

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

דו"ח המוגש להנהלת מיזם גד"ש עמק החולה, סוף שנה שניה למחקר 2019.

תאריך הגשת הדו"ח - דצמבר 2019

תוכן העניינים:

עמוד	סעיף
2	I. תקציר
3	II. רקע
3	III. מטרת המחקר
4	IV. שיטות ותוצאות
4	1. עגבניות לתעשייה
4	1.1. בחינת שילוב כנות ובחינת סבילות של זנים להתמודדות עם קשיון רולפסי
4	1.1.2. מהלך המחקר ושיטות העבודה
5	1.1.3. פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה
9	1.2. בחינת דרכים להפחתת נזקים של הפטרייה קשיון רולפסי בעגבניות תעשייה על ידי הדברה משולבת של יישום תכשירי הדברה בשילוב עם הסטת השקיה
9	1.2.1. מהלך המחקר ושיטות עבודה
10	1.2.2. פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה
13	2. אגוזי אדמה
13	2.1. בחינת דרכים להפחתת נזקים של הפטרייה קשיון רולפסי באגוזי אדמה על ידי הדברה משולבת של יישום תכשירי הדברה בשילוב עם זנים סבילים למחלה, ובחינת היכולת לזיהוי מוקדם והערכת חומרת מחלה על ידי שימוש בכלים של חישה מרחוק
13	2.1.1. מהלך המחקר ושיטות עבודה
14	2.1.2. פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה
22	3. אבטיח מללי
22	3.1. בחינת שיטות השקיה באבטיח מללי בשילוב תכשירי הדברה להתמודדות עם קשיון רולפסי
22	3.1.1. מהלך המחקר ושיטות עבודה
22	3.1.2. פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה
24	4. גזר
24	4.1. בחינת יעילות השימוש בתכשירי הדברה בגזר
24	4.1.1. מהלך המחקר ושיטות עבודה
24	4.1.2. תוצאות הניסוי
25	V. סיכום ותוכניות להמשך
27	VI. תודות

I. תקציר

פטריית הקרקע קשיון רולפסי (*Sclerotium rolfsii*), גורמת למחלת העובש הלבן בו היא תוקפת את צוואר השורש, איברים תת-קרקעיים ופירות המונחים על קרקע מאולחת. **מטרת המחקר הכללית** הינה בחינת שיטות התמודדות עם קשיון רולפסי בגידולי קיץ נפוצים בעמק החולה. **לצורך כך: בעגבניות לתעשייה** נבחנו שתילים מורכבים, סבילות של זנים מסחריים, ויישום תכשירי הדברה בשילוב עם הסטת שלוחת הטפטוף. **באגוזי אדמה** נבחן השילוב של הזנים המסחריים חנוך והררי עם תכשירי הדברה להתמודדות עם המחלה, וכן שימוש בטכניקת חישה מרחוק לזיהוי מוקדם של המחלה ולהערכת רמת הנגיעות. **באבטיח מללי** - נבחנו שיטות השקיה שונות בשילוב תכשירי הדברה להתמודדות עם נגעי קשיון רולפסי בפירות. **בגזר** - בחנו את יעילות השימוש בתכשירי הדברה. **תוצאות המחקר** הראו כי **בעגבניות לתעשייה**, שימוש בכנות או יישום "טופסטאר" במינון של 1,000 סמ"ק לדונם בתיחוח בתחילת הגידול - מפחית נגיעות במחלה הנגרמת בחודש הראשון של הגידול. שילוב של טופסטאר בתיחוח יחד עם יישום "נתיבו", פעם אחת בלבד 60 או 90 ימים לאחר שתילה, נראה מספיק להפחית מחלה ולהעלות יבול בחלקות נגועות ברולפסי. תוספת יישומי נתיבו לא נמצאה מועילה, ואף עשויה לפגוע ביבול הכולל. במבחן זנים, עיקר התמונה נראתה בתחילת הגידול, בדומה לניסיונות האחרים. בזן H4107 שיעור התמונה היה הגבוה ביותר, ואילו של הזן BQ312 הנמוך ביותר. למרות הנגיעות הגבוהה בזן H4107, היבול בזן זה היה הגבוה ביותר מבין הזנים שנבחנו. **באגוזי אדמה** נראה כי יישום נתיבו הפחית באופן מובהק את מספר הצמחים הנגועים ואת מספר מוקדי הנגיעות בזנים חנוך והררי, בדומה למה שנראה בניסיונות קודמים. יישום "אקנטו" במהלך הגידול גם הוא הוסיף יבול באופן מובהק בזן הררי. יישום טופסטאר היה יעיל בהפחתת הנגיעות בתחילת הגידול ובחומרת המחלה כשישם במינון גבוה של 3,000 סמ"ק לדונם. כפי שראינו בניסיונות קודמים בחלקות נגועות באופן טבעי, נראה כי הזן חנוך פחות רגיש למחלה באופן מובהק, וכי בביקורת בלתי מטופלת היבול היה גבוה פי 1.92 ביחס לזן הררי. **בגזר** נראה כי הנגיעות בחלקה הייתה נמוכה ולא נראו סימני מחלה על הנוף, פרט לנקודות שאולחו באופן מכוון. הערכת הנגיעות לפני עקירה ולאחריה לא חשפה הבדלים מובהקים ברמת הנגיעות. יחד עם זאת, נראה כי בביקורת התקבל משקל היבול סוג א' הנמוך ביותר ואילו היבול סוג ב' הגבוה ביותר. יישום טופסטאר במינון של 150 סמ"ק לדונם תרם באופן מובהק ליבול סוג א', והתכשירים אורטיבה טופ, פרולין+פוליקור טורקיז ונתיבו הפחיתו באופן מובהק את משקל האשרושים סוג ב'.

