

## מבחן זני פלפל קיץ העמידים לוירוס הנבילה של העגבניה (TSWV).

### חוקרים שותפים:

יואל מסיקה - שה"מ, הגנת הצומח, משרד החקלאות.

אביתר אתיאל- ממ"ר פלפל, שלי גנץ - מדריכת ירקות- שה"מ, משרד החקלאות.

שלמה אילני- מדריך ירקות, מועצת הצמחים.

יחזקאל אנטיגנוס - המחלקה לוירולוגיה, מנהל המחקר החקלאי.

חנה יחזקאל, ליאנה גנות, אלי מתן - מו"פ דרום.

וירוס כתמי הנבילה של העגבניה (TSWV) נתגלה בארץ לראשונה לפני כ-10 שנים אך במהלך השנים האחרונות היקפי השטחים הנגועים בוירוס מצויים בעלייה מתמדת כאשר בשטחים נגועים הנזק לגידול הוא משמעותי מאוד המגיע עד כדי עקירת הגידול ואובדן מוחלט של היבול. למעשה מחלה זו מהווה היום את האיום המשמעותי ביותר על מגדלי הפלפל בארץ. וירוס זה תוקף שורה ארוכה של צמחים ביניהם פרחים שונים ובירקות הוא גורם לנזקים כבדים בעגבניות ובפלפל. תסמיני המחלה כוללים כתמים טבעתיים ע"ג העלים והפירות הפוסלים אותם לשוק וגם לעצירת צימוח של הצמח ונבילת צמחים. העברת הווירוס נעשית ע"י תריפס הפרחים המערבי (*Frankiniella occidentalis*) שהוא הוקטור הראשי (הגורם המעביר את הווירוס) והיעיל של הווירוס. פגיעה נרחבת של TSWV הופיעה בד"כ בחלקות פלפל במהלך האביב, תקופה בה קיימות אוכלוסיות גבוהות של תריפסים אולם בעונת הגידול הנוכחית התגלו במספר בתי גידול של פלפל באזור הערבה התיכונה ובבשור נגיעות בשטחי פלפל שנשתלו בקיץ המאוחר ובסתיו עובדה זו בתזמון עם הופעת אוכלוסיית תריפס הקיקיון (*Scirtothrips dorsalis*) שהוא מזיק חדש המופיע מוקדם בעונה, עשויים להוביל לאפשרות של מפגש בין וקטור חדש לבין גזע חדש של TSWV המותאם אליו. ההופעה המוקדמת של תריפס הקיקיון והשתלבותו עם אוכלוסיות תריפס הפרחים המערבי המופיעות מאוחר יותר יוצרת מצב חדש המגדיל את הסיכויים ליצירת מגפה משמעותית של TSWV, יתירה מכך בחלק מהשטחים הנגועים הופיעו בנוסף לסימני הווירוס הרגילים גם סימני נבילה חריפים המביאים להתמוטטות מלאה של הצמח, תופעה שלא ניצפתה בעבר. מופע כזה עשוי להצביע על הופעה של גזע אלים במיוחד של וירוס הנבילה של העגבניה.

הפיתרון האופטימלי להתמודדות עם נזקי הווירוס הוא שימוש בזנים עמידים. חברות הזרעים השקיעו מאמץ רב בכדי לטפח וליבא זנים בעלי עמידות לוירוס זה ואכן בשנים האחרונות נכנסו הרבה מאוד זנים בעלי עמידות לוירוס הנבילה של העגבניה. הביקוש לזנים עמידים מצד המגדלים הוא תנאי ראשון במעלה בפלפל הנשתל במועדי שתילה אביביים בהם יש חשיפה לאוכלוסיות גבוהות של התריפס (מרץ-אפריל). גם במועדי שתילה נוספים ישנה עליה מתמדת בביקוש לזנים עמידים לוירוס זה.

מטרת הניסוי הייתה בחינת עמידותם של זני פלפל בעלי עמידות לוירוס הנבילה של העגבניה המיועדים לגידול בשתילות אביב/קיץ.

