

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

אפרים ציפליביץ, זיוה גלעד, אחיעם מאיר – מו"פ בקעת הירדן
פרופ' מוראד גאנם, ד"ר כרמית זיו - מנהל המחקר החקלאי.
תמר אלון, דויד סילברמן - משרד החקלאות, שה"מ.

תקציר

בעונת 2015-16 נראו בשטחי פלפל בבקעת הירדן, צמחים נמוכים, בעלי פרקים קצרים, עלים צרים, צהובים, ושוליהם מקופלים וזקורים. פירות קטנים וצבעם בלתי אחיד או כתום/"גזר". **בצמחים אלו זוהה וירוס פולרו חדש הגורם לתסמינים ושמועבר על ידי כנימות עש הטבק (ולא ע"י כנימות עלה)**. מאז, תופעת פירות בצבע "גזר" הפכה לבעיה חקלאית שיווקית, המתרחבת בקרב החקלאים.

השערת המחקר הייתה שבאמצעות יישום ממשק הזנה במהלך הגידול ניתן יהיה להקטין את נזקי ווירוס הפולרו החדש בפלפל. אולם בשנתיים הראשונות של המחקר התחוויר כי למעשה לא ברורה עדיין רמת הנזק הנגרם מהווירוס החדש. בהתאם לכך הותאמה מטרת המחקר לבחינה וכימות רמת הנזק הנגרם מנוכחות הווירוס החדש.

בהתאם להחלטת צוות המחקר בוצעו שני ניסויים בעונה 21/22

ניסוי I: בחינת השפעת נוכחות וירוס פולרו ישן וחדש על פוטנציאל היבול בגידול פלפל -

לא נמצאה פגיעה בגידול כתוצאה מנוכחות וירוס חדש, וירוס ישן הודבק בשלב מאוחר ולא נמצאה השפעה על הגידול. נמצאה רמה גבוהה יותר של פרי כתום בחלקה שהודבקה בוירוס חדש.

ניסוי II: בחינת רמת צבע פרי פלפל בזנים שונים בצמחים שאינם נגועים בוירוס -

נמצא שבעיית קבלת הצבע הינה תופעה חוצה זנים, אולם ישנם זנים רגישים יותר. בקטיפים בחודשים ינואר ומרץ הייתה עליה באחוז הפרי הכתום. בתקופה זו גם חלה ירידה משמעותית בטמפרטורה. ממצאים אלו עשויים להצביע על קשר נסיבתי בין תנאי האקלים לתופעת אי קבלת הצבע האדום בפלפל.

לסיכום: על אף המידע הרב שנרכש במהלך המחקר, עדיין לא אופיין במלואו הקשר בין נוכחות הווירוס, תנאי האקלים ותופעת הצבע הכתום בפלפל.

מבוא

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 זן חדש של וירוס (*Pepper yellow leaf curl virus*) שכונה (*Pepper whitefly-borne vein yellows virus*) PeWBVYV, אשר מועבר על ידי כנימות עש הטבק (**ולא ע"י כנימות עלה**) (1, 2)

במעקב רב שנתי אחר המתרחש בחלקות המגדלים בבקעת הירדן מאז התגלה הפולרו-וירוס החדש, נצפתה דעיכה בתסמיני האופייניים עם התחממות מזג האוויר (עפ"י דיווחי חקלאים ומדריכים). דגימות שנלקחו מצמחים "שיצאו מזה" (*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 פולרו-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 וחיידקיים 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, לפצות או לתקן את נזקי הפולרו-וירוס החדש ולאפשר המשך שווק פירות איכותיים.

מטרת המחקר

מטרת המחקר המקורית הייתה בחינת ממשקי הזנה שונים כאמצעי להתמודדות עם נזקי ווירוס הפולרו החדש (אם ע"י מניעה ואם ע"י תיקון) בגידול פלפל. בהנחה כי יישום יסודות כימיים בהרכב, בתזמון ובשיטה המתאימים יסייעו להקטנת נזקי ווירוס הפולרו. במהלך שתי עונות המחקר הראשונות לא נמצא קשר בין רמת הנזק מהוירוס לרמות הדישון (יסודות מקרו ומיקרו) לכן צוות המחקר התכנס מספר פעמים במהלך העונה במטרה להעריך את תוצאות הביניים וחשיבה לגבי המשך המחקר. **המטרה ששמנו לפנינו לקראת עונת גידול 21/22 הייתה לנסות להעריך את הקשר בין רמת הפרי הכתום לנוכחות וירוס, במקביל להעריך את הנזק הנגרם מנוכחות הוירוס.**

מהלך המחקר ושיטות עבודה (21/22)