לסיכום ותוכניות להמשך: בעגבניות לתעשייה נבחן בניסוי חוזר את יעילות יישום נתיבו 60 ימים לפני קטיף, בשילוב עם תיחוח טופסטאר במינונים של 500 או 1,000 סמ"ק לדונם. בניסוי המשווה סבילות של זנים יש לחזור שנה נוספת, ולבחון את ההבדלים ברגישות בקטיפים מאוחרים יותר, על מנת לבחון את הרגישות היחסית של הזנים כאשר הצמחים בוגרים והיבול מונח על הקרקע. **באגוזי אדמה** נבחן שילוב של טיפולים לפני שתילה וטיפולים במהלך הגידול. **באבטיח מללי** המושקה בטפטוף - נבחן את מרווח השורות המיטבי בשילוב עם יישום תכשירי הדברה להתמודדות עם המחלה. **בגזר** - נבחן את השפעת הזריעה בגדודיות, מועד הזריעה, ומספר הזרעים למ"ר על תנאי רטיבות וטמפרטורת הקרקע והאוויר מתחת לנוף, ובהתאם לכך - על הרגישות למחלה.

II. 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 הגידולים בעמק החולה. נמצא כי יעילות הטיפול בקוטלי פטריות בקרקעות עמק החולה נמוכה יחסית למתואר במקומות אחרים בארץ, כפי הנראה בשל ספיחת התכשירים לקרקעות הכבול ולקרקעות הכבדות הגורמת לתנועתם המוגבלת בקרקע, ומפחיתה את יעילות היישום. התכשיר שנמצא היעיל ביותר כנגד הפטרייה, הינו "נתיבו-75" מכיל את החומרים הפעילים Tebuconazole, השייך לקבוצת תכשירים הנקראת טריאזולים, ו-Trifloxystrobin השייך לקבוצת תכשירים הנקראת סטרובילורנינים. מקובל ליישם אותו רק כחודש לאחר הזריעה בשל פעילות פיטו-טוקסית של Tebuconazole בשלבים מוקדמים של הגידול. התכשיר טופסטאר (תכשיר גנרי לעמיסטר) מכיל רק את החומר הפעיל Azoxystrobin, 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 קרולינה כי ניתן להשתמש בזנים מורכבים על גבי כנות המקנות עמידות למחלה. בגזר, אנו מניחים שאותם תכשירי הדברה הפעילים בגידולים אחרים יהיו יעילים גם כנגד קשיון רולפסי בגזר, יחד עם זאת, מרבית התכשירים שנבחרו לסריקה זו הינם תכשירים המורשים לשימוש בגידול.