## חומרים ושיטות:

בניסוי זה נבחנו 33 זנים: אדומים (37) צהובים (16) וכתום (2) שנשלחו ע"י 12 משווקים/ חברות זרעים: זני הפלפל שהשתתפו במבחן (4 חזרות):

חברת אפעל עם הזנים האדומים: גנדל, טריפל סטאר (ביקורת רגישה לוירוס), פיונה (זן צהוב). 148581 (זן כתום)

חברת ביו-כל עם הזנים האדומים: טופ 26, טופ 38, טופ 24, טופ 23. טופ 79 (זן צהוב) טופ 53 (זן כתום)

חברת זרעים גדרה עם הזנים האדומים: 7259, 7199,

חברת ים תיכון זרעים עם הזן האדום: מוסטנג

חברת ירוק עם הזנים האדומים: 6535, סביו, והזנים הצהובים: 6619, 628

חברת סולי עם הזנים האדומים: אלגריה, טריביאטה, רומנס, קומפס, וליריקה (זן צהוב)

חברת א.ב זרעים עם הזנים אנטה (אדום) וסיגלנס (צהוב)

חברת מילצ'ין עם הזן ולריו (אדום)

חברת עדן זרעים עם הזן 1201 (אדום)

זני הפלפל שהשתתפו בתצפית (2 חזרות):

חברת כצ"ט עם הזנים האדומים בילי (6609), 6622, 6621, 6620. ועם הזנים הצהובים: YO5644 לימונה, MX6165.

חברת אורייג'ן זרעים עם הזנים: OS-2012 OS-0292.

חברת אפעל עם הזנים האדומים: 14911, 14511, 14048 שיפון והזנים הצמובים: 13971 וקרלסה.

חברת זרעים גדרה עם הזנים האדומים: 7271, 7273.

חברת ים תיכון זרעים עם הזן האדום: NUN5061

חברת נירית זרעים עם הזן הצהוב 766

חברת סמקו עם הזן הצהוב 7086

חברת עדן זרעים עם הזנים האדומים: 1218, 1219, 1220 והזנים הצהובים 1207, 1221

צמחי הפלפל נשתלו בחוות הבשור בבית רשת של 50 מש בכדי למנוע הדבקות צמחים במחלות וירליות המועברות ע"י כנימות עלה. תאריך השתילה: 27/3/08. עומד הצמחים היה 3000 צמחים לדונם. גידול הפלפל היה נורמטיבי לאזור וכלל טיפולים סטנדרטיים כגון הורדת הפרחים במפרקים 0,1,2 כמו כן בוצעו טיפולי הדברה כנגד פגעים שונים כגון כנימות עלה ועש הטבק, קימחונית זחלי עשי לילה ואקריות, אולם לא ניתנו טיפולי הדברה כנגד תריפסים.

קטיף הפרות בוצע בין החודשים יולי ועד נובמבר כאשר הפרות נאספו ומוינו ע"פ הפרמטרים הבאים: 1. יבול כללי ויבול לפי החודשים יולי, אוגוסט וספטמבר ואוקטובר. 2. משקל פרי ממוצע (בגר') 3. אחוז פרות מעוותים. 4. אחוז פרות עם סדקי פרי. 5. אחוז פרות עם שחור פיטם. 6. אחוז פרות פחוסים (פלפאפל) 7. אחוז פרות הנושאים סימפטומים של וירוסים (TSWV).

במקביל למבחן השדה שלזני הפלפל, נערך מבחן מעבדתי לבחינת עמידות זני הפלפל לוירוס: צמחי פלפל שהיו מוכנים לשתילה הובאו למעבדה של דר' יחזקאל אנטיגנוס שם בוצעה הדבקה ב-3 תבדידי TSWV שונים שנאספו מ-3 אזורים בארץ מחלקות של מגדלים שנשתלו עם זני פלפל שהוצהרו כעמידים לוירוס ועל צמחי הפלפל נראו סימפטומים של TSWV: התבדיד RBL נאסף מחלקת פלפל נגועה מאזור השרון, התבדיד RB3 נאסף מחלקת פלפל

