

דרכים להתמודדות עם מחלת הכיב הבקטריאלי והנבילה בעגבניות בחממות.

חוקרים שותפים:

גיורא קריצמן, שולמית מנוליס, פרידה קלייטמן, בני קירשנר, איריס דורנאי, המחלקה למחלות צמחים, מכון וולקני.

יעל רקח, המחלקה למחלות צמחים, הפקולטה לחקלאות.
יואל מסיקה, מדריך הגנת הצומח- שה"מ לשכת הדרכה נגב.
אלי מתן, מנהל מו"פ דרום.

- ✓ **הצגת הבעיה:** הפתוגן *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* הוא חיידק גרם חיובי, הגורם למחלת הכיב הבקטריאלי (bacterial canker) ומחלת הנבילה בעגבניות. בשנת 2000 הייתה אפידמיה של המחלה בבתי צמיחה בחבל הבשור ובגוש קטיף שהם האזורים העיקריים לגידול עגבניות חממה ועגבניות צ'רי. מאז המחלה התבססה בחממות באזור הבשור. מנתוני סקר שבוצע בחודש יולי 2002 התגלתה נגיעות בכ- 450 דונם בתי צמיחה (בעיקר בתי רשת) וסביר כי היקפי השטחים הנגועים אף גבוהים יותר. המחלה התפשטה גם לאזורי גידול של עגבניות תעשייה בצפון הארץ ונמצאה בחולה, בגולן ובעמק עכו (קריצמן מידע אישי).
- ✓ **מטרות המחקר:** מטרת העבודה הנוכחית היא לבחון כמה דרכים מעשיות חדשות להתמודדות עם מחלת הכיב הבקטריאלי בחממות על מנת לצמצם את הנזקים הכלכליים הנגרמים לגידול וכן למנוע את התפשטות המחלה לאזורי גידול נוספים של עגבניות. מטרה זו תושג באמצעות מטרות העבודה המפורטות:
- א. בחינת טיפולי קרקע באמצעות תוספים אורגניים. היפותזות העבודה הן: א. הפחתת אוכלוסיית הפתוגן בקרקע תוריד את רמת האינקולום מתחת לסף ההדבקה, ב. הטיפול ישפיע על אוכלוסיית המיקרואורגניזמים בקרקע עד ליצירת קרקע סופרסיבית לפתוגן. מהמחקר שערכנו נמצא כי החיידק שורד בקרקע למשך תקופות ארוכות (למעלה מ 12 חודשים) ברמת אינקולום היכולה לגרום להופעת מחלה. ישום של פורמלין מוריד את האוכלוסייה אולם לשימוש בו יש מגבלות שאינן מאפשרות ליישמו בקרבת בתים (מעל 150 מטר). בחממות רבות באזור הבשור הקרבה לבתים לא מאפשרת להשתמש בחיטוי של פורמלין, בנוסף עלות החיטוי גבוהה. לחיטוי בקיטור יש מגבלות תקציביות וקשיי יישום. ולכן חשוב למצוא דרכים נוספות יעילות לסביבה וכלכליות.
- ב. השפעת מחזור גידולים על הישרדות הפתוגן בקרקע. השערת העבודה היא שגידול צמחים ממשפחות בוטניות אחרות מהסולניים יביא להפחתת רמת האינקולום בקרקע נגועה. לשם כך נבדוק מחזור או מספר מחזורי גידול של דלועיים בין גידול עגבנייה למשנהו.
- ג. איתור והתאמת מקורות לעמידות כנגד הפתוגן לשימוש בצמחים מורכבים. בשנים האחרונות נמצאו מספר מקורות אפשריים לעמידות בעגבניות כנגד החיידק אך עדיין לא הוכנסו לשימוש מסחרי (Francis et al 2001). השערת העבודה היא כי ניתן להשתמש בצמחים עמידים ככנות להרכבות של הזנים המסחריים הרגישים בתנאי שהפתוגן אינו מועבר מהכנה לרוכב! שימוש בכנות כאלה יכול לפתור את הבעיה של הישרדות החיידק בקרקע והקטנת עוצמת המחלה. תבחן גם ההשפעה על הדבקה בחלק העל קרקעי.
- ד. בדיקת יחסי הגומלין בין הפתוגן לכנה/רוכב. המטרה לבדוק האם כנות עמידות ישפיעו על הישרדות והתפשטות החיידק בצמח, ועל הקטנת עוצמת הסימפטומים בחלקים העל קרקעיים.
- ✓ **שיטות ומהלך העבודה:** מחקר זה הינו שילוב של עבודה פיטובקטריולוגית בשיטות בקטריולוגיות קלאסיות ושיטות מולקולאריות – מצעים סלקטיביים, מבחני קוך, בידוד הגדרה אילוח והדבקה העשרה, נוגדים, PCR ופרופיל חומצות שומניות. השילוב הוא עם גידול צמחים בתנאי בית רשת מקובלים בחקלאות הן בחלקות ניסוי והן בתצפיות אצל מגדלים, התייחסות לקרקע ומצעי הגידול כבית גידול לפתוגן הנחשב כשוכן קרקע ובחינת שיטות לטיפול בקרקע או המצע כולל אילוח קרקעות, חקר אוכלוסיות ודיגומים. התמודדות עם בעיות הורטיקולטוריות כולל יצירת כנות הרכבת צמחים ומעקב אחר ביטוי המחלה בשדה.
- ✓ **תוצאות עיקריות:** הפתוגן שורד בעקר בשיירי צמחים; רמת מדבק התחלתית של מאות ספורות של חיידקים בקרקע עלולה להתחיל מגיפה; מונו קולטורה של עגבניות גורמת לאילוח קרקע בצורה מהירה ועידוד המצאות של אוכלוסייה ברמה גבוהה; גידולי ביניים ובמיוחד זבל ירוק לפתית גורמת להפחתת האוכלוסייה לעיתים אל מתחת לסף הגילוי; תוסף אורגני עשיר בחלבון – מדביר את הפתוגן כתוצאה משחרור רמת אמוניה מחד והשתנות אוכלוסיית המיקרואורגניזמים בקרקע מאידך; הרכבות עשויות למתן את הנזק כאשר רמת האוכלוסייה בקרקע מתחת לסף מסוים; צמחי לפל שאף הם ממשפחת הסולניים סבילים למחלה שילובם במחזור לא תמיד גורם