במסגרת המאמץ לנסות להעריך את הקשר בין רמת הפרי הכתום לנוכחות וירוס, וכן לנסות להעריך את הנזק הנגרם מנוכחות וירוס בוצעו בעונה 21/22 מספר ניסויים לעקוב אחר נוכחות וירוס, רמת פרי כתום בחלקות והמתאם בין שתי התופעות. כמו כן בוצע כיוול לשיטת הדיגום לזיהוי מולקולרי מהימן של נוכחות וירוס הפולרו בפרי הפלפל, על מנת לקבל תוצאות המהימנות והדירות לנוכחות הוירוס. פירוט הניסויים:

1. כיוול הדיגום לזיהוי וירוס בפרי

בחינת נוכחות הוירוס בחלקי הפרי השונים, לקביעת פרוטוקול דיגום אשר ייתן תוצאות המהימנות לגבי נוכחות וירוס PYLCV בפלפל – עלים, בפרי – עוקץ, עלי גביע, ציפת הפרי. בדיקות נוכחות וירוס בוצעה בשיטת RT-PCR, הבדיקה נעשתה בעזרת PCR כמותי שבעזרתו ניתן לבדוק את הכמות האבסולוטית של הוירוס ע"י צוות מעבדתו של פרופ' מוראד גאנם.

2. מעקב צבע פלפל בגידולים בתנאים שונים

בתחנת צבי- מו"פ בקעת הירדן מתנהלים באופן קבוע מספר רב של ניסויים הבודקים היבטי גידול שונים ובתנאים שונים של פלפל. במסגרת תוכנית זו נבחנה בכל קטיף התפלגות צבע פרי - כתום/אדום, ובוצע מעקב האם קיים קשר בין צבע הפרי לנוכחות וירוס PYLCV. בנוסף למיון בוצע מעקב טמפרטורה, לחות וקרינה בשלושה ניסויים.

2.1 שתילה של פלפל אדום זן אפעה. ב-24/8/21 המבנה חופה ברשת 17 מ+ רשת צל 40% שחורה. קיר צפוני פתוח. 24/11/21 - החלפת רשת בפוליאאתילן. דישון אחיד לכל החלקה.
טיפולים :

- I. ביקורת – חלקה ללא וירוס
 - II. אילוח חלקה בוירוס פולרו "ישן" PYLCV – שמועבר ע"י כנימות עלה. בוצע ב-24/11/21 בשטח הגידול ע"י פיזור כנימות עלה נגועות.
 - III. אילוח חלקה בוירוס פולרו "חדש" PeWBVYV – המועבר ע"י כנימות עש טבק. בוצע במעבדתו של פרופ' מוראד גאנס לפני שתילה בשטח.
- מדדים :

במהלך העונה בוצעו בדיקות לנגיעות בוירוס בעלים ובפרי.
30/9/21 , 16/12/21 - מדגמי עלים , בהמשך העונה לאחר גיבוש טכניקה לבדיקת נוכחות וירוס בפרי כל הבדיקות בוצעו במדגמי פרי 23/1/22 , 17/2/22 , 27/3/22 , 27/4/22 .
קטיף פרי ומיון לאיכות ותאור צבע פרי (אדום/כתום) במשך על עונת הגידול.
2.2 ניסוי זנים במנהרה עבירה, מפתח 10 מ' מכוסה ברשת 50 מ, כניסה כפולה למניעת כניסת כע"ט. שתילה 16/8/21, נשתלו הזנים הבאים של פלפל אדום : קנון, קונפידרו (זרעים גדרה), 1158 (א.ב. זרעים) מיקה (הזרע). במהלך העונה בוצע דגום עלים ופרי ולא נמצא וירוס בחלקה.
בוצע קטיף אחת לשבועיים ומיון פרי לצבע אופייני ולפרי בעל חריגי צבע.
2.3 השפעת תוספת תאורת LED על התפתחות הצבע –

2.3.1 גידול בחמ-רשת, זן קנון, שתילה באמצע אוגוסט שלושה טיפולים : I. ביקורת II. תאורה ביום – בשעות 0600-1700 III. תאורה בשולי היום -בשעות 1600-2000 ו 0400-0800.

2.3.2 גידול בחמ-רשת הזן לאי לאי בשתילת ספטמבר. שני טיפולים : I. תוספת תאורה. ביום – בשעות 0600-1700 II ביקורת. בכל קטיף בוצע מיון לבדיקת התפלגות הצבע.

2.4 השוואת מועדי שתילה – זן לאי -לאי (אפעל) נשתל באמצע אוגוסט ובאמצע ספטמבר, בשני האתרים הגידול היה בחמ-רשת. בכל קטיף בוצע בנוסף למיון המקובל מיון להתפלגות צבע.