נגועה ממושב תדהר שבנגב, התבדיד WT נאסף מחלקת פלפל נגועה מאזור הערבה. תבדידי הוירוס נשמרו במעבדה, ושימשו לצורך הדבקת זני הפלפל שבמבחן, הדבקת הצמחים הייתה באופן מכאני כלומר פציעת רקמת העלה ואח"כ ריסוס עם תבדידי הוירוס. לאחר ההדבקה גודלו הצמחים בתנאים מבוקרים בפיטוטרון, ונעשה מעקב אחר הופעת סימפטומים של TSWV. שלושה מתבדידי הוירוס הטהורים של נבחרו להמשך העבודה (RB1 #3, RB3 #3 ו-WT #1). כל תבדיד הודבק מכאנית ל-20 זני פלפל עמידים (4-5 צמחים מכל זן), הנושאים את הגן *Tsw*. כביקורת הודבקו שני זני פלפל רגישים ו-*N. glutinosa*. ההדבקה התבצעה עם הופעת 9 עלים אמיתיים בצמח. הניסוי התבצע בחממה. סימני מחלה נבדקו בזמנים שונים לאחר ההדבקה (2dpi, 4dpi, 8dpi, 14dpi, 21dpi, 24dpi, 28dpi, 30dpi, 42dpi, 30dpi).

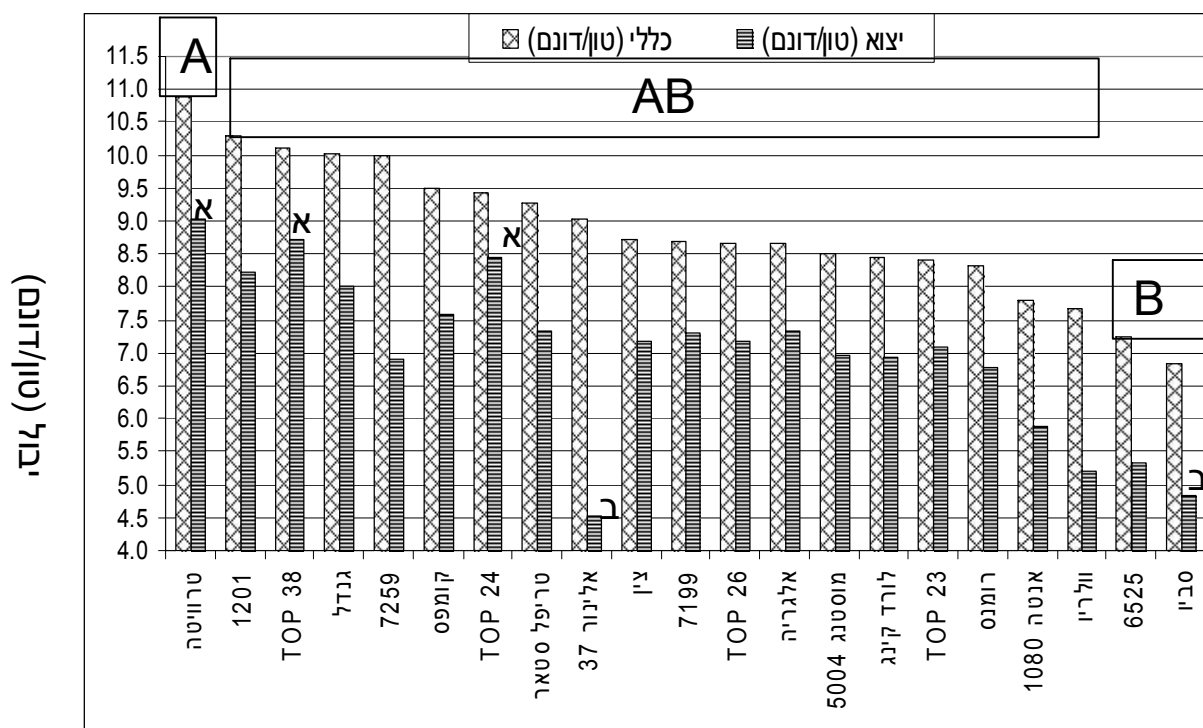
### תוצאות:

**טבלה 1:** השוואת כשר שבירת עמידות של סידרת זנים עמידים ע"י שימוש בתבדידים טהורים במעבדה.

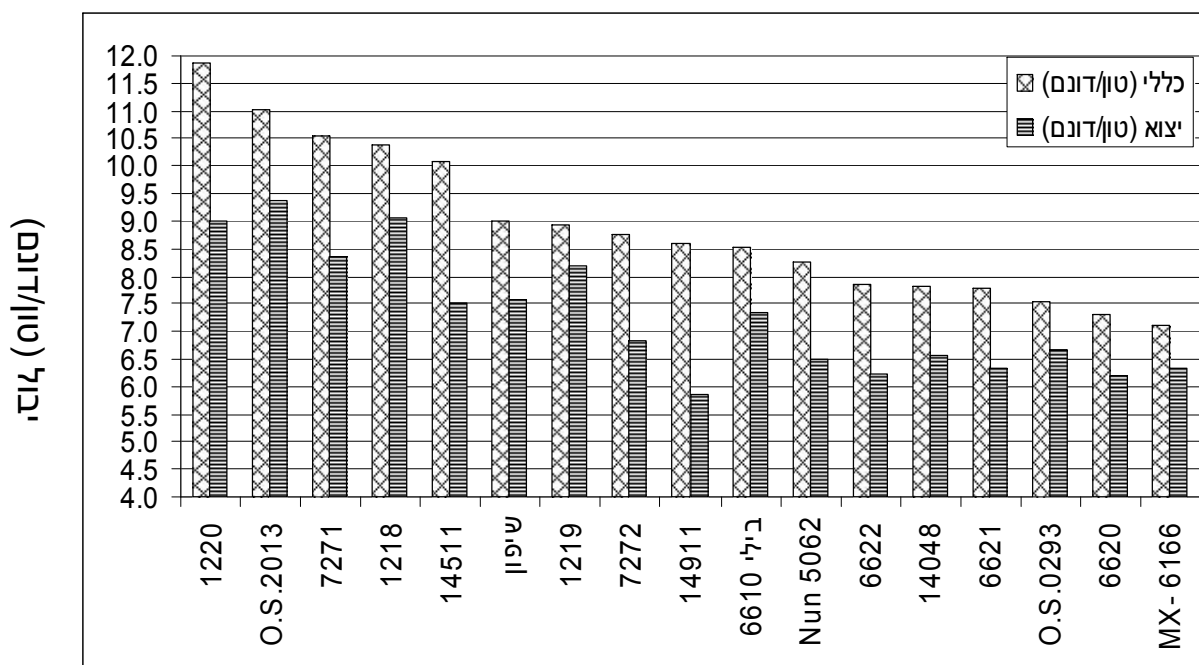
WT #1	RB3 #3	RB1 #3	זן
+	+	+	וולריו
-	+	+	אנטה 1080
+	+	+	סבין
-	+	+	גנדל
+	+	+	פיונה
-	+	+	טופ 24
-	+	+	צין
-	+	+	7199
-	+	+	מוסטנג 5004
-	+	+	6525
-	+	+	אלגריה
-	+	+	ליריקה
-	+	+	רומנס
-	+	+	טרוויטה
-	+	+	1201
-	+	+	OS.2012
-	+	+	5061Nun
-	+	+	בילי 6609
+	+	+	7086
-	+	+	1218
+	+	+	טריפל סטאר (ביקורת)
+	+	+	מאור קו רגיש