III. מטרות המחקר: בחינת שיטות להתמודדות עם קשיון רולפסי בעגבניות תעשייה, אגוזי אדמה, אבטיח מללי וגזר.

לצורך כך נבחן גישה משולבת להתמודדות עם קשיון רולפסי בגידולים השונים:

בעגבניות לתעשייה נבחן: (i) שילוב של כנות ובחינת סבילות של זנים להתמודדות עם קשיון רולפסי. (ii) דרכים להפחתת נזקים של הפטרייה קשיון רולפסי על ידי יישום תכשירי הדברה בשילוב עם הסטת שלוחת הטפטוף.

באגוזי אדמה נבחן: (i) שילוב זנים רגישים או עמידים למחלה באגוזי אדמה עם מינונים שונים של תכשירי הדברה. (ii) שימוש בטכניקת חישה מרחוק לזיהוי מוקדם של המחלה ולהערכת רמת הנגיעות.

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

בגזר - נבחן את השימוש בתכשירי הדברה.

1. עגבניות לתעשייה -

1.1 בחינת שילוב כנות ובחינת סבילות של זנים להתמודדות עם קשיון רולפסי.

1.1.2 מהלך המחקר ושיטות העבודה: הניסיונות בוצעו בחוות גידולי שדה בגליל העליון, בחלקה על "כרב" אגוזי אדמה שאולחו בפטריה בשנה קודמת.

(i) לבחינת יעילות השימוש בשתילים מורכבים **בשנת 2018** נשתלו שתילי עגבניות תעשייה מזן H4107 על שורשיהם או לאחר שהורכבו על הכנות המסחריות בופור, יוניפורט ו RT-88. הניסוי נשתל ב- 28/5/18 במתכונת של בלוקים באקראי ב-7 חזרות. כל חזרה הייתה על 10 מ' ערוגה המורכבת משתי שורות שתילה, כאשר השורה הצפונית והמזרחית נספרו בנפרד. בסוף הגידול היבול נאסף ונשקל ב- 29/7/18. היבול מוין על פי הקריטריונים המקובלים ליבול - פרי אדום, פרי ירוק ופרי רקוב (שימוש מוגבל). בזמן אסיף היבול לאחר נייעור הפירות מהצמחים בוצעה הערכה של נגיעות המחלה בשורשים ובצמחים (איור מס' 1). **בשנת 2019** חזרנו על הניסוי פעם שניה באופן דומה, עם השינויים הבאים: החלקה נשתלה ב- 7/5/19 ב- 5 חזרות, ובחינה של כנה נוספת של חברת רוטיליטי RT118. כביקורת נשתלה חלקה נוספת על קרקע שאינה נגועה בקשיון רולפסי. הקטיפ והמיון נערך ב- 27/8/19. אורך כל חזרה 8.8 מ. (ii) בשנת 2019 הועמד ניסוי נוסף, הבוחן עמידות יחסית לקשיון רולפסי של 18 כנות בלתי מורכבות של חברת רוטיליטי בהשוואה לכנות המסחריות בופורט ויוניפורט. הניסוי הועמד ב- 3 חזרות. ניסוי זה היה קצר מועד, ובחן את התמותה רק בתחילת הגידול. הניסוי נשתל פעמים - פעם אחת ב- 7/5/18, ופעם שניה ב- 20/6/18. אורך כל חזרה 2 מ'. (iii) מבחן זנים על שורשיהם נעשה במטרה לאתר זנים סבילים למחלה. ב- 7/5/19 נשתלו הזנים H4107, H9780, H1015 של חברת היינץ, והזנים BQ328 ו BQ312 של חברת עדן-אגרו. מעקב אחר נגיעות ומדדי היבול נעשה כמתואר בסעיף i. אורך כל חזרה היה 8.8 מ'.