2.5 מבחן זני פלפל – בבקעת הירדן מבוצע מבחן זני פלפל חדשים. שתילה בתחילת אוגוסט בבית רשת 17 מ. לכל הזנים האדומים בוצע בנוסף למיון המקובל מיון התפלגות צבע ביום הקטיף.

תוצאות עונה 2019/20

בשנת המחקר 2019/21 נעשה ניסיון להדביק צמחי לפל בווירוס ע"י פיזור כנימות נגועות בחלקה וכן שתילה של מספר שתילי לפל נגועים בטבלה 1 מרוכזים נתוני בדיקות עלים ופרי לנוכחות וירוס, כפי שניתן לראות, במרבית הבדיקות לא נמצאה נוכחות וירוס בצמחים.

טבלה 1: בדיקות נוכחות וירוס בעלים ובפרי במהלך הניסוי

תאריך מדגם	מקור מדגם	נוכחות וירוס
28/10/19	עלים	אין
12/11/19	עלים לפי חלקות ניסוי	יש
12/11/19	עלים לפי חלקות ניסוי	אין
26/1/20	עלים לפי חלקות ניסוי	יש
	מ-34 חלקות אחרות	אין

השפעת ממשקי ההזנה על פוטנציאל יבול – כמות ואיכות

מעקב אחר היבול התחלק לשניים- השפעת הטיפולים על פוטנציאל היבול ומעקב אחר מספר הפירות ה"כתומים" מכל חלקה. קטיף הפרי החל ב-3/12/19 ונמשך עד 1/4/20. בטבלה 2 מוצג ריכוז נתוני יבול כמות, ואחוז הפירות הכתומים בכל העונה. ריכוז רכיבי דשן NPK לא השפיע על פוטנציאל היבול ועל אחוז הפרי הכתום. הימנעות מתוספת קורטין פגעה משמעותית בפוטנציאל היבול. לעומת זאת, אחוז הפרי הכתום עולה עם עליה ביסודות המיקרו (קורטין תוצרת דשנים).

טבלה 2: השפעת טיפולי דישון על פוטנציאל היבול והאיכות

% הפירות הכתומים	משקל פרי ג'	סהכ יבול ק"ג/מ"ר	טיפול	
			קורטין סמ"ק/מ"ק	דשן NPK* 4-2.5-6 ל"מ"ק
23.4א	199 א	6.1 א	40	1
22.9א	203 א	5.5 א	40	2
22.0א	212 א	5.6 א	40	3
23.5א	198 א	6.0 א	40	4
16.7ב	162 ב	2.7 ב	0	2
22.2אב	186 אב	4.4 א	40	2
26.0א	190 א	4.4 א	80	2

אותיות שונות באותו טור מצביעות על הבדל מובהק ברמה של 5%

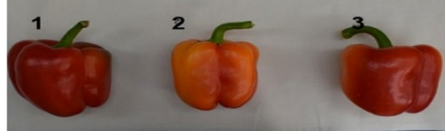
אחוז הפרי הכתום מכלל הפרי הנקטף התמעט במהלך העונה (טבלה 3).

טבלה 3: אחוז פרי כתום מכלל הפרי שנקטף בכל תאריך.

תאריך קטיף	% פרי גזר
09/12/2019	75
31/12/2019	26
20/01/2020	17
09/02/2020	2
24/02/2020	12

על מנת לבחון האם צבע לא אופייני משפיע על טעם הפרי, ב-18/2/20 הועברו פירות לד"ר כרמית זיו (מחלקה לאחסון במנהל המחקר) ונבדקה רמת כלל סוכרים בפרי. מבדיקות הפרי עולה כי בפרי בעל צבע אדום אחיד רמת הסוכרים מגיע ל-7.7% ואילו בפרי בעל צבע לא אחיד גם בלחי הכהה רמת הסוכר נמוכה יותר (טבלה 4).

טבלה 4: השפעת צבע הפרי על רמת כלל סוכרים (%) בפרי הפלפל

כלל סוכרים בפרי (%)		
לחי כהה	לחי בהירה	
7.7	לא היו לחיים בהירות	1- אדום אחיד
4.3	3.4	2- פרי גזר
5.1	3.6	3- צבע לא אחיד

מסקנות עונה 2019/20

התוצאות שהתקבלו במשך השנה הראשונה מצביעות על כך שלא הושגה הדבקה מספקת בוירוס בחלקת הניסוי ומכאן לא היה ניתן להסיק לגבי תרומת ממשקי ההזנה על מופעי המחלה. שיטת האילוח שננקטה אשר כללה פיזור כנימות אשר רכשו את הוירוס לצד שתילת שני שתילים נגועים לא הספיקה על מנת להשיג אילוח אחיד ומספק בחלקה. עם זאת, הייתה רמה גבוהה של פרי "כתום" בחלקה והשאלה מה הסיבה אם לא נמצאו צמחים נגועים בוירוס.