לדעיכת הפתוגן בקרקע ; בקרקע נגועה אפשר לגדל צמחים בתוך חוצץ אורגני עד לדעיכת הפתוגן ; שימוש באנטיביוטיקה לא תותר את הבעיה ; קיימת בעיית יישום של תכשיר פורדור ואי ההצלחות נובעות א. מנוכחות שורשי צמחים מאוכלסים בפתוגן שהתכשיר לא בא איתם במגע, ב. כנראה שימוש ברעיון היישום הפרופורציונאלי לקרקע במהלך מנת ההשקיה השונה מההמלצה המקורית של דחיקת תכשיר מרוכז לעומק החתך הרצוי .

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות

ניתן ורצוי לנצל הידע שנצבר במחקר זה לשימוש מיידי : גידול צמחים בחוצץ אורגני ; שימוש בגידול ביניים מתאים , טיפול בקרקע באמצעות תוסף אורגני עתיר בחלבון כגון כוספת סויה קמח נוצות ועוד, שיפור מערך יישום החיטוי באמצעות פורדור 37 והימנעות מהשארית שיירי צמחים בקרקע. שימוש בידע שנרכש בנושא מחזור הגידולים המעודד מחלה וזה המדכא מחלה . ולמעבדות המאבחנות ניצול הידע שנרכש בנושא בידוד אבחון וחקר אוכלוסיות .

מבוא:

ציוני דרך של המחלה בארץ : התגלתה לראשונה בשנת 1963. סוף שנות ה-80 הייתה התפרצות ראשונה של המחלה בהיקפים של כמה עשרות דונמים אולם צווי השמדה שניתנו לחלקות הנגועות מנעה את התפשטות המגיפה. שנות ה-90 אופיינו כשקטות עם נגיעות ספוראדיות בחממות אשר הודברו עם פורמלין. בשנת 2000 הייתה התפרצות נוספת של המחלה באזור חבל הבשור בהיקפים של כמה עשרות דונמים כאשר באזור הבשור החלקות הנגועות היו בעיקר בבתי רשת שנסתלו באביב/קיץ וגוש קטיף בחממות עם עגבניות צ'רי. משנת 2000 ישנה עלייה מתמדת בהיקף השטחים הנגועים בבתי צמיחה . כיום אומדן היקף המחלה באזור הבשור עומד על מעל ל-1000 דונם רובם המכריע בבתי רשת. חלקות נגועות נוספות – בהיקפים קטנים נמצאו גם באזור ביקעת הירדן, רמת הגולן ואזורים נוספים בצפון (עגבניות תעשייה) ורק לפני חודש בבית שאן. דרכי ההדבקה של הפתוגן : החיידק מועבר בזרעים [Seedborne], אילוח הצמחים ע"י גורם המחלה יכול להתבצע דרך הנוף או דרך הקרקע תהליך האילוח לרוב דרך פצע ברקמה או פתח כגון פיונית , הידטודה, עדשתית, או דרך השורש. והדבקה ע"י עובדים וכלי עבודה. שורד בין העונות בכל חלקי הצמח של העגבנייה שורד בקרקע בחלקי צמחים שטרם התפרקו, גם בריזוספירה של שורשי עשבים רעים חלמית, סולאנוס ועוד. קשיים בהתמודדות : גידול עגבניות בכל עונת השנה במבנים עם הדליה בשיטה ההולנדית יוצר תנאי הדבקה ומעבר המחלה בין החלקות . בשלב הראשון של ההדבקה לא נראים סימפטומים אופייניים ע"ג הצמח כך שהמגדל נמצא תמיד בשלב גילוי כבר אחרי שהמחלה התבססה וכתוצאה מכך אינו יכול להתמודד איתה באופן יעיל. אין בנמצא תכשירים אפקטיביים להדברת גורם המחלה במהלך הגידול. קשיים וכישלונות רבים בהדברת גורם המחלה ע"י הפורמלין נושא שנחקר על ידנו בעבודה זאת. מונו קולטורה של עגבניות בתוספת תרבות חקלאית ורמת סניטציה גרועים מאפשר הישרדות הפתוגן בין העונות . מטרת העבודה הנוכחית היא לבחון כמה דרכים מעשיות חדשות להתמודדות עם מחלת הכיב הבקטריאלי בחממות על מנת לצמצם את הנזקים הכלכליים הנגרמים לגידול וכן למנוע את התפשטות המחלה לאזורי גידול נוספים של עגבניות.

פירוט עקרי הניסויים- תנאי פתיחה: בעונת הניסוי הקודמת לא התקבלו תוצאות בגלל שלא היה אילוח צמחים מהקרקע (למרות שהייתה נגיעות צמחים בשנה הקודמת). הוחלט בדיון הקודם שיש לבצע אילוח קרקע באמצעות הטמנת שורשי עגבניות שתילקח מחלקה נגועה אצל אחד מהמגדלים. האילוח צריך להיות שווה בכל אחד מהמבנים בהם מתבצע הניסוי ואח"כ יש לבצע את הטיפולים השונים. מסקנות מהתוצאות הוחלט לא להשתמש בהרכבות עם כנות סבילות ולהתמקד במחזור גידולים, גידול והצנעה בקרקע של צמח ממשפחת המצליבים לפני שתילת העגבניות, ושימוש במצע מנותק ע"פ קרקע מאולחת וללמוד על סבילות הכנות.

טבלה מספר 1

טיפולים ראשיים בחממיות חוות הבשור.