+ שבירת עמידות - לא נשברה העמידות

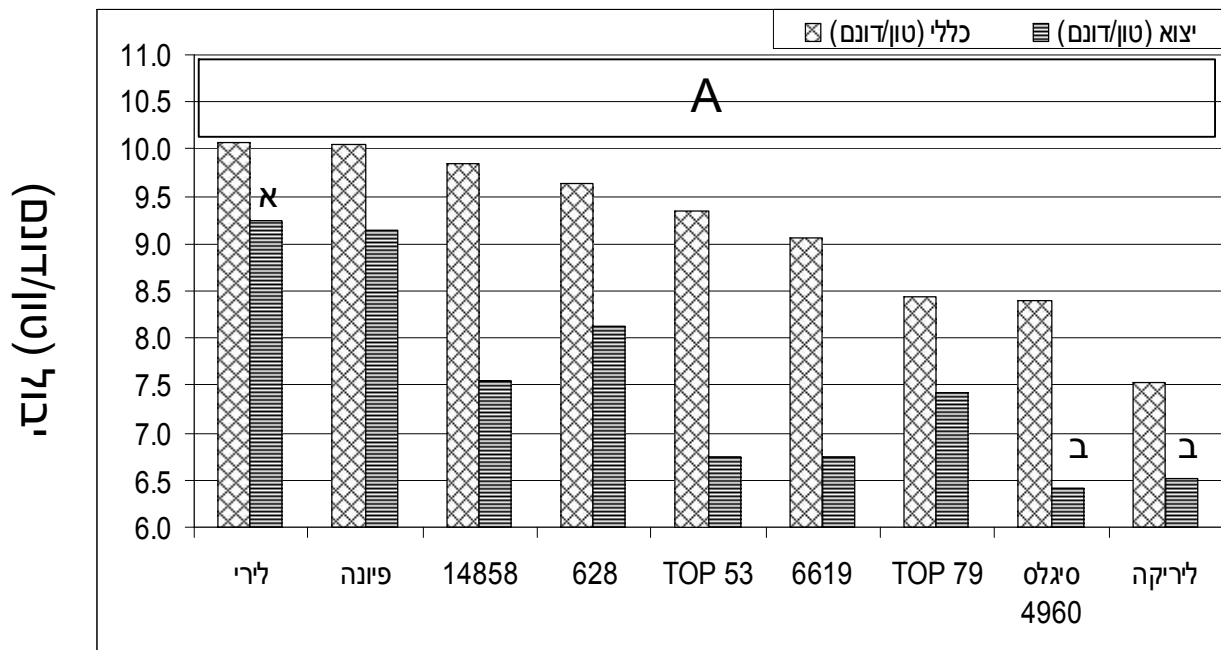
איור 1: סך היבול הכללי והיבול המשוקק ליצוא של זני הפלפל האדומים שהשתתפו במבחן (האותיות A ו B מתיחסות להבדלים מובהקים בין נתוני היבול הכללי והאותיות א ו ב מתיחסות להבדלים מובהקים בין נתוני היבול המשוקק ליצוא)



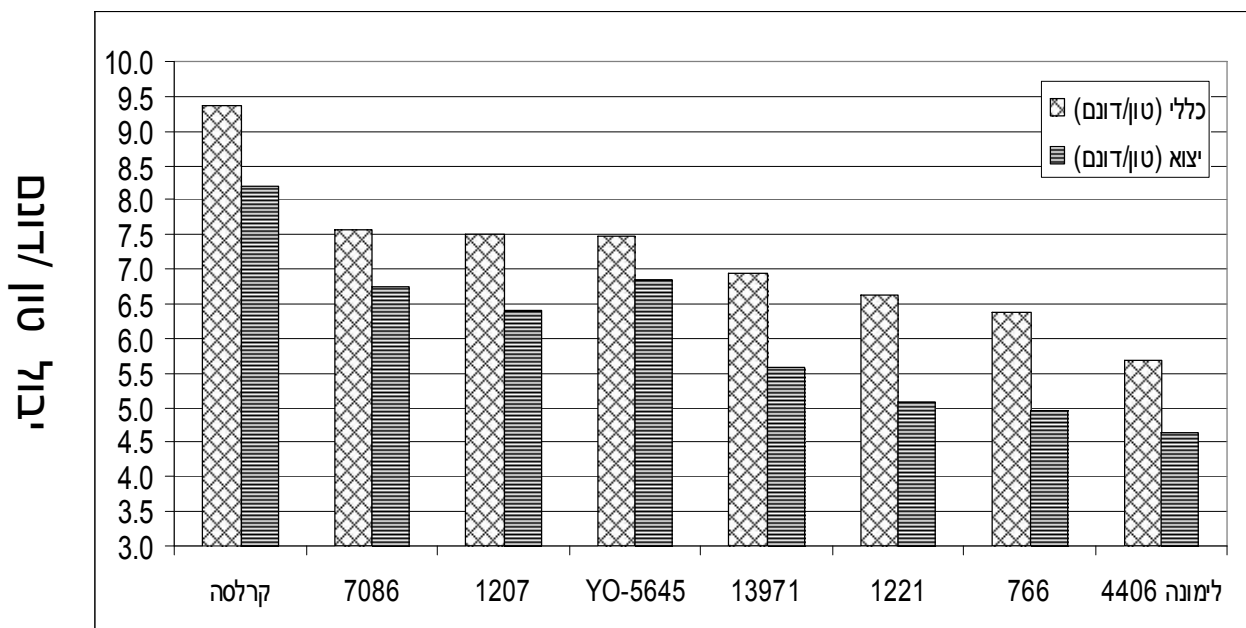
איור 2: סך היבול הכללי והיבול המשוקק ליצוא של זני הפלפל האדומים שהשתתפו בתצפית



