

התמודדות עם קשיון רולפסי בעמק החולה בגידולים שונים

מרי דפני ילין – מו"פ צפון, מיגל.

שותפים - און רבינוביץ', שאול גרף, ויהודית מוי – מו"פ צפון

אסף חן – מיגל

עומרי ליפשיץ – חברת רוטיליטי.

דו"ח המוגש למיזם גד"ש עמק החולה סוף שנה ראשונה למחקר 2018.

תאריך הגשת הדוח - מרץ - 2019

תוכן העניינים:

<u>עמוד</u>	<u>סעיף</u>
2	תקציר.....
3	רקע.....
3	מטרות המחקר.....
4	שיטות ותוצאות.....
4	1. בחינת שילוב כנות בעגבניות תעשייה להתמודדות עם קשיון רולפסי.....
6	2. בחינת דרכים להפחתת נזקים של קשיון רולפסי בעגבניות על ידי תכשירי הדברה.....
8	3. בחינת שילוב זנים רגישים או עמידים למחלה באגוזי אדמה עם מינונים שונים של תכשירי הדברה, ובחינת היכולת לזיהוי מוקדם והערכת חומרת מחלה על ידי שימוש בכלים של חישה מרחוק.....
14	4. בחינת שיטות השקיה באבטיח מללי בשילוב תכשירי הדברה להתמודדות עם קשיון רולפסי.....
15	סיכום ותוכניות להמשך.....
16	תודות.....

תקציר - פטריית הקרקע קשיון רולפסי (*Sclerotium rolfsii*), גורמת למחלת העובש הלבן בו היא תוקפת את צוואר השורש, אברים תת-קרקעיים ופירות המונחים על קרקע מאולחת. **במחקר זה** בחנו שיטות שונות להתמודדות עם קשיון רולפסי באבטיח, עגבניות ואגוזי אדמה על ידי: (i) בחינת שילוב כנות בעגבניות תעשיה להתמודדות עם קשיון רולפסי, (ii) בחינת דרכים להפחתת נזקים של קשיון רולפסי בעגבניות על ידי תכשירי הדברה, (iii) בחינת שילוב זנים רגישים או עמידים למחלה באגוזי אדמה עם מינונים שונים של תכשירי הדברה, (iv) בחינת שיטות השקיה באבטיח מללי בשילוב תכשירי הדברה להתמודדות עם קשיון רולפסי, ו (v) בחינת השימוש בטכניקת חישה מרחוק לזיהוי מוקדם של המחלה ולהערכת רמת הנגיעות. **תוצאות המחקר** הראו כי בעגבניות לתעשייה, שימוש בכנות או יישום טופסטאר במינון של 1,000 סמ"ק לדונם בתיחוח בתחילת הגידול - הפחית נגיעות במחלה הנגרמת בחודש הראשון של הגידול, והעלה את היבול הכללי של החלקה. יישום נתיבו לא הפחית נגיעות ולא מנע פחיתה ביבול באופן מובהק. טיפול משולב של טופסטאר עם נתיבו במהלך העונה הפחית באופן מובהק נגיעות בצמחים ביחס לביקורת לא מטופלת, אך לא תרם משמעותית ליבול. באגוזי אדמה נראה כי יישום נתיבו הפחית באופן מובהק את מספר הצמחים הנגועים ואת מספר מוקדי הנגיעות בזנים הרגישים, בדומה למה שנראה בניסיונות קודמים. יישום טופסטאר היה יעיל בהפחתת הנגיעות ובמניעת פחיתה ביבול רק במינונים של 2,000 סמ"ק לדונם. באבטיח מללי נמצא כי לתכשיר ההדברה, למרחק מהטפטפת, או למנת ההשקיה לא הייתה השפעה מובהקת על שיעור הנגיעות. יחד עם זאת, לצורת ההדבקה הייתה השפעה מובהקת, כאשר ההדבקה עם קשיונות הייתה פחותה בשיעור ניכר. בהדבקה על ידי קשיונות, נמצא כי בשיעור ההשקיה הנמוך הייתה נגיעות גבוהה יותר ביחס לשיעור ההשקיה הכפול. תוצאות אלו הן בניגוד להשערת המחקר, כי הפחתת השקיה תפחית את רמת הנגיעות. באגוזי אדמה, שימוש בחישה מרחוק על ידי רחפן, יכול לסייע בניטור המחלה בשלבים בהם המחלה ניתנת לאיתור מהקרקע, אך לא בשלבים מוקדמים יותר. **לסיכום**, אנו מציעים לחזור על הניסיונות המוצגים בדוח שנה נוספת על מנת לבסס את תוצאות המחקר, פרט לשינויים הבאים: א. יישום נתיבו בעגבניות יבחן במועדים שונים, על מנת לבחון את יכולתו להפחית מחלה ובה בעת למנוע פחיתה ביבול כתוצאה מפגיעתו בצמח. ב. בחינת השיטות השונות להפחתת נגיעות באבטיח, על רקע של נגיעות קיימת ולא על ידי הדבקה מכוונת. ג. בחינת יכולת מצלמה תרמית לזהות נגיעות בשלב מוקדם של התפתחות המחלה.

רקע: פטריית הקרקע קשיון רולפסי (*Sclerotium rolfsii*), השייכת למערכת ה-Basidiomycota, תוקפת את צוואר השורש, אברים תת-קרקעיים ופירות המונחים על קרקע מאולחת. הפטרייה מאופיינת באילוח ויצירה של תפטיר לבן, וריקבון של חלקי צמח שונים. הפטרייה תוקפת מאות מינים שונים, כאשר הנפגעים העיקריים בארץ הם גידולים הנאספים בקיץ כגון אבטיח, אגוזי אדמה, חמניות ועגבניות. בשנים האחרונות אנו עדים להחרפת הנזקים בשדות כתוצאה מאילוח הפטרייה, עד כדי איום ממשי על רווחיות גידולים בעמק החולה. נמצא כי יעילות הטיפול בקוטלי פטריות נמוכה יחסית למתואר במקומות אחרים בארה"ב, כפי הנראה בשל ספיחת התכשירים לקרקעות הכבדות ותנועתם המוגבלת בקרקע, שמפחיתה את יעילות היישום. קוטל הפטריות נתיבו-75 מכיל את החומרים הפעילים Tebuconazole (500 גרם לק"ג) השייך לקבוצת תכשירים הנקראת טריאזולים, ו-Trifloxystrobin (250 גרם לק"ג) השייך לקבוצת תכשירים הנקראת סטרובילורנינים. מקובל ליישם אותו רק כחודש לאחר הזריעה בשל פעילות פיתו-טוקסית של Tebuconazole בשלבים מוקדמים של הגידול. התכשיר טופסטאר מכיל רק את החומר הפעיל Azoxystrobin (250 גרם לליטר), יכול להיות מיושם בתיחוח עם הזריעה ובכך לתת הגנה מפגיעה בצמחים בתחילת הגידול. פתרון נוסף להתמודדות עם המחלה הוא פיתוח של זנים בעלי עמידות שדה למחלה. באגוזי אדמה, חקלאים מדווחים כי הזן הררי רגיש יותר למחלה בהשוואה לזן חנוך, אך בהדבקות מכוונות הבדלים אלו אינם מובהקים. לעומתם, הזן B65 עמיד באופן מובהק ביחס לזן B77, גם בנגיעות טבעיות וגם באילוח מכוון. בניסוי קודם ראינו כי השימוש במינון כפול של התכשיר נתיבו מעכב באופן מובהק את המחלה ומונע ירידה ביבול בזן הרגיש B77. בזני עגבניות לתעשייה לא דווח על זנים עמידים למחלה, אך בעגבניות למאכל נמצא בצפון קרוליינה כי ניתן להשתמש בזנים מורכבים על גבי כנות המקנות עמידות למחלה. באבטיח חסר זרעים כמעט ואין פגיעה מקשיון רולפסי, ומאידך יש פגיעה בזן מללי המיועד לזרעים לפיצוח. הפגיעה של הפטרייה בגידול מתבטאת אך ורק בפירות. אופן הגידול של אבטיח חסר זרעים ושל הזן מללי שונה, ויתכן כי נושא זה משפיע מהותית על רגישות הגידול לפטרייה. אנו משערים כי כאשר הקרקע עליה מונח הפרי יבשה, מופחת באופן משמעותי הסיכון להתפתחות הפטרייה. באבטיח ללא זרעים, יובש זה מושג על ידי שימוש בטפטוף מתחת לחיפוי פלסטיק, כך הפרי אינו מונח על קרקע רטובה כלל. אבטיח מללי מושקה בטפטוף או בקו נוע (החקלאים בעמק החולה מעדיפים את השימוש בקו נוע), והקרקע בסביבת הפירות רטובה בחלק מתקופת הגידול. יש לבחון כיצד שיטת ההשקיה משפיעה על הסיכון להתפתחות הפטרייה.