1 בקורת	2 מחזור גידולים	3 לפתית
4 מחזור גידולים	5 מצליבים	6 בקורת
7 בקורת	8 מחזור גידולים	9 מצליבים
10 מחזור גידולים	11 מצליבים	12 בקורת
13 היקש	14 מחזור גידולים	15 מצליבים

טיפול משנה בחממיות היקש- 4 שורות בכל חממית מדרום לצפון: זנים רגישים 189, 600; קווים עמידים- 2525; 2528; 2529; קווים עמידים- 2528; 2529; 2525; עגבנייה 189 זן רגיש במצע מנותק [G-B].

טיפול משנה בחממיות "מחזור גידולים" - 4 שורות בכל חממית מדרום לצפון: פלפל; עגבנייה קו רגיש 189; מלפפון בהדליה; עגבנייה 189 זן רגיש במצע מנותק [G-B].

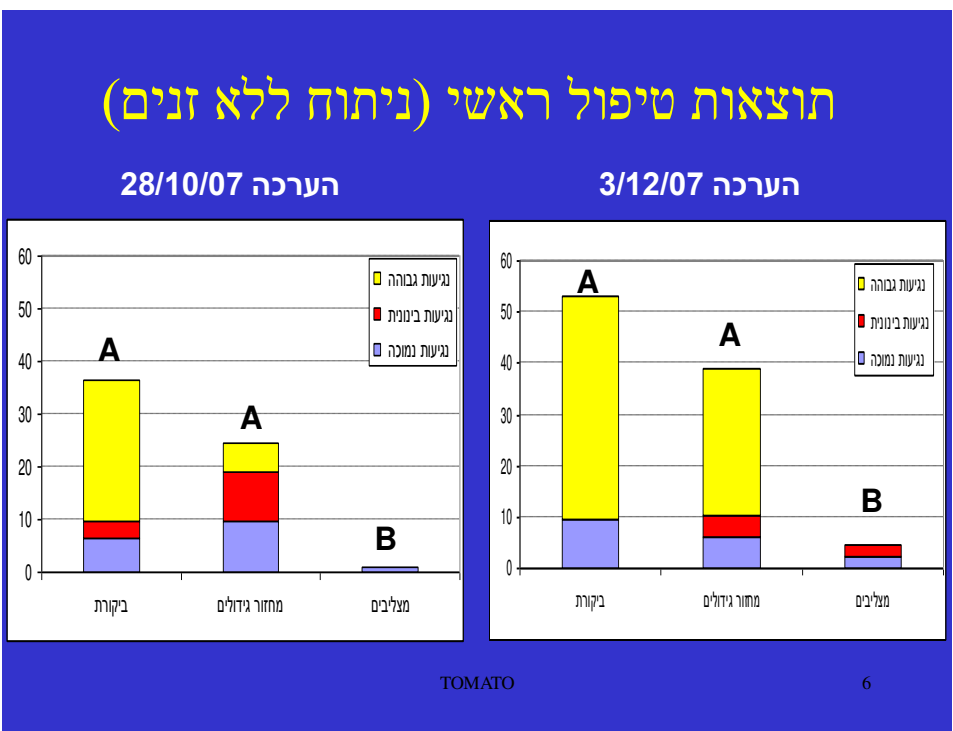
טיפול משנה בחממיות "מצליבים" - 4 שורות בכל חממית מדרום לצפון: זנים רגישים 189, 600; קווים עמידים- 2525; 2528; 2529; קווים עמידים- 2528; 2529; 2525; עגבנייה 189 זן רגיש במצע מנותק [G-B].

אילוח ראשון של כל החלקות נעשה בתאריך 15/2/07 מאינוקולום שנאסף מחומר צמחי נגוע (שורשים) ממגדל במושב תלמי אליהו. זריעת הקנולה נעשה בתאריך 2/3/07, כשבועיים לאחר מכן נשתלו צמחי רוקולה במנהרות הקנולה במקומות בהם לא הייתה נביטה טובה של קנולה. בתאריך 12/4/07 נקצרה הקנולה+רוקולה תוכחה לקרקע ובוצע כיסוי פוליאטילן ע"פ הקרקע והוסר כ-10 ימים לפני השתילה. נשלחו שורשים מהקרקע לבחינת נגיעות בחיידק והתקבלה תשובה שלילית. בתאריך 13/5/07 בוצע אילוח נוסף של הקרקע רק בטיפולים של הביקורת והמחזור גידולים באינוקולום (שורשים) שנאסף בבית רשת בעל נגיעות גבוהה ממגדל במושב ישע. צמחי העגבנייה+פלפל+מלפפון נשתלו בתאריך 21/5/07

בניסוי זה בחנו האוכלוסייה בקרקע הטיפולים הראשיים וטיפול המשנה, מעקב אחר הדבקות הצמחים על פי מדגמים של עלים, מעקב אחר הופעת סימני מחלה. ומתוצאות אלו למדנו על האפידמיולוגיה של נמחלה ועל יעילות הטיפולים למניעת מחלה.