תוצאות 2020/21

על מנת להבטיח נגיעות בוירוס ננקטו שתי גישות אילוח שתילים בוירוס:

- הדבקת הצמחים בוירוס במעבדה של פרופ' מוראד גאנם לפני השתילה.
- 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:

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

לסיכום: מהלך ההדבקה בוירוס צלח אבל ניסיון לכמת את כמות הוירוס בצמח לא צלח. כמו כן אנו רואים כי לקראת האביב לא מצינו וירוס בעלים.

בעונה 20/21 נעשה ניסיון לבדוק השפעת רמת דישון במיקרו-אלמנטים על רמת הפרי הכתום.

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

טבלה 5 : השפעת טיפולי דישון על פוטנציאל היבול

התפלגות גודל פרי (%)				משקל פרי ג'	יצוא ק"ג/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

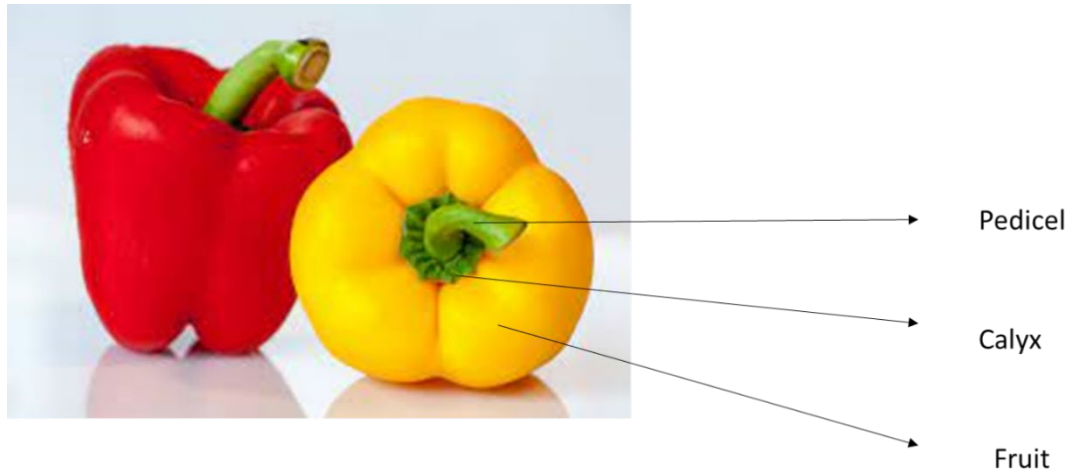
צבע פרי - בעת כתיבת תוכנית המחקר הייתה הערכה כי פרי בצבע לא מתאים לזן, פרי כתום במקום אדום, מהווה את אחד הסימנים לנגיעות בוירוס, אי לכך במהלך העונה בוצע מעקב אחר צבע הפרי. I. לא נמצא קשר בין רמות מיקרואלמנטים לאחוז הפירות הכתומים. II. ממוצע שנתי של אחוז הפירות הכתומים בכל הטיפולים היה 37%

סכום עונה 2020/21

בעונה זו נמצא אילוח אחיד של החלקה בוירוס החדש, תנודתיות הוירוס במהלך תקופת הניסוי תאמה את התצפיות שנראו בחלקות מסחריות אצל חקלאים, נוכחות וירוס היתה גבוהה בחודשי החורף (דצמבר עד פברואר) עד ירידה מובהקת בנוכחות הוירוס בחודשי האביב (מרץ אפריל), זאת על סמך תוצאות מעבדה שבוצעו באמצעות RT-PCR בעלים 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.

