.3±5.9
14/02/2021	18.2±1.3	16.2±1.3	16.1±0.9
28/02/2021	31.1±2.3	35.0±2.5	30.6±1.8
21/03/2021	21.6±2.5	21.3±2.6	28.3±2.8
05/04/2021	37.5±2.0	36.6±2.9	34.8±2.0
20/04/2021	41.5±5.1	40.2±3.8	36.8±1.8
05/05/2021	35.9±0.7	32.8±3.3	37.0±3.3

אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק במבחן T ברמה של 5% לפי הנתונים המופעים בטבלה: I. לא נמצא קשר בין רמות מיקרואלמנטים לאחוז הפירות הכתומים. II. ממוצע שנתי של אחוז הפירות הכתומים בכל הטיפולים היה 37%

מעקב נוכחות וירוס בחלקת הניסוי

בדיקות נוכחות וירוס בחלקת הניסוי שבוצעו בשיטת RT-PCR ע"י צוות מעבדתו של פרופ' מוראד גאנס

I. 16/9/20 נלקחו עלים מחלקות שהודבקו במעבדה לפני השתילה – 15 חלקות מתוך 16 נמצאו נגועות.

II. 13/10/20 נמצא וירוס בחלקות שנוגעו לפני שתילה ובחלקות שהודבקו ב- 16/9/20.

III. 11/1/21 נמצא וירוס בכל חלקות הניסוי פרט לשלוש חלקות.

IV. 22/3/21 נמצא וירוס רק בשלוש חלקות.

V. 30/5/21 לא נמצא וירוס באף חלקה מחלקות הניסוי

ניסיון לבדוק את רמת הוירוס בעלים לא צלח.

דיון

לעומת השנה הקודמת, השנה נראה אילוח אחיד של החלקה בוירוס החדש, תנודתיות הוירוס במהלך תקופת הניסוי תאמה את התצפיות שנראו בחלקות מסחריות אצל חקלאים, נוכחות וירוס גבוהה בחודשי החורף (דצמבר עד פברואר) עד ירידה מובהקת בנוכחות הוירוס בחודשי האביב (מרץ אפריל), זאת על סמך תוצאות מעבדה שבוצעו באמצעות RT-PCR. לא מצאנו השפעת ממשקי ההזנה השונים על התפתחות סימני המחלה ועל היבול. במהלך העונה עלה צורך מובהק, על ידי כל השותפים במחקר, לגבש ולהשיג הבנה מוצקה יותר בדבר סימני נגיעות מובהקים של צמחי פלפל המודבקים בוירוס PYLCV, החדש זאת על מנת לקשור את השפעת ממשקי ההזנה על הפחתת סימני נגיעות בוירוס. בנוסף עלה הצורך לחדד את ההבדלים בסימני הנגיעות הנגרמים ע"י הוירוס הישן המועבר ע"י כנימות עלה לעומת הוירוס החדש PYLCV המועבר ע"י כנימת עש הטבק.