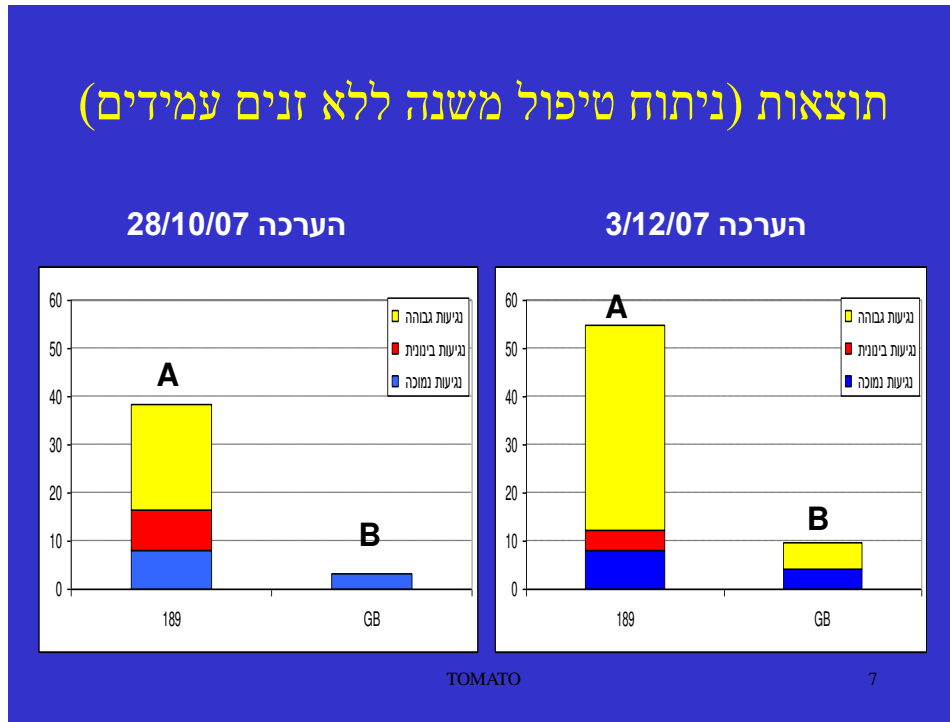
שרטוט מספר 1

השפעת הטיפולים הראשיים: היקש, מחזור גידולים או זבל אורגני צמחים ממשפחת המצליבים על הנגיעות במחולל מחלת הכיב הבקטרי של העגבנייה



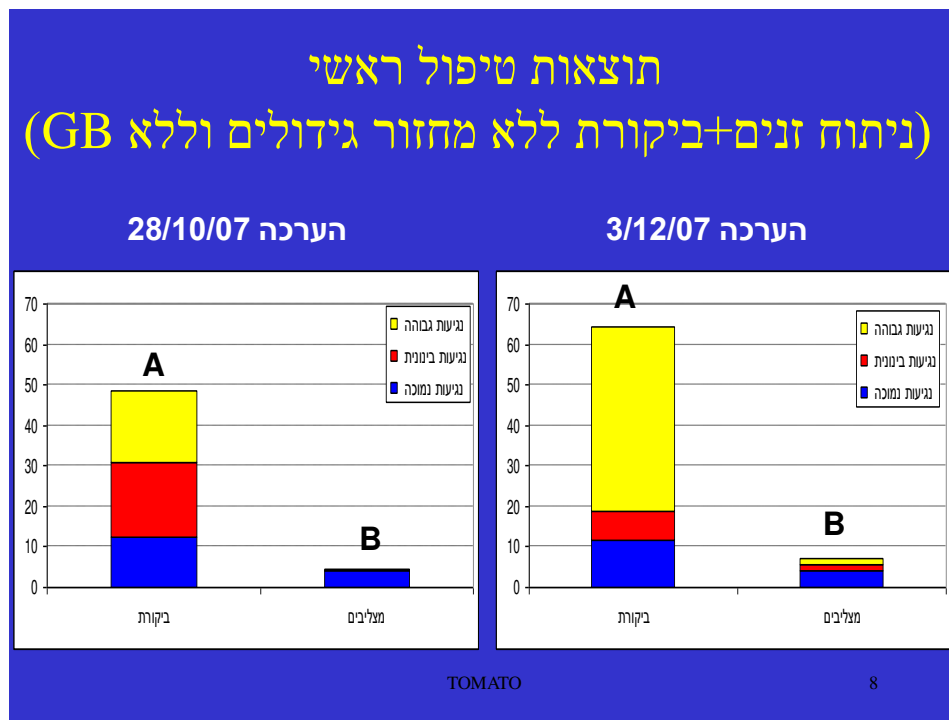
שרטוט מספר 2

השפעת הטיפולים המשניים : פלפל, זן רגיש #189 של עגבניות, מלפפון, וגידול זן רגיש #189 של עגבניות במצע מנותק [B-G], על הנגיעות במחולל מחלת הכיב הבקטרי של העגבנייה.



שרטוט מספר 3

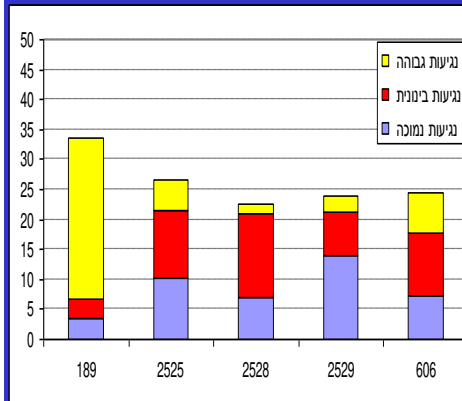
השפעת הטיפולים הראשיים : זנים, היקש ללא מחזור גידולים וללא גידול במצע מנותק על הנגיעות במחולל מחלת הכיב הבקטרי של העגבנייה.



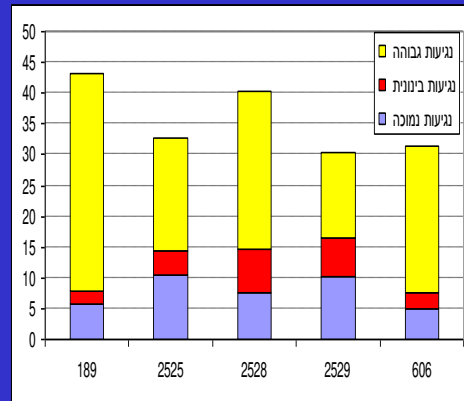
השפעת הזנים (ללא מחזור גידולים וללא מצע מנותק) על הנגיעות במחולל מחלת הכיב הבקטרי של העגבנייה.