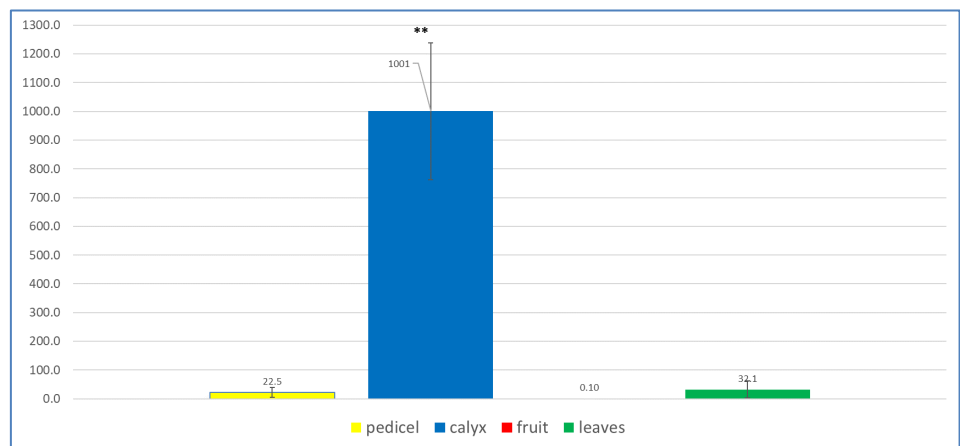
תוצאות עונה 2021/22

1. **מהלך איתור החלק בפרי, שדיגומו יספק תוצאות מהימנות לגבי נוכחות וירוס PYLCV בפלפל**
 בדיקות RT-PCR לזיהוי נוכחות הוירוס בוצעו על דגימות עלים מצמחים החשודים כנגועים בוירוס. במקביל נעשו מספר ניסיונות לבדיקת הנגיעות של פירות וגם בחלקים שונים של הפרי. הבדיקה נעשתה בעזרת PCR כמותי שבעזרתו ניתן לבדוק את הכמות היחסית של הוירוס. נמצא שהכמות של הוירוס בעלי הגביע של הפרי calyx (תמונה 1) יכולה להגיע עד פ 1000 מכמותו בעלים, או בחלקים אחרים כמו בפרי.



תמונה 1. החלקים השונים של הפרי שנבדקו לכמות הוירוס

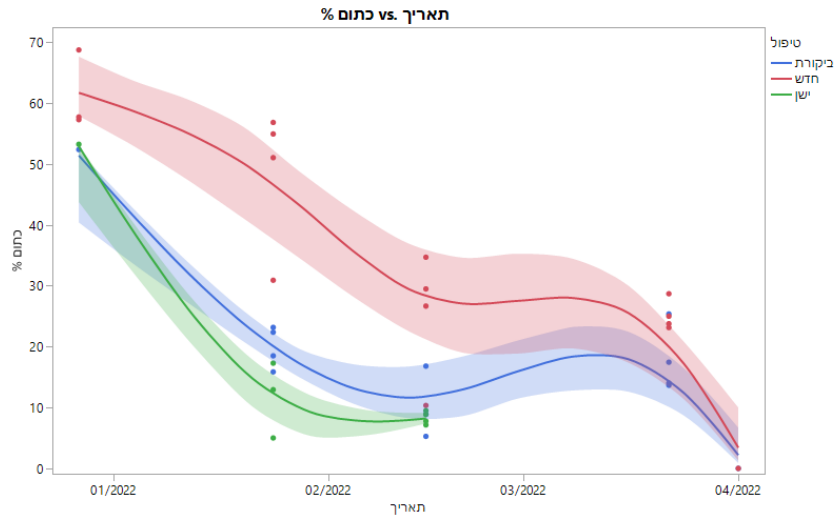
איור 1 מראה כי הריכוז הגבוה ביותר של הוירוס נמצא בעלי הגביע של הפרי, תוצאה זו מסבירה שיתכן והרבה מהתוצאות השליליות לנגיעות בוירוס שהתקבלו על סמך הבדיקות בעלים היו בעצם מוטעות וכי הריכוז של הוירוס היה נמוך לסף הגילוי. על כן מכאן והלאה כל הבדיקות שנעשו לבדיקת הוירוס נעשו על עלי הגביע של הפרי ולא על עלים מהצמח.



איור 1 כימות הוירוס בעלי הגביע של הפרי (calyx) בהשוואה לכמותו בחלקים אחרים של הפרי ובעלים.

2. מעקב האם קשר בין צבע הפרי לנוכחות וירוס PYLCV-

2.1 בדיקות נוכחות הוירוס שנערכו במהלך העונה הצביעו כי בחלקה שהודבקה בוירוס חדש במשתלה נמצא וירוס בפרי ובעלים (טבלה 6). כמו-כן, נמצא וירוס בפרי ולא תמיד נמצא קשר לצבע הפרי (טבלה 6,7). בבדיקת אחוז הפרי הכתום בחלקה נמצא כי בכל קטיף רמת פרי כתום היתה גבוהה בפרי שנקטף מהחלקה שהודבקה בוירוס חדש לעומת פרי שנקטף מחלקה ללא הדבקה או פרי שנקטף מצמחים שהודבקו בוירוס הישן (איור 2).