מטרות המחקר: בחינת שיטות התמודדות עם קשיון רולפסי באבטיח, עגבניות ואגוזי אדמה.

לצורך כך נבחן גישה משולבת להתמודדות עם קשיון רולפסי על ידי:

- (1) בחינת שילוב כנות בעגבניות תעשייה להתמודדות עם קשיון רולפסי.
- (2) בחינת דרכים להפחתת נזקים של קשיון רולפסי בעגבניות על ידי תכשירי הדברה.
- (3) א. בחינת שילוב זנים רגישים או עמידים למחלה באגוזי אדמה עם מינונים שונים של תכשירי הדברה.
ב. בחינת השימוש בטכניקת חישה מרחוק לזיהוי מוקדם של המחלה ולהערכת רמת הנגיעות.
- (4) בחינת שיטות השקיה באבטיח מללי בשילוב תכשירי הדברה להתמודדות עם קשיון רולפסי.

שיטות ותוצאות:

1. בחינת שילוב כנות בעגבניות תעשיה להתמודדות עם קשיון רולפסי.

1.2 מהלך המחקר ושיטות העבודה:

שתילי עגבניות תעשיה מזן H4107 נשתלו על שורשיהם (קרי לא מורכבים) או לאחר שהורכבו על הכנות המסחריות בופור, יוניפורט ו RT-88. בכל ערוגה נשתלו 2 שורות. הניסוי הועמד ב- 28.3.2018 במתכונת של בלוקים באקראי ב-7 חזרות. ספירת הצמחים הנגועים נעשתה בתאריכים 24.4.18 ו 1.5.18. כל חזרה חולקה לשתי שורות, כאשר השורה הצפונית והמזרחית נספרו בנפרד. בקטיף בתאריך 29.7.2018 אופיינו הצמחים על פי רמת המחלה, ונספרו הצמחים בכל קטגוריה (איור מס' 1).

איור מס' 1 – חלוקת הצמחים על פי רמת נגיעות של נוף ושורש, על פי זיהוי תפטיר ופגיעה הנוף או בשורש.

דרגת מחלה	0	1	2	3	4	5
שורש	בריא	בריא	בריא	נגוע	נגוע	נגוע
נוף	בריא	נגיעות נמוכה	נגיעות בינונית	נגיעות בינונית	נגיעות גבוהה	נגיעות גבוהה מאוד

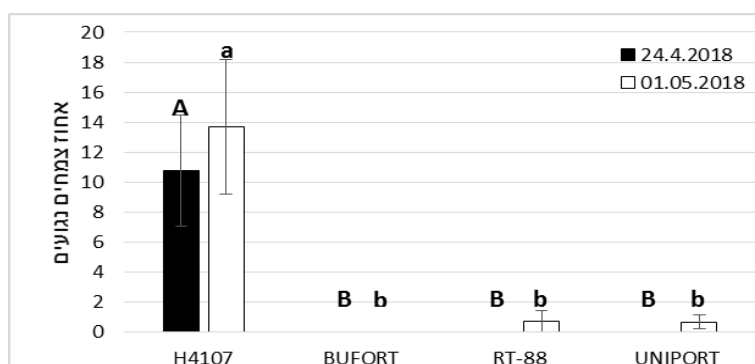


ניתוח סטטיסטי: בניתוח התוצאות לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שני הכיוונים, ולכן כל כיוון נספר בנפרד ($n=14$). בניתוח רב גורמי נמצא כי לבלוק, לכנה ולאינטראקציה ביו כנה ובלוק השפעה מובהקת ($p<0.01$), ולכן בניתוח ANOVA נלקחו בחשבון הבלוקים.

1.3 תוצאות:

שבוע לאחר השתילה כבר היה ניתן להבחין כי בזן H4107 על שורשיו יותר שתילים נפגעו מקשיון רולפסי, עם 10.77% צמחים פגועים בממוצע לחזרה, כאשר הצמחים המורכבים לא נפגעו כלל. שבועיים לאחר שתילה כבר נראתה פגיעה של 13.69% בזן על שורשיו לעומת 0.71% ו 0.70% בכנות RT-88 ויוניפורט בהתאמה. בכנה בופור לא נפגע אף לא צמח אחד (איור מס' 2).

איור 2 – שיעור הצמחים הנגועים (%) בתחילת הגידול בזן heinz4107 על שורשיו או מורכב על כנות שונות. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.



לפני עקירת הצמחים בתאריך 29.7.2018 – נספרו אזורים בהם ניכרת הנגיעות מפני השטח. נראו בין 0-5 כתמים של נגיעות בכל חזרה, אך לא נמצא הבדל מובהק בין הכנות השונות. הערכת רמת המחלה מיד לאחר העקירה והניעור לא חשפה הבדלים מובהקים ברמת הנגיעות על חלקי הצמח השונים, פרט למספר הצמחים בדרגת המחלה הגבוהה ביותר, בהם נראה כי הזן Heinz 4107 (לא מורכב) הינו הזן בו נפגע מספר הצמחים הנמוך ביותר. תוצאה זו ייתכן ומוטה, מכיוון שצמחים רבים בטיפול שאינו מורכב, נפגעו בשלבים מוקדמים יותר, ולא נראו בשטח בזמן העקירה (טבלה מס' 1).

טבלה מס' 1: אחוז הצמחים בין קטגוריות שונות של חומרת המחלה בצמחי עגבניות זן Heinz4107 מורכבים על כנות שונות בהשוואה לביקורת לא מורכבת. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים על פי LSD, $p=0.05$.

דרגת מחלה 0	דרגת מחלה 1	דרגת מחלה 2	דרגת מחלה 3	דרגת מחלה 4	דרגת מחלה 5	כנה
68.6 ± 2.18	18.5 ± 1.94	4.3 ± 0.69	3.2 ± 0.51	4.0 ± 0.37	1.5 ± 0.30	b ללא
63.9 ± 0.81	18.9 ± 0.88	4.8 ± 0.62	2.7 ± 0.67	4.8 ± 0.62	4.8 ± 0.44	a Beaufort
66.5 ± 2.21	13.4 ± 1.46	7.9 ± 0.61	4.9 ± 0.72	4.5 ± 0.40	2.8 ± 0.26	ab RT-88
58.0 ± 2.15	22.8 ± 1.91	8.8 ± 1.46	2.1 ± 0.46	3.8 ± 0.48	4.4 ± 0.67	ab Unifort

בהתפלגות היבול ניתן לראות כי לזן Heinz4107 היבול הכללי והיבול האדום (היבול המשווק) הנמוך ביותר בהשוואה לטיפולים בהם הורכב הזן על כנות שונות. הכנה יוניפורט נתנה באופן מובהק יותר יבול כללי ואדום ביחס ל- Heinz4107 (טבלה מס' 2).

טבלה מס' 2 – משקל יבול (בטון לדונם) לפי חלוקה למשקל יבול ככלי, משקל פירות אדומים, משקל פרי ירוק ומשקל הפירות הרקובים. בטבלה מצוין המשקל הממוצע ± SE. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים על פי LSD, $p=0.05$.

כנה	יבול כללי	משקל פרי אדום	משקל פרי ירוק	פירות רקובים
ללא	11.54 ± 1.34 B	10.39 ± 1.22 B	0.82 ± 0.06 A	0.33 ± 0.11 B
Beaufort	13.69 ± 0.88 AB	12.27 ± 0.80 AB	0.83 ± 0.06 A	0.59 ± 0.07 AB
RT-88	13.22 ± 0.42 AB	11.64 ± 0.54 AB	0.77 ± 0.10 A	0.80 ± 0.13 A
Unifort	14.58 ± 0.56 A	13.23 ± 0.47 A	0.72 ± 0.08 A	0.63 ± 0.16 AB

2. בחינת דרכים להפחתת נזקים של הפטרייה קשיון רולפסי בעגבניות תעשייה על ידי שימוש בקוטל פטריות טופסטאר שיושם בתיחוח לפני שתילה, ונתיבו שיושם במהלך הגידול.