תוצאות זנים (ניתוח ללא מחזור גידולים וללא GB)

הערכה 28/10/07



הערכה 3/12/07



TOMATO

9

**טבלה מספר 2 מורכבת: קצב התפשטות בזמן ובמרחב של נגיעות צמחים בחיידק מחולל מחלת הכיב
הבקטרי ערוך על פי חממיות/טיפולים [ראשיים ומשניים]**

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 09.09.07 ; * 2.01.08;

הבדיקה: עלים גבעולים

מספר חממית: 1

הטיפול הראשי: היקש

מיקום בשורה	189GB	עמיד	עמיד	רגיש 189
1		\$	\$	&
2		\$	\$	+
3		+	+	+
4		\$	\$	+
5		\$	\$	+
6		+	+	*
7		\$	\$	*
8		\$	\$	*
9				*
10				\$
11	\$			\$
12	*	\$		\$
13	\$	\$	\$	\$
14		\$	\$	
15				
סה	3	11	9	12

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * 2.01.08;

הבדיקה: עלים

מספר חממית: 6 גבעולים

הטיפול הראשי: היקש

מיקום בשורה	189GB	עמיד	עמיד	רגיש 189
1				*
2				+
3		+		\$
4		+		*
5		#		*
6		\$		\$
7		\$		+
8	\$			+
9				\$
10				\$
11				\$
12				\$
13				\$
14		\$		+
15				\$
סה	1	12	13	13

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * \$2.1.08

הבדיקה: עלים גבעולים
מספר חממית: 7
הטיפול הראשי: היקש
מיקום בשורה

189 רגיש	עמיד	עמיד	189GB	מיקום בשורה
*	#	+		1
+	#	+		2
+	+	#		3
\$	+	+	\$	4
*	+	#		5
#	#	\$		6
#	\$	+		7
\$	#			8
#	+	#		9
*	+	+		10
*	#	#		11
#	\$			12
#	+	#		13
		+		14
				15
13	13	12	1	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * \$2.1.08

הבדיקה: עלים
מספר חממית: 12
הטיפול הראשי: היקש
מיקום בשורה

189 רגיש	עמיד	עמיד	189GB	מיקום בשורה
*		\$		1
+	+	#		2
*	#	#		3
+	#	#		4
+	\$	\$		5
*		\$		6
*				7
\$	#	\$		8
	+	+		9
\$	#	+		10
#	#	+		11
#		#		12
\$	#	#		13
\$	+			14
\$				15
14	10	12	0	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * \$2.1.08

הבדיקה: עלים
מספר חממית: 13
הטיפול הראשי: היקש
מיקום בשורה

189 רגיש	עמיד	עמיד	189GB	מיקום בשורה
+	#	#		1
+	#	+		2
+	+	#		3
+		+		4
+	#	+		5
\$	#	+		6
*	\$	#		7
*	\$	\$		8
\$	\$	\$		9
\$	+	\$		10
\$	+	\$	\$	11
\$	#	\$		12
\$	\$	\$		13
\$		\$		14
				15
13	12	14	1	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * \$2.1.08

הבדיקה: עלים גבעולים
מספר חממית: 2
הטיפול הראשי: מחזור גידולים
מיקום בשורה

פלפל	189 רגיש	מלפפון	189 GB	מיקום בשורה
				1
				2
	+			3
	*			4
				5
				6
				7
				8
				9
				10
	\$	#		11
	\$	+		12
		\$		13
				14
				15
0	4	3	0	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * 2.1.08 \$

הבדיקה: עלים גבעולים

מספר חממת: 4

הטיפול הראשי: מחזור גידולים

פלפל	רגיש 189	מלפפון + # \$	189 GB	מיקום בשורה
				1
				2
				3
			\$	4
	\$			5
	+			6
	*			7
	\$			8
				9
				10
				11
			\$	12
				13
				14
				15
0	4	3	2	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * 2.1.08 \$

הבדיקה: עלים גבעולים

מספר חממת: 8

הטיפול הראשי: מחזור גידולים

פלפל	רגיש 189	מלפפון + # \$	189 GB	מיקום בשורה
				1
				2
				3
				4
				5
				6
				7
				8
				9
				10
				11
	+			12
	#			13
				14
				15
0	2	3	0	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * 2.1.08 \$

הבדיקה: עלים גבעולים

מספר חממית: 10

הטיפול הראשי: מחזור גידולים

פלפל	רגיש 189	מלפפון	189 GB	מיקום בשורה
				1
\$				2
				3
				4
	+			5
				6
				7
				8
	*			9
				10
	\$			11
				12
	\$	\$		13
		+		14
				15
1	4	2	0	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * 2.1.08 \$

הבדיקה: עלים גבעולים

מספר חממית: 14

הטיפול הראשי: מחזור גידולים

פלפל	רגיש 189	מלפפון	189 GB	מיקום בשורה
				1
	+			2
	+			3
				4
\$				5
			\$	6
				7
	*			8
				9
				10
	\$			11
		\$		12
		#		13
		+		14
				15
1	4	3	1	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; * 10.09.07 ; \$ 2.1.038

הבדיקה: עלים גבעולים

מספר חממת: 3

הטיפול הראשי: קנולה

189 רגיש	עמיד	עמיד	189 GB	מיקום בשורה
				1
#				2
				3
				4
		+		5
		\$		6
			\$	7
				8
				9
+			\$	10
\$				11
\$	+			12
	#			13
	\$			14
				15
4	3	2	2	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; * 10.09.07 ; \$2.1.08

הבדיקה: עלים גבעולים

מספר חממת: 5

הטיפול הראשי: קנולה

189 רגיש	עמיד	עמיד	189 GB	מיקום בשורה
				1
				2
				3
				4
				5
				6
	+			7
	\$			8
				9
		#		10
\$				11
#				12
+				13
				14
				15
3	2	1	0	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * \$2.1.08

הבדיקה: עלים גבעולים
מספר חממית: 9
הטיפול הראשי: קנולה

189 רגיש	עמיד	עמיד	189 GB	מיקום בשורה
				1
		\$		2
				3
				4
				5
				6
*				7
				8
			\$	9
\$			\$	10
				11
				12
				13
				14
				15
2	0	1	2	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * \$2.1.08

הבדיקה: עלים גבעולים
מספר חממית: 11
הטיפול הראשי: קנולה

189 רגיש	עמיד	עמיד	189 GB	מיקום בשורה
				1
				2
				3
				4
				5
+				6
				7
				8
				9
			\$	10
	\$			11
	\$			12
				13
				14
				15
1	2	0	1	סה