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
תיאור מילולי	בריא	נוכחות תפטיר על הצמח	נגיעות קלה, נבילה בחלק קטן מהענפים	נגיעות בינוניות	נגיעות גבוהה, יש איברים ירוקים	נגיעות גבוהה מאוד, כל הצמח קמל

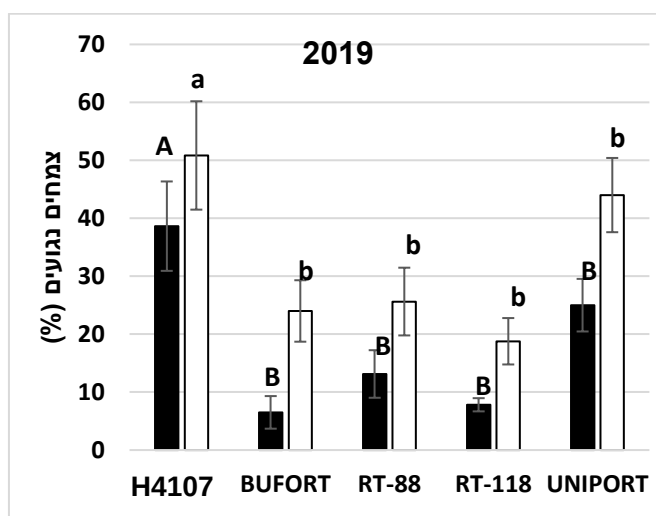
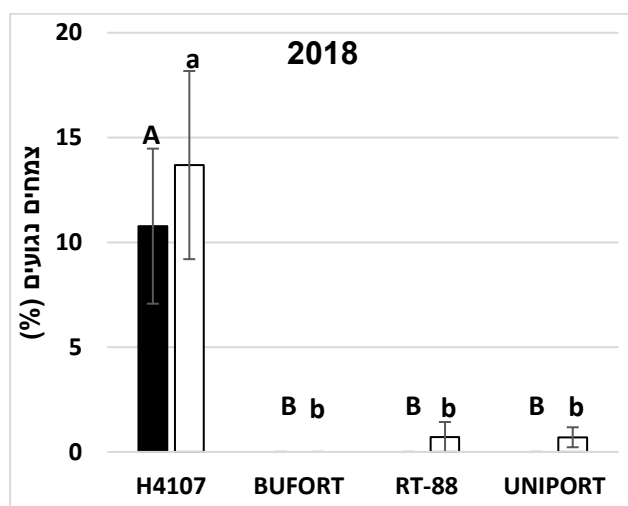


(iv) **סטטיסטיקה:** ניתוח רב-גורמי של כל המודל, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין השורות על ערוגה, ולכן כל שורה בערוגה נספרה בנפרד (בשנת 2018, n=14; בשנת 2019, n=10; במבחן כנות 2019, n=6; זנים n=10). רק בשנת

2018 נמצא כי לבלוק, לכנה ולאינטראקציה בין כנה ובלוק השפעה מובהקת ($p < 0.01$), ולכן ניתוח ANOVA נלקחו בחשבון הבלוקים.

1.1.3. פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה:

(i) **בניסוי שהועמד בשנת 2018** - כבר בשבועות הראשונים לאחר השתילה היה ניתן להבחין כי בזן H4107 על שורשיו יותר שתילים נפגעו מקשיון רולפסי, ב-2018 נראתה תמותה של 10.77% צמחים פגועים בממוצע לחזרה 27 ימים לאחר שתילה, כאשר הצמחים המורכבים לא נפגעו כלל. כחודש לאחר שתילה כבר נראתה פגיעה של 13.69% בזן H4107 על שורשיו לעומת 0.71% ו-0.70% בלבד בכנות RT-88 ויוניפורט, בהתאמה. בכנה בופור לא נפגע אף לא צמח אחד (איור 2). בשנת 2019, נראה כי רמת המדבק בחלקה הייתה גבוהה יותר ביחס לניסוי של 2018, כאשר 15 ימים לאחר שתילה, בצמחי הביקורת שאינם מורכבים - 38.6% מהצמחים נפגעו מהמחלה, בעוד שבצמחים המורכבים על כנת בופורט נפגעו רק 6.5%. מכנת RT-118 נפגעו 12.5%, מכנת RT88 נפגעו 21.0% ואילו מכנת בופורט נפגעו 25% (איור מס' 2).