2.1 מהלך המחקר ושיטות העבודה:

הניסוי בוצע בחוות גידולי שדה בגליל העליון, בחלקה על כרב אגוזי אדמה שאולחו במחלה בשנה קודמת. הניסוי הועמד במתכונת של ניסוי דו-גורמי בחלקות מפוצלות ב- 6 חזרות בבלוקים באקראי. הגורם הראשי: טופסטאר במינונים של 0, 1,000, ו- 2,000 סמ"ק לדונם שהוצנעו בתיחוח לפני שתילה (התכשיר נמחל במהלך הריסוס ב- 30 ליטר לדונם). בלילה שלאחר התיחוח ירדו 15 מ"מ גשם. הגורם המשני: נתיבו במינונים 0, 100 ו- 200 גר' לדונם שניתן בהגמעה דרך מערכת ההשקיה בטפטוף. ההשקיה היומית ניתנה על פי מקדם פנמן-מונטיס בשיעור של עד 8 מ"ק לדונם. מנת המים הכללית לחלקה בכל תקופת הגידול 690 קוב לדונם (כולל ההקלטה בהמטרה). הגמעה של 30 או 60 גר' (למינון של 100 או 200 גר' לדונם בהתאמה) בוצעה באמצעות משאבת ריסוס בנפח מים של 130 ליטר במשך חצי שעה. לפני הגמעה ניתנה 2/3 מהכמות היומית, ולאחר ההגמעה הושלמה כמות המים היומית.

שתילה התבצעה בתאריך 16/4/18. נתיבו יושם ב- 15/5 (29 ימים אחרי שתילה), 10/6 (55 ימים אחרי שתילה), 27/6 (72 ימים אחרי שתילה), ו- 12/7 (87 ימים לאחר שתילה). תאריך איסוף: 12-14/8/18. אורך כל חלקת ניסוי כ- 10 מ' של ערוגה $1.93 \times$ מ' רוחב. במהלך הגידול נספרו הצמחים שהתמוטטו מהמחלה. בסוף הגידול היבול נאסף ונשקל. היבול מוין על פי הקריטריונים המקובלים ליבול - פרי אדום, פרי ירוק ופרי רקוב (שימוש מוגבל). בזמן אסף היבול לאחר נייעור הפירות מהצמחים בוצעה הערכה של נגיעות המחלה בשורשים ובצמחים.

ניתוח סטטיסטי:

ניתוח סטטיסטי של התוצאות בוצע בתוכנת JMP13. בבחינת השפעת יישום טופסטאר בתחילת הגידול לא נמצאה השפעה לבלוק או לאינטראקציה בין הבלוק לטיפול. השוואת הטיפולים בוצעה בניתוח Tukey-Kramer HSD. בבחינת השפעת התכשירים על נגיעות בשורשים ובצמחים בכלל, לא נראתה השפעה לבלוק או לאינטראקציה בין התכשירים. בוצע ניתוח student's t LSD.

2.3 תוצאות הניסוי:

השפעת הטיפולים על התמוטטות צמחים בתחילת הגידול: חודש לאחר השתילה, לפני יישום נתיבו, נראה כי ללא טופסטאר נפגעו באופן מובהק יותר צמחים, עם 0.3 צמחים בממוצע ל 10 מ' שורה (בכל ערוגה נספרו שורות השתילה, הצפופית והדרומית, בנפרד), בהשוואה ל 0.033 צמחים בממוצע לטיפול בחומר טופסטאר במינונים של 1,000 ו- 2,000 סמ"ק לדונם, בהתאמה (טבלה מס' 3).

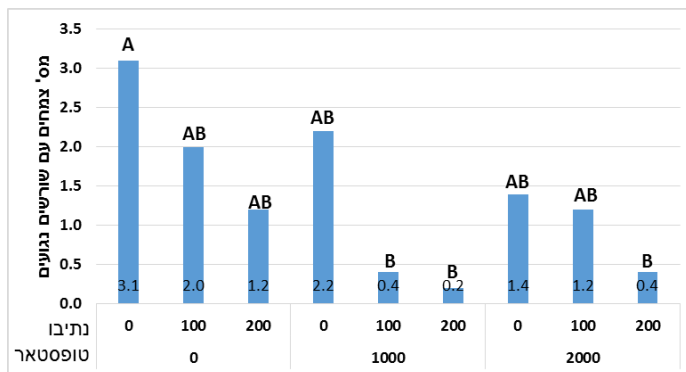
טבלה מס' 3. השפעת טיפולים בטופסטאר על מספר צמחים שנפגעו מקשיון רולפסי בממוצע. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים. $p < 0.05$, HSD. מינון טופסטאר ניתן ביחידות של סמ"ק לדונם.

טופסטאר	מספר צמחים נגועים לשורה	n	מובהקות
0	0.30	30	A
1,000	0.033	30	B
2,000	0.033	30	B

השפעת הטיפולים על נוכחות מחלה בשורשים ובצמחים

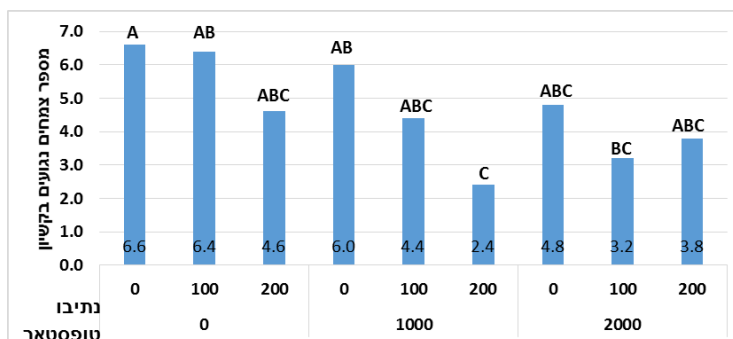
בתום הגידול, בביקורת שלא קיבלה כלל טיפול בתכשירי הדברה, נמצא מספר הצמחים הרב ביותר עם שורשים נגועים בתפטיר המחלה, עם 3.1 צמחים נגועים לחזרה. בניתוח רב גורמי – ההשפעה הרבה ביותר נראתה ליישום התכשיר נתיבו ($p=0.0475$), ואילו ליישום הטופסטאר ולאיינטראקציה בין הטופסטאר לנתיבו לא נראתה השפעה מובהקת ($p=0.1360$, $p=0.9018$ בהתאמה). באיור מס' 3 מוצגת השוואה בין מס' הצמחים בעלי שורשים נגועים בכל אחד מהטיפולים.

איור מס' 3: השפעת תכשירי הדברה נתיבו וטופסטאר על מספר הצמחים עם שורשים נגועים לחלקת ניסוי. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים ($P<0.05$).



בטיפול הביקורת שלא קיבל תכשירי הדברה כלל, נמצא מספר הצמחים הרב ביותר עם נגיעות בתפטיר הפטרייה בשורשים או בנוף, עם 6.6 צמחים נגועים בממוצע לחזרה (איור מס' 4). בניתוח רב-גורמי של השפעת התכשירים על מספר הצמחים הנגועים, ההשפעה הגבוהה ביותר התקבלה בנתיבו, אם כי לא במובהק ($p=0.0678$).

איור מס' 4: השפעת תכשירי הדברה נתיבו וטופסטאר על מספר הצמחים הנגועים בקשיון רולפסי. נגיעות שנראתה בשורשים או בנוף בחלקת הניסוי בסוף הגידול. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים ($P<0.05$).