איור 3: סך היבול הכללי והיבול המשווק ליצוא של זני הפלפל הצהובים שהשתתפו במבחן (האותיות A ו B מתיחסות להבדלים מובהקים בין נתוני היבול הכללי והאותיות א ו ב מתיחסות להבדלים מובהקים בין נתוני היבול המשווק ליצוא)



איור 4: סך היבול הכללי והיבול המשווק ליצוא של זני הפלפל הצהובים שהשתתפו בתצפית



**טבלה 2 נתוני איכות פרי של זני הפלפל האדומים שהשתתפו בניסוי (אותיות שונות מבטאות הבדלים מובהקים)**

זן	משקל פרי ממוצע (גר')	יצוא (%)	עיוותים (%)	סידוקים (%)	נזקי חום (%)	שחור פיטם (%)	וירוס (%)
מוסטנג 5004	A 191	ABC 75.1	CD 14.7	B 5.8	1.5	2.9	0.0
טרוויטה	A 190	AB 81.9	CD 10.5	B 5.9	0.2	1.5	0.0
רומנס	AB 184	ABC 71.5	BCD 18.0	B 4.7	0.0	5.75	0.0
אלגריה	AB 182	AB 80.7	CD 11.5	B 5.6	0.5	1	0.0
TOP 24	AB 181	A 85.9	D 8.6	B 2.7	0.5	2.25	0.0
TOP 38	ABC 180	AB 83.3	D 8.8	B 3.6	0.7	3.6	0.1
קומפס 7199	ABCD 177	ABC 75.2	CD 15.5	B 1.5	2.7	3.5	0.0
אלינור 37	ABCDE 175	ABC 75.0	ABCD 20.1	B 2.2	0.4	0.75	0.1
צין	ABCDE 174	D 47.3	BCD 17.0	A 21.6	6.1	7.2	0.6
1201	ABCDE 169	ABC 75.7	BCD 17.3	B 2.8	0.8	2.75	0.0
TOP 26	ABCDE 169	ABC 71.3	ABCD 22.2	B 0.9	3.6	2.0	0.0
טריפל סטאר	ABCDEF 168	ABC 78.4	CD 12.6	B 1.9	0.7	4.7	0.6
גנדל	ABCDEF 165	ABC 71.2	CD 15.5	B 3.1	0.2	2.8	7.2
לורד קינג	ABCDEF 160	ABC 72.1	ABCD 21.6	B 3.7	0.2	1.3	0.0
TOP 23	ABCDEF 159	ABC 72.9	ABCD 20.7	B 5.0	1.1	0.3	0.0
סביו	ABCDEF 158	ABC 77.6	ABCD 19.0	B 0.3	0.2	3.0	0.0
6525	ABCDEF 156	ABC 68.1	ABCD 20.7	B 2.7	1.3	4.2	2.6
7259	BCDEF 154	ABCD 65.3	ABCD 21.6	B 1.8	0.3	5.6	0.0
וולריו	CDEF 148	ABCD 65.3	ABCD 23.2	B 1.6	6.1	3.2	0.0
אנטה 1080	EF 144	CD 55.2	A 35.3	B 2.8	0.0	5.75	1.3
	F 135	ABCD 65.7	ABC 27.1	B 1.7	0.0	4.1	1.4

**טבלה 3 נתוני איכות פרי של זני הפלפל האדומים שהשתתפו בתצפית**

זן	משקל פרי ממוצע (גר')	יצוא (%)	עיוותים (%)	סידוקים (%)	נזקי חום (%)	שחור פיטם (%)	וירוס (%)
1219	180	87.7	9.1	0.1	2.4	0.6	0.0
O.S.2013	180	83.3	11.0	1.3	3.7	0.2	0.1
שיפון	179	84.1	6.4	4.9	2.9	1.3	0.0
O.S.0293	179	82.4	15.0	2.2	0.0	0.3	0.0
14511	177	75.7	15.3	0.0	8.7	0.3	0.0
בילי 6610	177	79.2	13.3	3.6	1.0	2.9	0.0
1218	175	82.1	10.2	6.8	0.7	0.2	0.0
14048	171	82.5	10.7	1.3	0.8	1.8	2.9
MX- 6166	170	84.0	15.4	0.3	0.0	0.4	0.0
Nun 5062	170	74.1	11.6	6.0	4.6	3.0	0.0
14911	170	60.7	15.8	10.2	7.6	5.7	0.0
6620	167	85.7	7.4	1.1	0.7	4.9	0.0
7271	157	67.2	22.2	3.1	0.5	6.6	0.0
6621	154	67.6	28.1	3.0	0.0	1.2	0.0
6622	152	76.3	13.3	0.4	0.0	9.9	0.0
1220	146	68.5	22.7	0.0	1.0	3.9	3.8
7272	146	70.0	20.7	4.3	0.5	4.4	0.0