תאריך הבדיקה: 29.07.07 ; + 10.09.07 ; * \$2.1.08

הבדיקה: עלים גבעולים
מספר חממית: 15
הטיפול הראשי: קנולה

B

מיקום בשורה

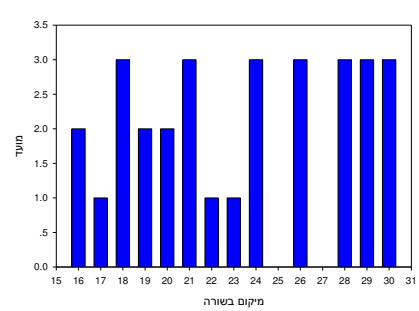
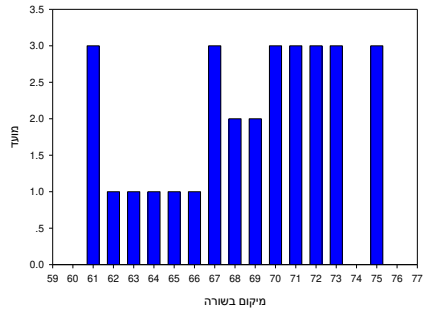
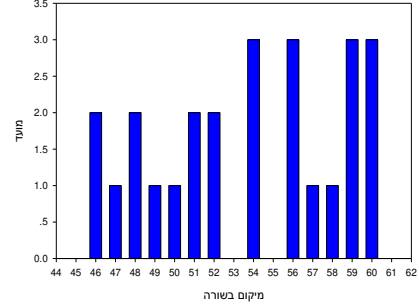
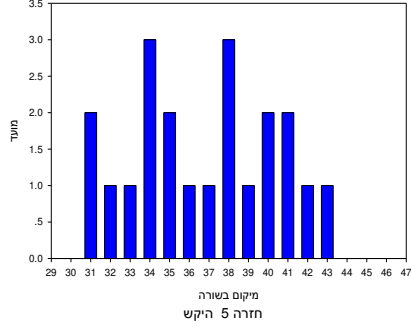
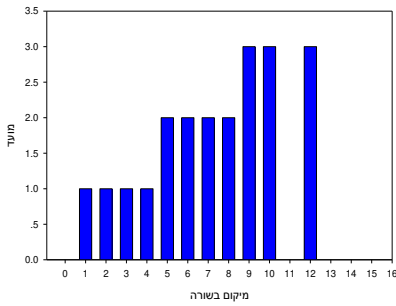
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15

סה

שרטוט 5 [1-5]

תאור גרפי של התפשטות המגפה בשורות הזן הרגיש 189 בחממות ההיקש כפי שנמצא בבדיקות עלים.

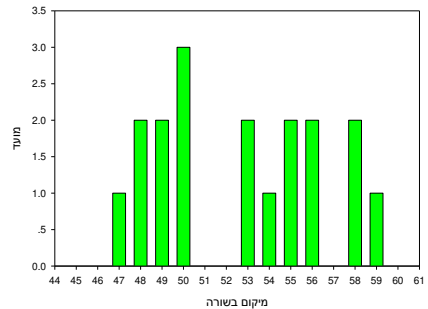
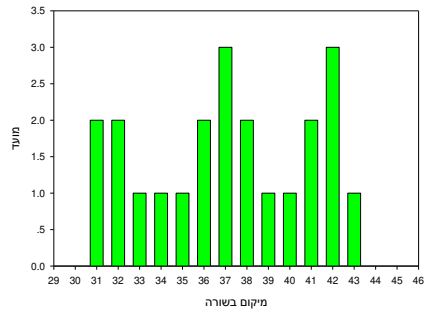
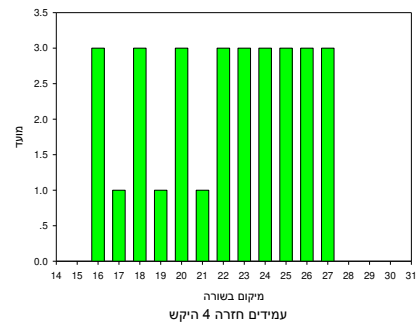
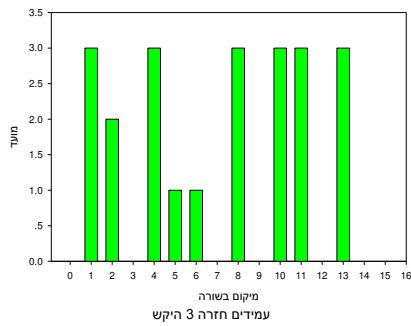
מהלך המחלה זן רגיש 981 היקש חזרה 1
1=29.7.07; 2=10.9.07; 3=2.1.08



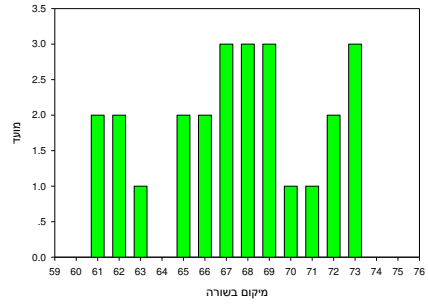
שרטוט 5 [1-5]

תאור גרפי של התפשטות המגפה בשורות העמידים (שורה 2 בכל חממת) כפי שנמצא בבדיקות עלים.