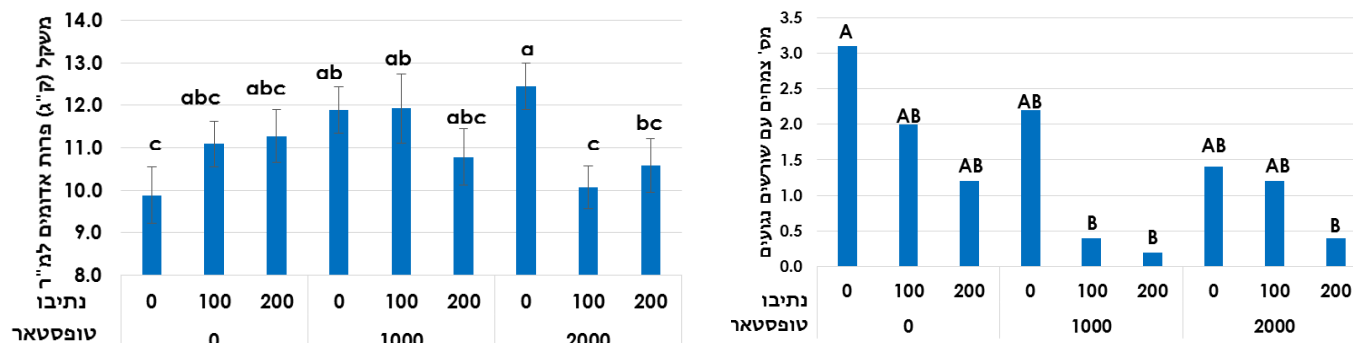


השפעת הטיפולים על היבול:

שילוב של נתיבו 100 או 200 גר' לדונם, עם טופסטאר 1,000 סמ"ק לדונם, הפחית באופן מובהק את מספר הצמחים להם שורשים נגועים בעת העקירה (איור מס' 5).

בניתוח רב-גורמי נמצאה השפעת גומלין מובהקת ($p=0.0366$) בין תיחוח טופסטאר לפני שתילה ויישום נתיבו במערכת ההשקיה 4 פעמים במהלך הגידול על יבול הפירות האדומים, שהוא היבול המשמעותי והעיקרי. בנוסף, בוצעה השוואה בין הטיפולים בכל גורם בשלוש הרמות של הגורם הנוסף. השפעה מובהקת נמצאה רק לטיפולים בהם הוצנע טופסטאר במינונים 1,000 ו-2,000 סמ"ק לדונם, ללא תוספת של נתיבו (איור מס' 5).

טיפול ההגמעה בחומר נתיבו על היבול האדום לא העלו את היבול באופן מובהק בהשוואה לביקורת ללא נתיבו, אך כאשר תוחח טופסטאר במינון 2,000 סמ"ק לדונם ניתן לראות כי תוספת החומר נתיבו בהגמעה פגעה ביבול בהשוואה לטיפול ללא נתיבו (איור מס' 5).



איור מס' 5: נתוני היבול ומספר צמחים עם שורשים נגועים בקשיון רולפסי, בעקבות הטיפולים השונים. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים (LSD, $p < 0.05$). יחידות מינון התכשירים: טופסטאר – סמ"ק לדונם, נתיבו – גר' לדונם.

3. בחינת שילוב זנים רגישים או עמידים למחלה באגוזי אדמה עם מינונים שונים של תכשירי הדברה, ובחינת היכולת לזיהוי מוקדם והערכת חומרת מחלה על ידי שימוש בכלים של חישה מרחוק

3.1 מהלך המחקר ושיטות עבודה:

(i) שימוש בנתיבו ובזנים סבילים למחלה: בחלקת קרקע מאולחת בקשיון רולפסי בחוות גדש (חלקה שבה בוצע ניסוי בשנה קודמת להשוואת רגישות זני אגוזי אדמה למחלה שאולחו במכוון בתבדיד 3 ROL) נזרעו ארבעת הזנים – חנוך, הררי, B65 ו-B77 בחמש חזרות בתאריך 22/4/18. כל חזרה באורך של 30 מ', 2 שורות על גבי ערוגה ברוחב 1.93 מטר. בשל פעילות בע"ח בוצעה זריעת השלמה ב 13/5/18. הניסוי הועמד במתכונת של חלקות מפוצלות. כל חזרה חולקה ל-3 מקטעים של 10 מטר, כל מקטע טופל במינון של 100, 200 גר' לדונם או ללא טיפול כלל. מועדי היישומים של נתיבו: 20/5/18, 10/6/18, 9/7/18 ו 13/8/18. שני הריסוסים הראשונים ניתנו במרסס גב מוטורי, עם מוט ריסוס ברוחב ערוגה עם פומיות קוניות ובנפח של 30 ליטר לדונם. שני הריסוסים האחרונים בוצעו במרסס מפוח בנפח 40 ליטר לדונם כדי לשפר את חדירת התרסיס לקרקע.

(ii) תיחוח טופסטאר לפני זריעה בוצע במינון של 1,000 או 2,000 סמ"ק לדונם, (בריכוז של 33.3 או 66.6 סמ"ק לליטר בהתאמה) מול ביקורת ללא טיפול. התיחוח התבצע לעומק של 15 ס"מ. בלילה שאחרי התיחוח ירדו 50 מ"מ גשם שהצניעו את התכשיר. הזריעה התבצעה ב 22.4.18. השקיית הנבטה ניתנה יומיים לאחר מכן והשקיות נוספות ניתנו על פי המקובל בגידול באזור. עקירת החלקה התבצעה ב 4.10.18. ביום העקירה נספרו מוקדי הנגיעות ומספר הצמחים הנגועים למוקד.

(iii) חישה מרחוק בעזרת צילום מרחפן – צילום בתחום הנראה (RGB) נעשה בעזרת רחפן DJI Phantom 4 המצויד במצלמת RGB, מגובה של 20-50 מ' וברזולוציה מרחבית של כ-0.01-0.02 מ' (גודל פיקסל). צילום בתחום התרמי התבצע בעזרת מצלמה תרמית Zenmuse-XTR מגובה של כ-50 מ' וברזולוציה מרחבית של כ-0.078 מ' (גודל פיקסל), על גבי רחפן מסוג DJI Inspire-I. הצילומים התבצעו בתדירות תלת-חודשית, באמצע היום (כאשר השמש ברום השמים), טרם מועד השקית השדה (על מנת לייצר מצב בו הצמחים נמצאים בעקת השקיה מקסימלית). התמונות

חוברו למפה מעוגנת גיאוגרפית ונותחו בעזרת תוכנת ArcGIS10.5. אינדקס צמחי GRVI הופק על מנת לבדוק את מצב בריאות הצמח. אחוז כיסוי הגידול חושב על סמך מפת ה RGB שהופקה. טמפרטורות הצמחים הושוּו בין הטיפולים השונים על מנת לבדוק הטרוגניות בחיוניות הגידול ואיתור של אזורים נגועים.

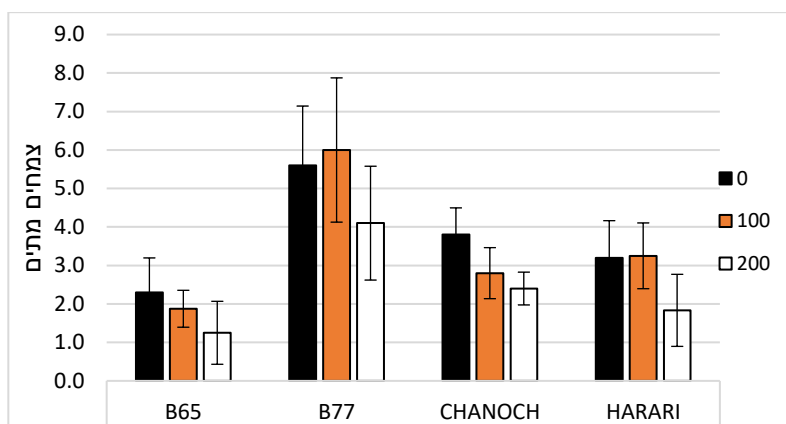
סטטיסטיקה: ניתוח סטטיסטי בוצע בתוכנת JMP גרסה 13. בוצע ניתוח רב-גורמי לבחינת השפעת הגורמים השונים על הערכת הנזקים, וכן השוואה בין הטיפולים בניתוח LSD, Student's t.

3.2 פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה:

(i) בבחינת השפעת יישום נתיבו לאחר הטיפול הראשון, בספירה הראשונה של מספר צמחים נגועים לחזרה, שהתבצעה ב 15/6/18 נמצא כי באופן מובהק ($p < 0.05$, LSD), ללא התחשבות בבלוקים) יותר צמחים מהזן B77 התמוטטו בגידול (איור מס' 6), ייתכן בשל בעיה באיכות הזרעים שהתקבלה (נמצאה נגיעות גבוהה באספרגילוס-ניגר בחלקה זו ובחלקות נוספות בהן נזרע הזן).