**טבלה 4 נתוני איכות פרי של זני הפלפל הצהובים/כתומים) שהשתתפו בניסוי**

**(אותיות שונות מבטאות הבדלים מובהקים)**

זן	משקל פרי ממוצע (גר')	יצוא (%)	עיוותים (%)	סידוקים (%)	נזקי חום (%)	שחור פיטם (%)	ירוס (%)
לירי	A 194	A 84.3	C 10.0	2.4	0.0	AB 3.3	0.0
TOP 79	AB 189	A 83.7	C 9.0	5.3	0.8	B 1.1	0.0
ליריקה	AB 189	A 81.9	C 11.3	0.2	0.2	AB 6.5	0.0
628	ABC 172	AB 72.4	ABC 22.2	2.6	0.5	AB 2.1	0.1
פיונה	ABC 170	A 84.8	C 13.6	0.4	0.6	B 0.6	0.0
14858	ABC 169	AB 72.8	C 12.8	3.4	8.3	AB 2.7	0.0
6619	BC 155	AB 69.0	BC 16.7	1.8	0.2	A 11.4	0.0
TOP 53	C 146	B 60.7	A 33.2	2.2	1.2	AB 2.2	0.5
סיגלס 4960	C 145	AB 68.4	AB 28.6	1.5	0.0	B 0.4	0.0

**טבלה 5 נתוני איכות פרי של זני הפלפל הצהובים/כתומים) שהשתתפו בתצפית**

זן	משקל פרי ממוצע (גר')	יצוא (%)	עיוותים (%)	סידוקים (%)	נזקי חום (%)	שחור פיטם (%)	ירוס (%)
YO-5645	205	82.9	12.7	3.1	0.5	0.8	0.0
1207	172	81.6	12.8	0.5	0.6	4.6	0.0
קרלסה	171	80.0	14.2	4.9	0.0	0.9	0.0
4406	171	66.2	28.4	1.4	0.0	4.0	0.0
לימונה	169	83.9	15.2	0.0	0.3	0.0	0.6
7086	160	76.2	18.4	3.9	0.8	0.7	0.0
13971	156	64.6	31.7	0.9	1.9	0.9	0.0
766	133	67.6	31.4	0.0	0.3	0.7	0.0
1221							

טבלה 6: הערכת צמחים ויזואלית שנעשתה במבנה של זני הפלפל האדומים שהשתתפו בניסוי המספרים 1-10 כאשר 1- הנמוך ביותר 10 – הגבוהה ביותר.

הערות	צימוח	אחידות	רגולריות	צבע	זן
	גבוה	7	8	9	אנטה 1080
		2	2	2	וולריו
	מתון	6	6	7	טריפל סטאר
צבע עובר מכתום לאדום	חזק	5	5	5	גנדל
פרי מאורך	חזק	5	5	8	TOP 26
דמוי למויו, מאורך			מאורך	6	TOP 38
מאורך, לא יפה		2	2	7	TOP 24
מאורך מחודד		6	6	6	TOP 23
פרי קטן, לא לשתילה מוקדמת		4	4	4	צין
		7	7	6	אלינור 37
		3	3	5	לורד קינג
			8	7	7259
	גבוה	6	6	6	מוסטנג 5004
		2	2	6	6525
		7	8	6	קומפס
	מתון	8	8	8	רומנס
צימוח מואץ	גבוה	6	7	6	טרוויטה
	בינוני	3	3	7	1201

מקרא: רגולריות = מראה הפרי (צורה חיצונית). אחידות = דמיון בין הפרות בצורה ובגודל. תחום הציון הוא מ-1 עד 10. זן שבמרבית הפרמטרים מקבל ציון גבוה מ-7 נחשב לזן יפה, אחיד ובעל צבע אדום. ציון נמוך מ-7 בפרמטר של צבע מבטא צבע אדום חלש (בהיר).