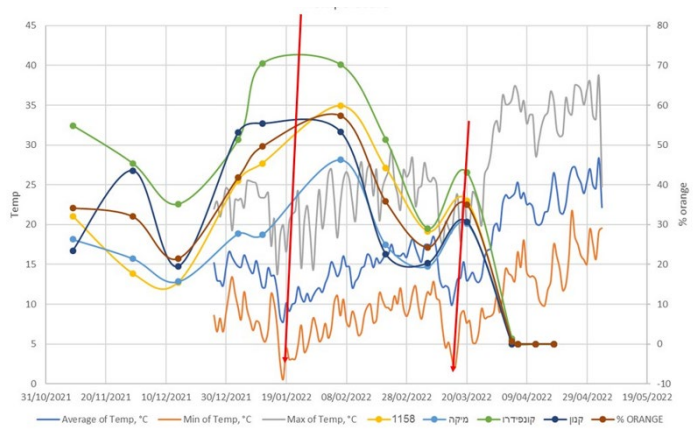
איור 2 : אחוז הפרי הכתום בכל קטיף בחלקת הניסוי.

טבלה 6 : בדיקות נוכחות וירוס בחלקת ניסוי עונה 21/2

עלים – 12/1/22	טיפול	וירוס חדש	פרי – 23/1/22	וירוס ישן	וירוס חדש
1	ביקורת	-	אילוח וירוס ישן	+	-
2	ביקורת	-	אילוח וירוס ישן	-	-
3	ביקורת	-	אילוח וירוס ישן	+	-
4	ביקורת	-	אילוח וירוס ישן	+	-
5	אילוח וירוס ישן	-	אילוח וירוס חדש	-	+
6	אילוח וירוס ישן	-	אילוח וירוס חדש	-	+
7	אילוח וירוס ישן	-	אילוח וירוס חדש	-	+
8	אילוח וירוס ישן	-	אילוח וירוס חדש	-	+
9	אילוח וירוס חדש	+	אילוח וירוס חדש	-	+
10	אילוח וירוס חדש	+	אילוח וירוס חדש	-	+
11	אילוח וירוס חדש	+	אילוח וירוס חדש	-	+
12	אילוח וירוס חדש	+	אילוח וירוס חדש	-	+
פרי 21/2/23					
כתום	ביקורת	-	כתום		
כתום	אילוח וירוס ישן	-	כתום		
אדום	אילוח וירוס ישן	+	אדום		
כתום	אילוח וירוס חדש	+	כתום		
אדום	אילוח וירוס חדש	+	אדום		
כתום	אילוח וירוס חדש	+	כתום		
אדום	אילוח וירוס חדש	+	אדום		

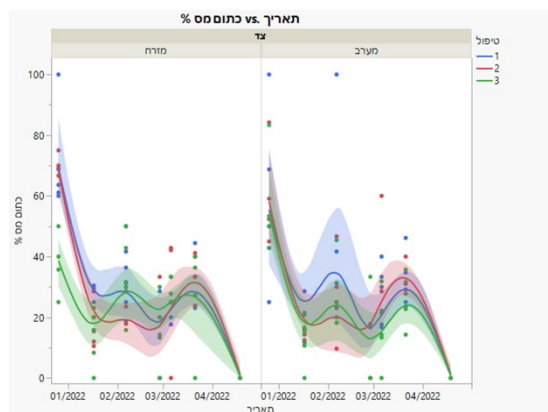
צמח מס	חלק נבדק	צבע בקטיף	טיפול	וירוס חדש
1	עלים		אילוח וירוס חדש	+
1	פרי	אדום	אילוח וירוס חדש	+
1	פרי	כתום	אילוח וירוס חדש	+
2	פרי	כתום	אילוח וירוס חדש	+
2	פרי	ירוק	אילוח וירוס חדש	+
2	עלים		אילוח וירוס חדש	+
3	פרי	כתום	אילוח וירוס חדש	+
3	עלים		אילוח וירוס חדש	+
4	פרי	כתום	אילוח וירוס חדש	+
4	פרי	ירוק	אילוח וירוס חדש	+
4	עלים		אילוח וירוס חדש	+

2.2 גידול במבנה סגור - במעקב אחר נוכחות וירוס בעלים ופרי שהגיעו מחלקת ניסוי זה לא נמצא וירוס PYLCV "החדש". עם זאת, נמצא פרי כתום ברמות שונות במהלך העונה. איור 3 מציג את רמת הפרי הכתום (אחוז מספרי) במהלך העונה, במקביל מוצג מהלך הטמפרטורה .



מאיור 3 אנו למדים כי בזנים קונפידרו ו- 1158 אחוז הפרי הכתום היה גבוה יותר מאשר בזנים האחרים. בנוסף, רואים כי ירידה משמעותית בטמפרטורה (קטיפי ינואר ומרץ) תרמו לעליה באחוזי הפרי הכתום.