נראה כי לזן ולבלוק השפעה משמעותית על מס' הצמחים שהתמוטטו בתחילת הגידול ($p = 0.0057$, ו $p = 0.0025$ בהתאמה), אך לא הייתה השפעה מובהקת לטיפול הכימי או לאינטראקציה בין טיפול לזן ($p = 0.1183$, $p = 0.9964$ בהתאמה).

איור מס' 6 – ממוצע צמחים נבולים 54 ימים לאחר זריעה, בין הזנים השונים לאחר טיפול אחד במינונים של 0, 100, ו 200 גרם נתיבו לדונם.



בטבלה מס' 4 א' ניתן לראות כי ללא טיפול בנתיבו, בזן B77 מספר **מוקדי הנגיעות** הגבוה ביותר, עם 3 צמחים נגועים בממוצע לשורה בחזרה. בספירת **מספר הצמחים הנגועים** לחזרה או למוקד, נמצא כי הזן הררי שלא טופל בנתיבו נפגע באופן החמור ביותר, עם 23 צמחים נגועים לחזרה ו 2.96 צמחים נגועים למוקד. יישום נתיבו הפחית באופן מובהק את הנגיעות בזנים B77 והררי, גם על פי מספר **מוקדי הנגיעות** וגם על פי מספר **הצמחים הנגועים לחזרה**. במספר **הצמחים הנגועים למוקד** נראתה הפחתה מובהקת רק בזן הררי, במינון של 100 גרם לדונם, ובזן B65 במינון של 200 גרם לדונם. בזן חנוך לא נראתה הפחתה משמעותית בכל המדדים שנבחנו בעקבות יישום נתיבו.

ביום העקירה ב 4.10.18 התקבלו תוצאות דומות. בניתוח רב-גורמי נמצאה השפעה מובהקת רק למינון החומרים, ולא לכיוון השורה, בלוק, זן או ליחסי גומלין ביניהם. בטבלה מס' 4 ב' מוצג ניתוח חד-גורמי המשווה בין כל הטיפולים השונים בחלקה.

טבלה מס' 4: מספר מוקדים נגועים בקשיון רולפסי בממוצע לשורה, מספר צמחים נגועים לחזרה, ומספר צמחים נגועים למוקד נגיעות. הנתונים מוצגים כממוצע $\pm SE$. מינון נתיבו ניתן ביחידות של גרם/דונם. n = מספר חזרות. *נבדל באופן מובהק מביקורת של אותו הזן ללא תוספת תכשירי הדברה. **מספר החזרות הינו $1/2n$ (חיבור הצמחים הנגועים בין שתי שורות בכל ערוגה).

א. הערכת נגיעות ב - 20.9.18

מספר צמחים מתים למוקד	צמחים נגועים**	מספר מוקדי נגיעות	n	נתיבו	
ABC	1.82 $\pm$ 0.53	AB	13.60 $\pm$ 5.46	A	3.00 $\pm$ 0.86
BCD	0.90 $\pm$ 0.35	C*	2.80 $\pm$ 1.71	B*	1.30 $\pm$ 0.21
BCD	0.80 $\pm$ 0.29	C*	1.60 $\pm$ 0.51	B*	1.00 $\pm$ 0.00
A	2.96 $\pm$ 0.81	A*	23.17 $\pm$ 9.18	A	2.81 $\pm$ 0.48
BCD*	1.01 $\pm$ 0.36	C*	5.60 $\pm$ 2.29	B*	1.58 $\pm$ 0.29
AB *	0.77 $\pm$ 0.35	C*	3.20 $\pm$ 1.39	B*	1.33 $\pm$ 0.26
AB	1.94 $\pm$ 0.73	BC	7.67 $\pm$ 2.99	B	1.50 $\pm$ 0.23
BCD	0.69 $\pm$ 0.21	C	2.00 $\pm$ 0.82	B	1.25 $\pm$ 0.16
CD	0.25 $\pm$ 0.25	C	0.50 $\pm$ 0.50	B	1.00 $\pm$ 0.00
BCD	1.41 $\pm$ 0.48	BC	5.80 $\pm$ 2.08	B	1.50 $\pm$ 0.34
D	0.20 $\pm$ 0.13	C	0.60 $\pm$ 0.40	B	1.10 $\pm$ 0.10
D	0.00 $\pm$ 0.00	C	0.00 $\pm$ 0.00	B	1.00 $\pm$ 0.00

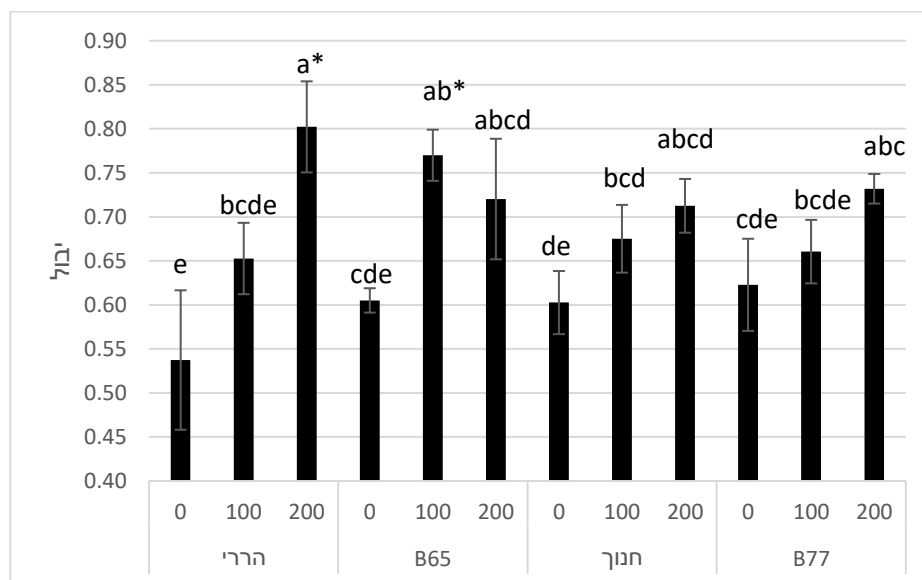
ב. הערכת נגיעות ב - 4.10.18

רמת נגיעות	צמחים נגועים	מספר מוקדי נגיעות	n	נתיבו	זן
A	1.83 $\pm$ 0.34	A	7.87 $\pm$ 3.20	AB	1.67 $\pm$ 0.17
C*	0.13 $\pm$ 0.13	D*	0.13 $\pm$ 0.13	EF*	0.25 $\pm$ 0.16
C*	0.00 $\pm$ 0.00	D*	0.00 $\pm$ 0.00	F*	0.00 $\pm$ 0.00
A	1.84 $\pm$ 0.30	AB*	6.68 $\pm$ 2.10	BC	1.21 $\pm$ 0.07
BC*	0.48 $\pm$ 0.27	CD	1.50 $\pm$ 0.84	DE*	0.70 $\pm$ 0.20
C*	0.10 $\pm$ 0.10	D	0.10 $\pm$ 0.10	EF*	0.20 $\pm$ 0.13
A	1.81 $\pm$ 0.24	AB	7.25 $\pm$ 1.29	BC	1.38 $\pm$ 0.14
B*	1.08 $\pm$ 0.32	BCD	3.32 $\pm$ 1.22	CD*	1.00 $\pm$ 0.23
BC*	0.39 $\pm$ 0.22	D*	0.22 $\pm$ 0.12	EF*	0.50 $\pm$ 0.23
A	2.07 $\pm$ 0.33	ABC	5.65 $\pm$ 2.12	A	1.90 $\pm$ 0.32
BC*	0.45 $\pm$ 0.30	CD	1.30 $\pm$ 1.01	DEF*	0.40 $\pm$ 0.16
BC*	0.35 $\pm$ 0.21	D	0.25 $\pm$ 0.13	EF*	0.50 $\pm$ 0.21

לטיפול במינונים שונים של נתיבו נמצאה השפעה מובהקת ($p < 0.01$) על היבול. בנייתוח רב-גורמי נראה כי לזן, לבלוק או למינון נתיבו באינטראקציה עם הזן לא הייתה השפעה מובהקת על היבול ($p > 0.05$) או ($p = 0.282$). באיור מס' 7 ניתן לראות כי יישום נתיבו מנע פחיתה ביבול בכל אחד מהזנים. בזן הררי שטופל ב 200 גרם נתיבו לדונם ו B65

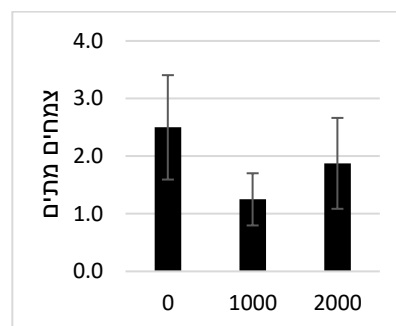
100 גרם לדונם, התקבל היבול הגבוה ביותר, באופן מובהק בהשוואה לביקורת לא מטופלת באותו הזן. (הורדת הבלוק הצפוני ביטלה את השפעת הבלוקים, ולכן הוא אינו נחשב בחישוב היבול).