צמחים עמידים בחממת ההיקש חזרה אחת
1=29.7.07; 2=10.9.07; 3=2.1.08



עמידים חזרה 5 היקש

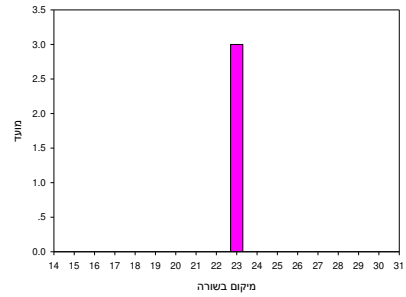
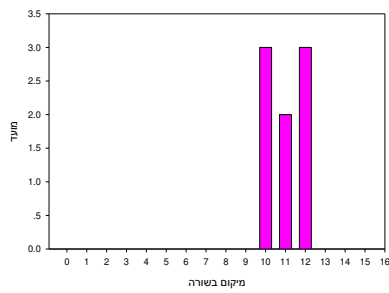


שרטוט מספר 6 [1-5]

תאור גרפי של התפשטות מחלת הכיב הבקטרי בשורות הצמחים שגודלו במצע מנותק בהיקש

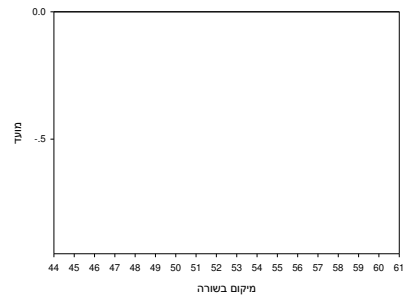
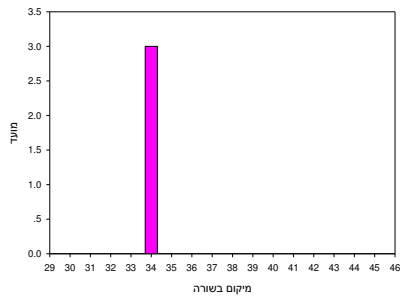
תאור גרפי של מהלך האפידמיה בשורות זן רגיש בחמנית היקש חזרה 1
3=21.1.08; 2=10.9.07

מצע מנותק חזרה 2 היקש

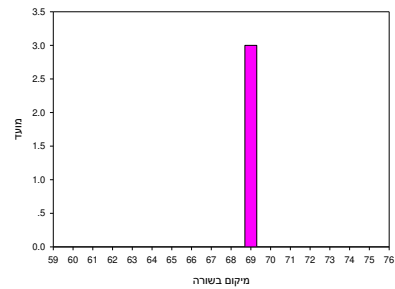


מצע מנותק חזרה 3 היקש

מצע מנותק חזרה 4 היקש



מצע מנותק חזרה 5 היקש



יש לציין שבטיפולים הראשיים – מחזור גידולים או הצנעת מצליבים מספר המוקדים הראשוניים היה נמוך ראה טבלה מספר 2 סיכום של החממות המתאימות. בכל המקרים ההדבקות בתאריכים המאוחרים יתכן והן הדבקות משניות מחמת הסמיכות של הצמחים למוקדים הראשוניים או לחילופים שההדבקות היו מהקרקע אבל מאוחרות. ההדבקות במצע המנותק כנראה נבאו מהעברה במגע.

טבלה מספר 3

אחוז צמחים נגועים בטיפולים השונים

שורה 4	שורה 3	שורה 2	שורה 1	הטיפול הראשי
מצע מנותק	קווים עמידים	קווים עמידים	זן 189	היקש
7.96	81.32	75.96	86.62	ממוצע צמחים נגועים באחוזים
מצע מנותק	מלפפון	זן 189	פלפל	מחזור גידולים
3.98	18.66	23.94	2.64	ממוצע צמחים נגועים באחוזים
מצע מנותק	קווים עמידים	קווים עמידים	זן 189	מצליבים
6.64	6.62	11.98	17.30	ממוצע צמחים נגועים באחוזים

ניתוח סטטיסטי להשוואת רמת ההינגעות של הזן הרגיש 189 בטיפולים השונים

One Way Analysis of Variance

Normality Test: Failed [P = 0.0290]

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

Group	N	Missing
-------	---	---------

Control 189	5	0
-------------	---	---

Crop r 189	5	0
------------	---	---

Canola 189	5	0
------------	---	---

The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = 0.00438) to isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure. All Pair wise Multiple Comparison Procedures (Student-Newman-Keuls Method

Comparison	Diff of Ranks	p	q
Control 189 vs Canola 189	44.5	3	4.45
Control 189 vs Crop r 189	30.5	2	4.51
Crop r 189 vs Canola 189	14.0	2	2.07

Comparison	P<0.05
------------	--------

Control 189 vs Canola 189	Yes
---------------------------	-----

Control 189 vs Crop r 189	Yes
---------------------------	-----

Crop r 189 vs Canola 189	No
--------------------------	----

ניתוח סטטיסטי להשוואת השפעת הטיפולים על הקווים העמידים שגדלו בהיקש לעומת מצליבים

One Way Analysis of Variance

Normality Test: Passed (P = 0.0658)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.7594)

Group	N	Missing
-------	---	---------

Control R2	5	0
------------	---	---

Control R3	5	0
------------	---	---

Canola R1	5	0
-----------	---	---

CanolaR2	5	0
----------	---	---

Group	Mean	Std Dev	SEM
-------	------	---------	-----

Control R2	75.96	12.09	5.41
Control R3	81.32	7.30	3.26
Canola R1	11.98	7.30	3.26
CanolaR2	6.62	4.70	2.10

Power of performed test with alpha = 0.0500: 1.0000

Source of Variance	DF	SS	MS
Between Treatments	3	24183.8	8061.3
Residual	16	1099.7	68.7
Total	19	25283.5	

Source of Variance	F	P
Between Treatments	117.3	<0.0001
Residual		
Total		

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = 4.19E-011).

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Student-Newman-Keuls Method) :

Comparison	Diff of Means	p	q
Control R3 vs CanolaR2	74.70	4	20.15
Control R3 vs Canola R1	69.34	3	18.70
Control R3 vs Control R2	5.36	2	1.45
Control R2 vs CanolaR2	69.34	3	18.70
Control R2 vs Canola R1	63.98	2	17.26
Cnola R1 vs CanolaR2	5.36	2	1.45

Comparison	P<0.05
Control R3 vs canolaR2	Yes
Control R3 vs cnola R1	Yes
Control R3 vs Control R2	No
Control R2 vs canolaR2	Yes
Control R2 vs cnola R1	Yes
Canola R1 vs canolaR2	No

השוואה על השפעת הטיפולים הראשיים על גידול עגבניות זן רגיש 189 במצע מנותק ורמת הנגיעות הנובעת מהסביבה.