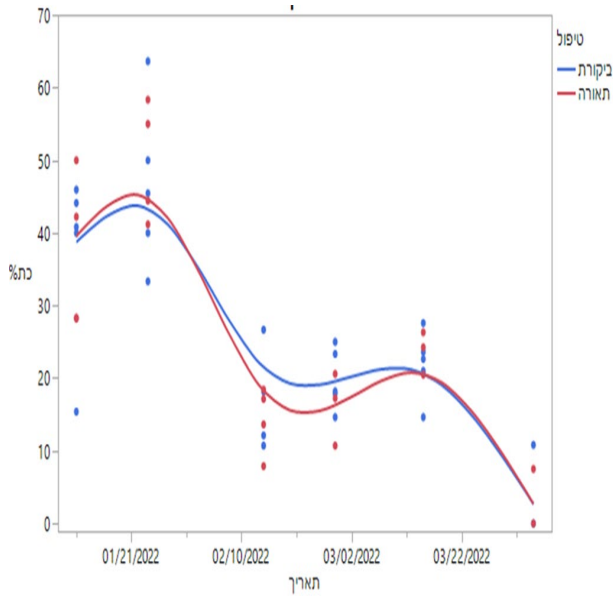
איור 3 : מהלך טמפרטורה במבנה ואחוז פרי כתום בקטיפים במהלך עונה 21-22



2.3 השפעת תוספת תאורת LED בתוך הנוף - הניסוי התבצע בזן קנון, לצורכי הניסוי נקטפו בנפרד פירות מהצד המזרחי והמערבי של הערוגה. באיור 4 מוצג אחוז הפרי הכתום במהלך העונה בשלושת הטיפולים. בקטיפי דצמבר וינואר רואים מגמה שתוספת תאורה בשולי היום – בשעות 1600-2000 ו 0400-0800 (טיפול 3) תרמה להורדת רמת הפרי הכתום בעיקר בקטיפים בצד מזרח.

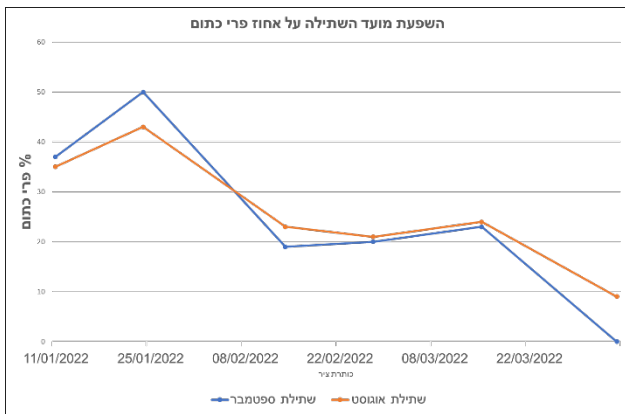
איור 4 : השפעת תוספת תאורה על אחוז הפרי הכתום

באיור 5 מוצגת השפעת תוספת תאורה על אחוז הפרי הכתום בגידול פלפל בשתילה מאוחרת



בזן לאי-לאי. לא נמצאה השפעה של התאורה, רמת הפרי הכתום גבוהה בינואר ירידה בקטיפי פברואר ועליה בקטיפי מרץ, דומה לרמת הפרי הכתום בכלל הניסויים שנבדקו בתחנת הניסיונות

איור 5 : השפעת תוספת תאורה בזן לאי-לאי בשתילה מאוחרת.



השוואת מועדי שתילה - באיור 6 מוצגת השוואה של אחוז הפרי הכתום בזן לאי-לאי בשתילת אוגוסט לעומת שתילת ספטמבר. לא נמצא הבדל ברמות הפרי הכתום במהלך העונה.

2.4

איור 6 : אחוז הפרי הכתום בזן לאי-לאי בשתילת אוגוסט לעומת שתילת נובמבר.

אחוז פרי כתום במבחן זני פלפל- בטבלה מס' 8 מוצג אחוז הפרי הכתום בכל יום קטיפי במבחן זני פלפל (המיון לצבע בוצע החל מקטיפי 2/1/22). מבחן זני פלפל נשתל ב- 4/8/21 בבית רשת 17 מש. מבין הזנים שנבחנו בזנים קונפידרו ופיצייה (זרעים גדרה) ובזן 1158 (א.ב. זרעים) נמצאה רמה גבוהה יותר של פרי כתום.