איור מס' 7 – השפעה של טיפולים בנתיבו על היבול בזנים השונים. בגרף מוצגים ממוצע יבול $\pm$ SE לחזרה בין הזנים השונים במינונים של 0, 100, ו 200 גרם נתיבו לדונם. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים (LSD, $p < 0.05$). * מסמל הבדלים מובהקים של הטיפול מביקורת לא מטופלת באותו הזן.

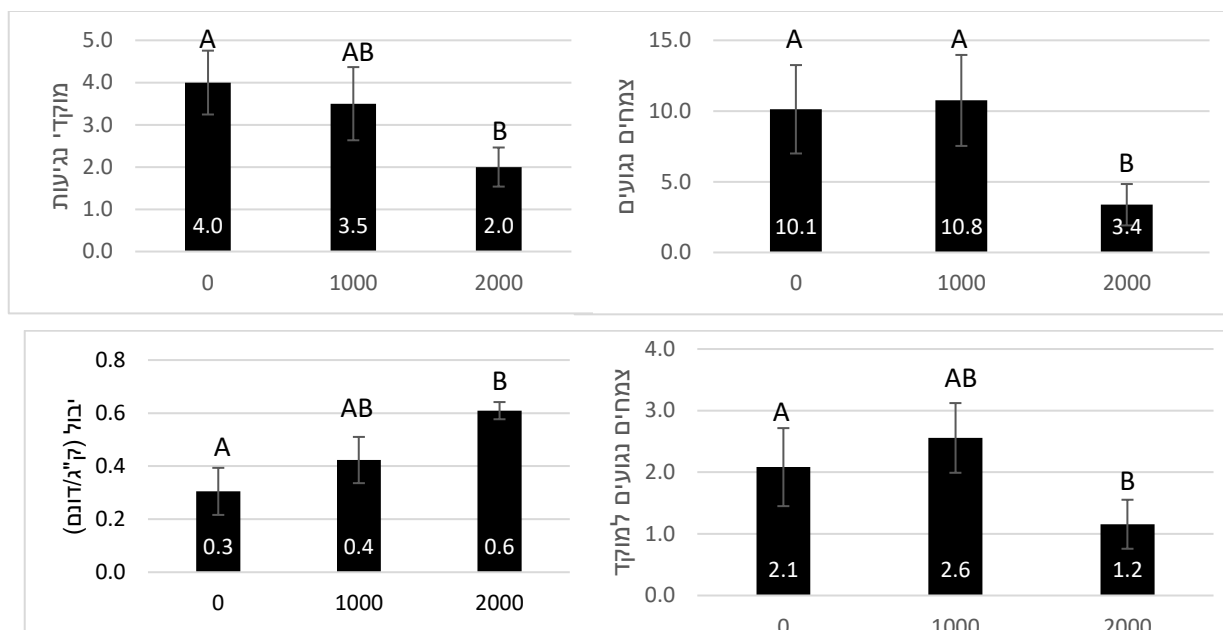


(ii) בחינת השפעת יישום טופסטאר לפני הזריעה במינונים שונים: בהערכת הנגיעות הראשונה בתחילת הגידול בתאריכים ה 3/9/18 ושל ה 15/6/18 לא נמצאה השפעה מובהקת בין הטיפולים במינונים השונים של טופסטאר לבין ביקורת לא מטופלת על מספר הצמחים החסרים או שהתמוטטו מהמחלה בשלבים מוקדמים של הגידול (איור מס' 8).

איור מס' 8 – מספר צמחים ממוצע ($\pm$ SE) שנפגעו לפני ה 15/6/18 בביקורת ובטיפול של 1,000 או 2,000 סמ"ק לדונם.



בהערכת נגיעות בתום הגידול ב 20.9.18 כשבועיים לפני עקירת הצמחים הוערכה שוב הנגיעות ונראה כי טיפול בטופסטאר במינון 2,000 סמ"ק לדונם הפחית באופן מובהק את: 1. ממוצע מוקדי הנגיעות, 2. מספר צמחים נגועים לחזרה, ו 3. מספר צמחים נגועים למוקד. טיפול ב 1,000 סמ"ק לדונם לא הפחית באופן מובהק את הנגיעות, ומנע פחיתה ביבול באופן מובהק (איור מס' 9).



איור מס' 9 – ממוצע צמחים נגועים לשורה, מספר צמחים ממוצע לשורה, מספר ממוקדי נגיעות, ויבול לחזרה. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים LSD, $p < 0.05$, לאחר שכלול הבלוקים במבחן. $n = 8$ (כל חזרה חולקה לשתי שורות על ערוגה שנספרו בנפרד), פרט ליבול בו נשקלה כל חזרה בנפרד, $n = 4$. התוצאות מוצגות כממוצע $\pm$ SE.

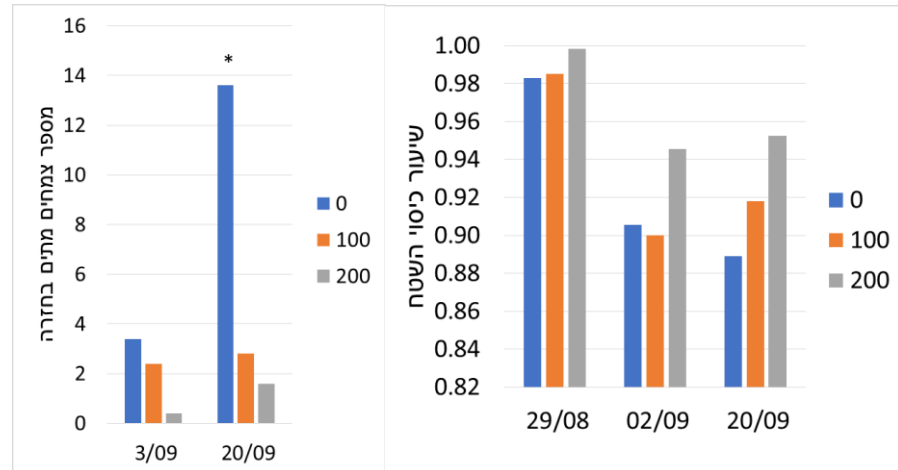
בהערכת הנגיעות ביום הקטיפה על צמחים מיד לאחר העקירה, ניתן לראות כי תיחוח טופסטאר לפני השתילה במינון של 2,000 סמ"ק לדונם, מפחית באופן מובהק את מספר הצמחים הנגועים (טבלה מס' 5).

טופסטאר	מס' מוקדים				מספר צמחים נגועים			
	1	$\pm$	0.21	A	33.3	$\pm$	9.39	A
0								
1,000	1.3	$\pm$	0.27	A	18.8	$\pm$	8.43	AB
2,000	1.2	$\pm$	0.08	A	10.3	$\pm$	3.46	B

טבלה מס' 5 – השפעת מינונים שונים של טופסטאר על מספר מוקדים נגועים בקשיון רולפסי בממוצע, מספר צמחים נגועים, ומספר צמחים נגועים למוקד נגיעות הנתונים מוצגים כממוצע $\pm$ SE. $n = 10$.