One Way Analysis of Variance

Normality Test: Passed (P = 0.2026)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.3720)

Group	N	Missing
Control 189 g-b	5	0
Crop r 189 g-b	5	0
Canola 189 b-b	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
-------	------	---------	-----

Control 189 g-b	7.96	7.31	3.27
Crop r 189 g-b	3.98	5.94	2.66
Canola 189 b-b	6.64	6.65	2.97

Power of performed test with alpha = 0.0500: 0.0493

The power of the performed test (0.0493) is below the desired power of 0.8000. You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variance	DF	SS	MS
Between Treatments	2	41.1	20.5
Residual	12	532.0	44.3
Total	14	573.1	

Source of Variance	F	P
Between Treatments	0.463	0.6399

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference ($P = 0.640$).

בניסוי מורכב זה ניתן לראות בוודאות כי שני מקורות מדבק עיקריים באו לידי ביטוי: שיירי צמחים נגועים המצויים בקרקע – כלומר הדבקה דרך החלקים התחתונים של הצמח – שורשים צוואר שורש? והדבקה של הנוף של הצמחים מוכחת לפי המתרחש במערכת שגודלה במצע מנותק מהקרקע. השפעת הטיפולים על רמת הנגיעות של צמחים רגישים נמצאה מובהקת, טיפולי מחזור הגידולים והצנעת זבל ירוק מצליבים הניב ירידה מובהקת ברמת הנגיעות של הזן הרגיש 189 שגודל בטיפולים השונים. כאשר לא נמצא הבדל סטטיסטי בהשוואה בין מחזור גידולים להצנעת מצליבים. הקווים ה"עמידים" לא תמיד היו עמידים. תלוי על פי איזה קריטריון בוחנים אם על פי רמת האכלוס בחיידקים הרי שהם נמצאו מאוכלסים. אם הקריטריון סימני מחלה – לרוב אם בכלל, סימני המחלה הופיעו מאוד מאוד סמוך לסוף עונת הגידול כך שעל פי קריטריון זה אכן חלק מהקווים היו עמידים.

ניסויים ראשוניים במטרה לשפר יעילות הטיפול בפורמלין (פורדור 37) לחיטוי קרקע בבתי רשת : נבחר משק מודל ובו הועמדו טיפולי קרקע מועדי שתילה ומחזור גידול עם צמח שאינו עגבנייה. בטבלה המצורפת למטה ניתן לראות הבעייתיות של דגימות קרקע אשר לעיתים למרות הופעת מחלה שמקורה מהקרקע אינן משקפות נאמנה את המצב.

מקום חדיגום	אוכלוסיה כללית לגרם קרקע CFU	קלויבקטר לגרם קרקע
חממה 1 גמלון 1 פורמלין *	2×10^7	<10
חממה 1 גמלון 2 *	5×10^7	<10
חממה 1 גמלון 3	2×10^7	<10
חממה 1 גמלון 4	6×10^7	<100
חממה 2 גמלון 1 שתילה מאוחרת	4×10^7	<10
חממה 2 גמלון 2	3×10^7	<10
חממה 2 גמלון 3	9×10^8	5×10^3
חממה 2 גמלון 4	1×10^8	<10
חממה 3 גמלון 1 חציל	5×10^6	<100
חממה 3 גמלון 2	3×10^7	<10
חממה 3 גמלון 3	7×10^7	<10
חממה 3 גמלון 4	2×10^6	<100
חממה 4 גמלון 1 גידול ב-grow bag *	2×10^8	<10
חממה 4 גמלון 2 *	2×10^6	<10
חממה 4 גמלון 3	4×10^7	<10
חממה 4 גמלון 4	3×10^7	<10

סיכום:

- הפתוגן שורד בעקר בשיירי צמחים
- רמת מדבק התחלתית של כמה מאות חיידקים עלולה להתחיל מגיפה
- מונו קולטורה של עגבניות גורמת לאילוח קרקע גבוה ומהיר
- גידולי ביניים ובמיוחד זבל ירוק לפתית גורמת להפחתת האוכלוסייה לעיתים אל מתחת לסף הגילוי
- תוסף אורגני עשיר בחלבון – מדביר את הפתוגן
- הרכבות עשויות למתן את הנזק כאשר האוכלוסייה מתחת לסף מסוים.
- בקרקע נגועה אפשר לגדל צמחים בתוך חוצץ אורגני עד לדעיכת הפתוגן בקרקע
- שימוש באנטיביוטיקה לא פתרה את הבעיה.
- שני מקורות מדבק עיקריים באו לידי ביטוי: שיירי צמחים נגועים המצויים בקרקע – כלומר הדבקה דרך החלקים התחתונים של הצמח – שורשים צוואר שורש? והדבקה של הנוף של הצמחים מוכחת לפי המתרחש במערכת שגודלה במצע מנותק מהקרקע.
- השפעת הטיפול על רמת הנגיעות של צמחים רגישים נמצאה מובהקת, טיפולי מחזור הגידולים והצנעת זבל ירוק מצליבים הניב ירידה מובהקת ברמת הנגיעות של הזן הרגיש 189 שגודל בטיפולים השונים. כאשר לא נמצא הבדל סטטיסטי בהשוואה בין מחזור גידולים להצנעת מצליבים.
- הקווים ה"עמידים" לא תמיד היו עמידים. תלוי על פי איזה קריטריון בוחנים אם על פי רמת האכלוס בחיידקים הרי שהם נמצאו מאוכלסים. אם הקריטריון סימני מחלה – לרוב אם בכלל, סימני המחלה הופיעו סמוך לסוף עונת הגידול כך שעל פי קריטריון זה אכן חלק מהקווים היו עמידים.
- יש לשפר שיטות דיגום קרקע.
- יש לשוב וללמוד יישום יעיל של פורמלין בבתי רשת.
- יש אפשרות להשתמש בקומפוסט שהוכן בתנאים מיוחדים המקנה למצע הגידול תכונות סופרסיביות כנגד הפתוגן



סימנים אופייניים למחלה כפי שבאו לידי ביטוי בניסויים



מבט על חממית



מחלה בבית רשת