טבלה 7: הערכת צמחים ויזואלית שנעשתה במבנה של זני הפלפל הצהובים שהשתתפו בניסוי המספרים 1-10 כאשר 1- הנמוך ביותר 10 – הגבוהה ביותר.

זן	צבע	רגולריות	אחידות	צימוח	הערות
סיגלס 4960	7	5			
פיונה	8	8	8		
TOP 79	7	2	2		
לירי	9	9	9	גבוה	נמרץ
6619	7	7	6	גבוה	מאוד גבוה
628	7	7	7		
ליריקה	7	5	5	גבוה	
14858	8	9	9	גבוה	שומר על צורה וגודל
TOP 53	2	5	5		מאורץ, פיטס שקוע

### דיון ומסקנות:

תוצאות מבחן העמידות שנעשתה במעבדה (טבלה 1) מלמדות שרוב הזנים שנשברה בהם העמידות הראו סימני נקרוזה בקודקוד ובגבעול, ובמספר קטן של זנים נצפתה בתחילה תגובה של עיוות והצהבה בעלים (7806, סביו וולריו), שבחלק מהמקרים התפתחה לאחר מספר שבועות לנקרוזה. דרגות החומרה שנצפו השתנו מעט מזן לזן ולא נצפו הבדלים מהותיים בין שלושת התבדידים במקרים בהם נשברה העמידות. RB1 ו-RB3 שברו עמידות בכל הזנים העמידים שנבדקו (85/98 צמחים ב-RB1 ו-93/98 צמחים ב-RB3), בעוד תבדיד ה-WT שבר עמידות ב-4/20 הזנים שנבדקו (16/100 צמחים).

הזן 6525 הראה סבילות גבוהה יותר לתבדידים שוברי העמידות, ע"י התפתחות סימני מחלה קלים יותר. צמחים מזן זה היו גדולים יותר מאשר צמחים מודבקים מזנים אחרים ואף רובם הראו התאשוות מלאה (עפ"י סימנים ובדיקת ELISA) בחודשיים לאחר ההדבקה. תבדיד ה-WT לא הצליח לשבור עמידות כלל בזן זה. זן זה מכיל את הגן לעמידות *Tsw* בצורה הומוזיגוטית דומיננטית. במבחן העמידות של הזנים בשדה לא היו הבדלים מובהקים ברמת האילוח בין הזנים השונים, וזאת למרות שהיו במבנה אוכלוסיות גבוהות מאוד של תריפסים אשר חדרו לתוך המבנה והתבססו בו. ושיעור הנגיעות של זן הביקורת הרגיש לוירוס (טריפל סטאר) היה נמוך יחסית ולא היה נבדל סטטיסטית מיתר הזנים שנבחנו.

בשכלול מרבית הפרמטרים הקשורים ליבול כללי, יבול ליצוא ואיכויות שונות של הפרות בלטו בניסוי זה הזנים האדומים הבאים: טריוויטה היה יתרון מסויים מיתר הזנים שנבחנו בעקר בגלל היבול הגבוהה שלו, אחוז הפרי ששווק ליצוא ומשקל הפרי הגבוהה יחסית שלו. יחד עם זאת צויין הטבלת האיכות כי לזן זה יש אופי צימוח מואץ. זנים נוספים שבלטו בניסוי היו: רומנס, אלגריה, צין, 7199, קומפס, טופ 38, טופ 34, 1201, מוסטנג. הזנים שבלטו בתצפית היו: 2013, שיפון, 1219, 14511. ומומלץ ההעביר אותם לבחינה ב-4 חזרות במבחן הזנים הבא.

הזן הצהוב לירי היה יתרון מסויים מיתר הזנים הצהובים שנבחנו בעקר בגלל היבול הגבוהה יחסית שלו, אחוז הפרי הגבוהה ששווק ליצוא ומשקל הפרי הגבוהה יחסית שלו וציוני האיכות הגבוהים להם הוא זכה. הזנים פיונה ו 628 היו טובים אף הם.

הזנים הצהובים שבלטו בתצפית היו: קרלסה, 1207, YO 7086, 5645 ומומלץ ההמשיך לבחון אותם בעונה הבאה ב-4 חזרות.