2.5

טבלה 8 : אחוז הפרי הכתום בכל זן ביום הקטיף במבחן זני פלפל בבית רשת בבקעת הירדן, 2021/22

					זן
28/3/22	14/3/22	16/2/22	24/1/22	2/1/22	
11 bc	22 ab	54 a	33 bcd	36 ab	1158
15 abc	17 ab	34 bc	48 abc	44 a	8380
0 d	20 ab	11 d	38 bcd	30 ab	גלעד
14 bc	21 ab	37 abc	25 d	35 ab	קנון
14 bc	14 ab	40 abc	71 a	35 ab	קונפידרו
5 cd	19 ab	32 bc	39 bcd	20 b	83032
21 ab	15 ab	35 abc	28 cd	41 a	20162
13 bc	27 a	35 bc	33 bcd	33 ab	53001
26 a	24 ab	42 ab	53 ab	35 ab	פיצייה
12 bc	17 ab	22 cd	42 bcd	38 ab	449
7 cd	16 ab	22 cd	32 bcd	28 ab	2336
bc 10 d	8 b	bcd	25 d	ab 29	1750
15 abc	13 ab	28 bcd	40 bcd	27 ab	170709

דיון ותובנות

בשנים האחרונות, מתרבות התלונות על התפתחות צבע לקויה בפרי פלפל הנקטף. פרי אדום לא מקבל את הצבע האופייני אלא מתפתח צבע הנע בגווני אדום כתום. בעונה 2020/21 היקף התלונות על פרי "כתום" עלה ונמשך במהלך כל העונה והתרחב גם למספר שטחים בערבה.

בשלבם הראשוניים חשבו כי נוכחות וירוס PYLCV-"חדש" הוא הגורם לבעיית קבלת הצבע בפרי אולם מעקב הראה כי קיים פרי כתום שלא נמצא בו וירוס ופרי שקיבל צבע אדום וכן היה בו וירוס. עם זאת אנו רואים כי רמת פרי כתום עולה בחלקה שידוע כי הצמחים נושאים את הוירוס. במהלך השנים למדנו כי נגיעות בוירוס החדש לא משפיעה על קצב הגידול של הצמח ועל פוטנציאל הגידול, שלוב נגיעות עם PYLCV ישן הראה פגיעה בגידול.

במסגרת תוכנית זו בוצע מיון לצבע בכל מחקרי המו"פ שבוצעו בעונה 21/22. מבחן זני פלפל – נמצא שבעיית קבלת הצבע הינה תופעה חוצה זנים, אולם ישנם זנים רגישים יותר (קונפידרו, פיצייה ו-1158).

1. דחיית שתילה מאוגוסט לספטבר לא תרמה לפתרון הבעיה.
2. תוספת תאורה בשולי היום הראתה מגמה לשיפור הצבע – אולי תלות בטמפרטורה וקרינה.
3. בקטיפים בחודשים ינואר ומרץ הייתה עליה באחוז הפרי הכתום. בתקופה זו גם חלה ירידה משמעותית בטמפרטורה אולי יש ככאן כיוון לסיבת אי קבלת הצבע.

בעונה 22/23 אנו ממשיכים בניסיון לאתר קשר בין תנאי הגידול לרמת הפרי הכתום. בנוסף, מנסים למצוא מתאם בין נוכחות וירוס לבעיית הצבע.

רשימת ספרות

1. Ghosh, S., Bello, V.H., and Ghanim, M. (2021). Transmission parameters of pepper whitefly-borne vein yellows virus (PeWBVYV) by Bemisia tabaci and identification of an insect protein with a putative role in polerovirus transmission. *Virology* 560, 54-65. doi: 10.1016/j.virol.2021.05.005.
2. Ghosh, S., Kanakala, S., Lebedev, G., Kontsedalov, S., Silverman, D., Alon, T., Mor, N., Sela, N., Luria, N., Dombrovsky, A., Mawassi, M., Haviv, S., Czosnek, H., and Ghanim, M. (2019). Transmission of a New Polerovirus Infecting Pepper by the Whitefly Bemisia tabaci. *J Virol* 93(15), e00488-00419. doi: 10.1128/JVI.00488-19

סיכום שאלות מנחות:

-ההתקדמות במחקר שחלה ממועד כתיבת הדו"ח האחרון (כולל דו"ח חצי שנתי):

1. איתור החלק בפרי שיאפשר זיהוי נוכחות וירוס

2. מעקב אחר צבע הפרי בכל הניסויים המבוצעים בתחנת הניסיונות.

3. ניסיון למצוא קשר בין תנאי מזג אוויר לצבע הפרי.

-פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה -

במהלך התקופה נערכו מספר מפגשים עם מגדלים בחלקות המגדל ונדגמו עשרות מדגמים פרי בניסיון לאתר את מקור בעיית צבע הפרי.

-פרסומים

פירסומים שיצאו ממעבדתו של פרופ' מוראד גאנם כחלק מהפעילות המחקר זה

-המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר

בעיית צבע הפר הפכה לבעיה מרכזית שמהווה נטל כלכלי למגדלי הפלפל בבקעה וגם בערבה. במסגרת מחקר המשך אנו מנסים למצוא בשלב ראשון את הקשר לנוכחות וירוס PYLCV חדש וכן ניסיונות להתמודד עם התופעה ע"י טיפולים לאחר קטיף.