(iii) בחינת השימוש בטכניקת חישה מרחוק לזיהוי מוקדם של המחלה ולהערכת רמת הנגיעות. בחלקת ניסוי הבוחן השפעת תכשירי הדברה ושימוש בזנים שונים על מחלת קשיון רולפסי נראתה הפחתה משמעותית של הנגיעות בזן הרגיש B77 על ידי יישום נתיבו במינון של 100 או 200 גר' לדונם. צילומי רחפן מראים כי שימוש בתכשירי הדברה מפחית עם הזמן את הירידה בשיעור כיסוי השטח, אך לא באופן מובהק (איור מס' 10).

איור מס' 10 –
השוואה בין נתוני
רחפן לנתוני פקח
בשטח שספר את
מספר הצמחים
המתים במזרה בזן
B77.
* מסמלת הבדלים
מובהקים בין
הטיפולים.



אף על פי ששיעור כיסוי השטח בזן B77 בטיפולים השונים לא מראה שינוי משמעותי (איור 10), בטבלה מס' 6 ניתן לראות כי ירידה בכיסוי הנוף בסוף אוגוסט ובספטמבר נמצאת בקורלציה שלילית באופן מובהק למס' צמחים נגועים או מתים כתוצאה מקשיון רולפסי. יחד עם זאת, שימוש במצלמה תרמית לא חשף קורלציות מובהקות בין שינוי בטמפרטורות לבין מספר צמחים מתים או נגועים במחלה, אולם נמצאה קורלציה שלילית מובהקת בין הטמפ' לבין שיעור הכיסוי.

טבלה מס' 6 – קורלציות בין מדדים שונים שנאספו בכל חלקות הניסוי בזן B77 ערכים מובהקים מסומנים בכוכבית. * $p < 0.01$, ** $p < 0.05$.

	צמחים מתים 20/9	צמחים נגועים 4/10	טמפ' 2/9	טמפ' 29/8	שינוי טמפ' שינוי	כיסוי נוף 29/8	כיסוי נוף 2/9	כיסוי נוף 20/9	שינוי כיסוי נוף
צמחים מתים 20/9	1.0*								
צמחים נגועים 4/10	0.8*	1.0*							
טמפ' 2/9	0.1*	0.2	1.0*						
טמפ' 29/8	0.2	0.2	0.8	1.0*					
שינוי טמפ' שינוי	0.2	0.1	0.0	0.5	1.0*				
כיסוי נוף 29/8	-0.4*	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	1.0*			
כיסוי נוף 2/9	-0.6*	-0.5*	-0.3**	-0.3*	-0.2	0.6*	1.0*		
כיסוי נוף 20/9	-0.7*	-0.5*	-0.2**	-0.3*	-0.3**	0.6*	0.9*	1.0*	
שינוי כיסוי נוף	-0.6*	-0.5*	-0.3**	-0.3*	-0.1	0.4*	1.0*	0.9*	1.0*

4. בחינת שיטות השקיה באבטיח מללי בשילוב תכשירי הדברה להתמודדות עם קשיון רולפסי.

4.1 מהלך המחקר ושיטות עבודה: הניסוי נערך במתכונת רב-גורמית. הגורמים שנבחנו: (i) אופן ההשקיה - בטפטוף או בהמטרה. (ii) בכמות השקיה - 60% או 100% אחת לשבוע (הכמות תוקנה באופן יחסי על פי מדדי התאדות). (iii) יישום בתכשיר נתיבו - טיפול בנתיבו 100 גרי לדונם או ללא טיפול. (iv) שיטת הדבקה של הפירות – על ידי שימוש בקשיונות או דסקית תפטיר שהונחו מתחת לפירות.

הזריעה נעשתה ב 22/5/18 ויום לאחריה התבצעה השקית הנבטה בקו נוע. ההשקיות על פי מתכונת הניסוי החלו כאשר האבטיחים הגיעו לגודל כדור טניס. גודל החלקות המושקות הן של 12 מ' x 25 מ'. בכל חלקת השקיה סומנו 2 מקטעים של 12 מ' ערוגה, כאשר המקטע הראשון טופל בנתיבו והשני לא טופל כלל. בכל מקטע סומנו 10 אבטיחים שהודבקו בעזרת קשיונות, ו 10 אבטיחים שהודבקו בעזרת תפטיר. ההדבקה התבצעה בתאריך 24/7/18. מיד לאחר ההדבקה ניתנו שתי השקיות (ביום ההדבקה ויום למחרת). במהלך הניסוי נבחנו הנגיעות אחת לשבועיים, החל מזיהוי סימנים ראשוניים לנבילה כתוצאה מקשיון. בתום הניסוי נספרו האבטיחים הנגועים.

4.2 תוצאות הניסוי: בבחינת השפעת הגורמים השונים (Fit Model) נמצא כי לא הייתה השפעה מובהקת על אחוז הנגיעות בתום הניסוי לתכשיר ההדברה ($t \text{ ratio} = -0.02$; $p=0.982$), למרחק מהטפטפת ($t \text{ ratio} = 0.73$; $p=0.4661$), או למנת ההשקיה ($t=1.78$; $p=0.0796$). יחד עם זאת, לצורת ההדבקה הייתה השפעה מובהקת ($t=0.73$; $p<0.001$), כאשר ההדבקה עם קשיונות הייתה פחותה בשיעור ניכר. באבטיחים שהודבקו על ידי קשיונות נמצא הבדל מובהק בין רמות ההשקיה השונות. באופן מפתיע, נמצא כי בשיעור ההשקיה הנמוך יותר נמצאו בממוצע 29.12% אבטיחים נגועים, ביחס ל 17.88% אבטיחים נגועים בשיעור ההשקיה הגבוה. ההבדלים היו מובהקים סטטיסטית ($F=7.5266$; $p=0.0086$). התוצאות מוצגות בטבלה מס' 7.

טבלה מס' 7 - אחוז הנגיעות בתום הניסוי בטיפולים השונים. n – מספר חזרות.

שיעור השקיה	תכשירי הדברה	צורת השקיה	n	הדבקה בתפטיר – נגיעות בתום הניסוי (%)			הדבקה בעזרת קשיונות – נגיעות בתום הניסוי (%)		
					±			±	
60%	Control	טפטפת	8	83.9	± 3.23		27.77	± 4.54	
		קובוע	4	70.9	± 6.69		20.00	± 4.08	
	Nativo	טפטפת	8	90.8	± 5.40		35.81	± 6.44	
		קובוע	4	85.0	± 6.45		27.50	± 6.29	
100%	Control	טפטפת	8	90.0	± 3.23		19.72	± 6.00	
		קובוע	4	75.0	± 6.45		22.50	± 6.29	
	Nativo	טפטפת	8	77.6	± 13.18		17.63	± 4.89	
		קובוע	4	80.0	± 8.16		10.00	± 4.08	

סיכום ותוכניות להמשך:

1. עגבניות תעשייה מורכבות על כנות נפגעו באופן משמעותי פחות משתילים שאינם מורכבים. הנגיעות בכנות הייתה זניחה, ובכנת Beaufort לא נראתה כלל נגיעות בשתילים הצעירים. לעומת זאת, בתום הגידול נראתה נגיעות זהה בין הכנות – ואף בדרגת המחלה הגבוהה ביותר, נראו יותר צמחים שאינם מורכבים נגועים, ביחס לצמחים המורכבים. יתרון נוסף שנראה לשתילי עגבניות התעשייה המורכבים הוא העלאה ביבול הכללי וביבול האדום.

2. יישום תכשירי הדברה בעגבניות:

תיחוח טופסטאר במינונים של 1,000 ו 2,000 סמ"ק לדונם, סייע להפחתת תמותת צמחים בתחילת תקופת הגידול, ומנע פחיתה ביבול באופן מובהק. ייתכן כי מניעת נפילת צמחים בתחילת הגידול (שיפור בעומד הצמחים) תרמה למניעת פחיתה ביבול הפרי האדום, שהוא היבול המשוק העיקרי והמשמעותי.

יישום נתיבו לבדו 4 פעמים במהלך הגידול לא הפחית נגיעות באופן מובהק, אך כן כאשר שולב עם תיחוח טופסטאר לפני השתילה. שילוב זה מנע את הפחיתה ביבול רק במינונים הנמוכים שנבחנו - 100 גר' נתיבו ו 1,000 סמ"ק טופסטאר לדונם. במינונים גבוהים יותר של שני התכשירים לא נראתה השפעה מיטיבה על היבול.