איור 2 – שיעור הצמחים הנגועים (%) בתחילת הגידול בזן H4107 על שורשיו או מורכב על כנות שונות. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים. שמאל - 2018, דיגום נעשה 27 ו 34 (□) ימים לאחר שתילה. ימין - 2019, דיגום נעשה 15 (■) ו 22 (□) ימים לאחר שתילה ($p < 0.05$, HSD).

הנגיעות בסוף הגידול כתוצאה מהמחלה הייתה נמוכה ביחס למה שנראה בשבועות הראשונים של הגידול. לפני עקירת הצמחים של הניסוי בשנת 2018 נספרו אזורים בהם ניכרת הנגיעות על גבי הנוף. 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 H4107 על שורשיו הינו הטיפול בו נפגע מספר הצמחים הנמוך ביותר (טבלה מס' 1). גם **בניסוי שהועמד בשנת 2019** נראו באופן מובהק ($p < 0.05$, LSD) פחות צמחים נבולים בזן H4107, עם 2.5 צמחים נגועים בממוצע, בהשוואה לזנים האחרים בהם הנגיעות הייתה של 8.2-13.6 צמחים נגועים לחזרה (תוצאות לא מוצגות).

טבלה מס' 1: אחוז הצמחים בקטגוריות שונות של חומרת המחלה בצמחי עגבניות זן H4107 המורכבים על כנות שונות, בהשוואה לביקורת לא מורכבת (H4107). הניסוי הועמד בשנת 2018. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים על פי LSD, $p=0.05$.

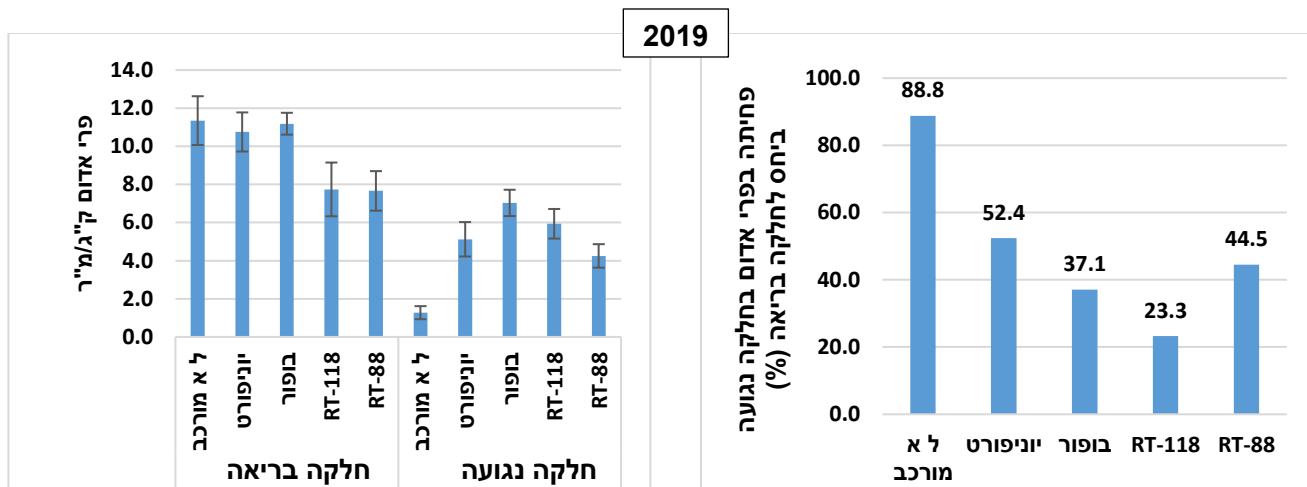
כנה	דרגת מחלה 5	דרגת מחלה 4	דרגת מחלה 3	דרגת מחלה 2	דרגת מחלה 1	דרגת מחלה 0
2018						
H4107	b	1.5 ± 0.30	4.0 ± 0.37	3.2 ± 0.51	4.3 ± 0.69	18.5 ± 1.94
Beaufort	a	4.8 ± 0.44	4.8 ± 0.62	2.7 ± 0.67	4.8 ± 0.62	18.9 ± 0.88
RT-88	ab	2.8 ± 0.26	4.5 ± 0.40	4.9 ± 0.72	7.9 ± 0.61	13.4 ± 1.46
Unifort	ab	4.4 ± 0.67	3.8 ± 0.48	2.1 ± 0.46	8.8 ± 1.46	22.8 ± 1.91
						68.6 ± 2.18
						63.9 ± 0.81
						66.5 ± 2.21
						58.0 ± 2.15