טיפול ההגמעה בנתיבו עשויים למנוע פחיתה ביבול, ביחס לביקורת ללא כל טיפול כימי נוסף, אך עלולים לפגוע ביבול במידה ובקרקע יש כבר נוכחות מוקדמת של החומר טופסטאר במינון גבוה. יתכן וניתן להתגבר על מכשלה זאת בטיפול הגמעה בלבד, כאשר ההגמעה הראשונה תיושם בשלב מוקדם מאד של הגידול בחומרים פעילים השייכים לסטרובילורנינים (החומר הפעיל בטופסטאר ודומיו). בהמשך, כאשר הצמחים פחות רגישים לעיכוב של טריאזולים, ניתן לעבור לטיפול ליישום תכשירים המשלבים סטרובילורנינים וטריאזולים (כדוגמת התכשיר נתיבו). כדי לאושש את התוצאות יש לחזור על הניסוי שנה נוספת בחלקה מאולחת במחלה, ולבחון את דחית השימוש בטריאזולים.

3. באגוזי אדמה:

א. בתחילת הניסוי נראו יותר צמחים נגועים במחלה בזן B77, אך הסיבה לכך היא כפי הנראה איכות הזרעים שהיו נגועים בפטרייה הפתוגנית - אספרגילוס ניגר. נפילות אלו דווחו בחלקות נוספות שקיבלו זרעים מאותו מקור.

ב. לא נראו הבדלים ניכרים בין הזנים השונים במידת הרגישות לקשיון רולפסי כאשר לא שולבו עם תכשירי הדברה. תוצאות אלו שונות ממה שנראה בניסיונות קודמים, בהם נראה באופן בולט כי B77 רגיש באופן מובהק ביחס לזנים האחרים, וכי B65 הינו הזן הסביל ביותר למחלה. הסיבה לכך עשויה להיות שרמת המדבק בשדה בניסוי זה הייתה גבוהה יותר מהניסוי ב 2015. יתכן כי עובדה זו מטשטשת את היתרון לזנים בעלי הרגישות הנמוכה יותר למחלה, כגון חנוך ו-B65.

ג. יישום נתיבו הפחית נגיעות בזנים הרגישים יותר לקשיון רולפסי בזנים הרגישים למחלה B77 והררי, אך לא בזנים הסבילים למחלה. תוצאות אלו מאששות ממצאים מניסוי קודם.

ד. יישום טופסטאר במינון של 2,000 סמ"ק לדונם (אך לא 1,000 סמ"ק לדונם) נמצא יעיל באופן מובהק ביחס לביקורת לא מטופלת. נראה כי על מנת להפחית נגיעות באגוזי אדמה נחוץ מינון גבוה יותר לעומת הנדרש בעגבניות לתעשייה. בשנה הבאה, אנו מציעים לחזור על ניסוי זה. יישום תכשיר בתיחוח לא מצריך מהלכים נוספים במשך הגידול, וניתן לשלבו עם טיפול מוקדם בקוטל העשבים המיושם כמקובל בעמק החולה באופן זה למניעת הצצה מוקדמת של גומא הפקעים. בעבודה זאת, כמו גם בעבודות שבוצעו בנגב המערבי (און רבינוביץ, מידע אישי) לא נצפתה פיטוטוקסיות של טופסטאר, גם במינונים גבוהים. יחד עם זאת, יש כמובן לבחון את העלויות הכלכליות הכרוכות בהעלאת המינונים בהשוואה לטיפול בנתיבו ו/או בחומרים נוספים שיינתנו לאחר הצצת הגידול. **ה.** יישום נתיבו במינון של 100 ו 200 גרם

לדונם נמצא יעיל להפחתת קשיון רולפסי בכל הזנים בהערכת הנגיעות האחרונה. בהערכת הנגיעות שבועיים מוקדם יותר נראה כי העיכוב יעיל יותר בזנים הרגישים למחלה – B77 והררי, בדומה למה שנראה בשנים קודמות. ו. שימוש במצלמת RGB החל מסוף אוגוסט יכול לסייע באיתור מוקדי נגיעות, במקביל לעבודת פקח בשטח. צילומים מוקדמים יותר לא הראו קורלציות לרמת הנגיעות שנראתה בסוף הגידול.

בשנת 2019 בכוונתנו להמשיך לבחון יישום חומרים בעלי מנגנון פעילות שונה של חברות נוספות, בשילוב זנים בעלי רגישות שונה בחלקה שאולחה בחוות גד"ש ב- 2018. המטרה היא למצוא את הדרך המיטבית להתמודד עם המחלה ביעילות החקלאית והכלכלית. לצורך שימוש בחישה תרמית מרחוק לאיתור המחלה לפני שנראית בעין, יש צורך בציד מדויק יותר (נרכשה מצלמה משוכללת יותר וייעשה בה שימוש בעונת הגידול הבאה).

4. באבטיח מללי: אנו משערים שהתוצאות שהתקבלו היו כתוצאה ממערכת ההדבקה שהייתה אלימה ביותר, בה מיד לאחר ההדבקה ניתנו השקיות תכופות, על מנת לאפשר את התפתחות התפטיר. אנו מציעים לחזור על הניסוי פעם נוספת, באותה חלקת ניסוי, כאשר המדבק כבר קיים בשדה והמחלה בעצם נוכחת כבר בתחילת הגידול.

לסיכום, תוצאות המחקר הראו כי בעגבניות לתעשייה, שימוש בכנות או יישום טופסטאר במינון של 1,000 סמ"ק לדונם בתיחוח בתחילת הגידול - הפחית נגיעות במחלה הנגרמת בחודש הראשון של הגידול, ומעלה את היבול הכללי של החלקה. יישום נתיבו בלבד לא הפחית נגיעות ולא מנע פחיתה ביבול באופן מובהק. טיפול משולב של טופסטאר עם נתיבו במהלך העונה הפחית באופן מובהק נגיעות בצמחים ביחס לביקורת לא מטופלת, אך לא תרם משמעותית ליבול. באגוזי אדמה נראה כי יישום נתיבו הפחית באופן מובהק את מספר הצמחים הנגועים ואת מספר מוקדי הנגיעות בזנים הרגישים, בדומה למה שנראה בניסיונות קודמים. יישום טופסטאר היה יעיל בהפחתת הנגיעות ובמניעת פחיתה ביבול רק במינונים של 2,000 סמ"ק לדונם. באבטיח מללי נמצא כי לא הייתה השפעה מובהקת על אחוז הנגיעות לתכשיר ההדברה, למרחק מהטפטפת, או למנת ההשקיה. יחד עם זאת, לצורת ההדבקה הייתה השפעה מובהקת כאשר ההדבקה עם קשיונות הייתה פחותה בשיעור ניכר. בהדבקה על ידי קשיונות, נמצא כי בשיעור ההשקיה הנמוך הייתה נגיעות גבוהה יותר ביחס לשיעור ההשקיה הכפול. תוצאות אלו הן בניגוד להשערת המחקר, כי הפחתת השקיה תפחית את רמת הנגיעות. שימוש בחישה מרחוק על ידי רחפן, יכול לסייע בניטור המחלה באגוזי אדמה בשלבים בהם המחלה ניתנת לאיתור מהקרקע, אך לא בשלבים מוקדמים יותר.

אנו מציעים לחזור על הניסיונות המוצגים בדו"ח שנה נוספת על מנת לבסס את תוצאות המחקר, פרט לשינויים הבאים: א. יישום נתיבו בעגבניות ייבחן במועדים שונים, על מנת לבחון את יכולתו למנוע פחיתה ביבול. ב. בחינת השיטות השונות להפחתת נגיעות באבטיח, על רקע של נגיעות קיימת בשדה ולא על ידי הדבקה מכוונת. ג. בחינת יכולת מצלמה תרמית רגישה יותר, לזהות נגיעות בשלב מוקדם של התפתחות המחלה.

תודות חמות לליאור הדס מחברת לידור ולרז דפני מחברת אגרולב על יישום התכשירים בשטח; לעמית רוזנברג ורוני פוייר מצוות חוות גד"ש על הטיפול המסור בחלקה; לניבה, שושי פלס ואורלי מאירס על העזרה בספירות. לואלרי אורלוב-לויין מהצוות של חקלאות מדייקת במיגל על צילום וניתוח תוצרי צילום הרחפן.