בשתי שנות הניסוי, יכול הצמחים בזן H4107 על שורשיו היה נמוך ביחס לצמחים המורכבים. בשנת 2018 יכול הצמחים המורכבים היה באופן מובהק גבוה יותר ביחס לצמחים שאינם מורכבים ($F \text{ ratio} = 5.27$; $p = 0.03$). בשנת 2019 היבולים היו יחסית נמוכים בשל השתילה המאוחרת והופעת נגיעות בוורוס בחלקה, והתרומה ליכול הכללי הייתה פי 3.4-4.5, גבוהה, באופן מובהק, בהשוואה לשתילים שאינם מורכבים (טבלה מס' 2).

טבלה מס' 2: משקל יכול לפי חלוקה למשקל יכול כללי, משקל פירות אדומים, משקל פרי ירוק ומשקל הפירות הרקובים. בטבלה מצוין המשקל הממוצע בק"ג/מ"ר $\pm SE$. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים על פי LSD, $p=0.05$. H4107 הינו הזן המסחרי על שורשיו, ולא מורכב על הכנות השונות.

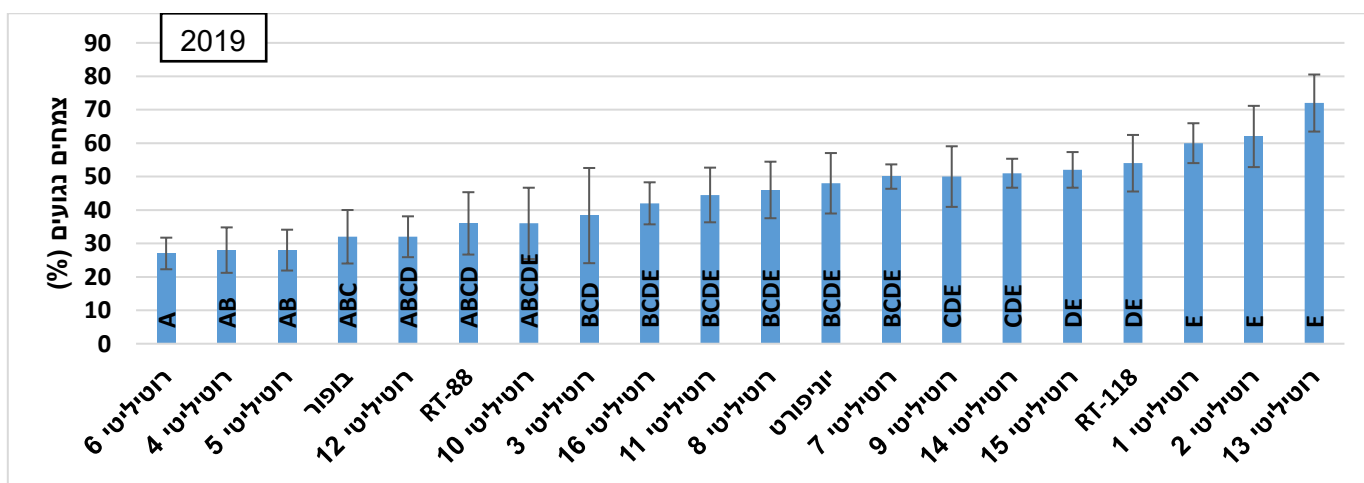
כנה	יכול כללי (ק"ג/מ"ר)	משקל פרי אדום (ק"ג/מ"ר)	משקל פרי ירוק (ק"ג/מ"ר)	פירות רקובים (ק"ג/מ"ר)
2018				
H4107	B	11.54 ± 1.34	B	10.39 ± 1.22
Beaufort	AB	13.69 ± 0.88	AB	12.27 ± 0.80
RT-88	AB	13.22 ± 0.42	AB	11.64 ± 0.54
Unifort	A	14.58 ± 0.56	A	13.23 ± 0.47
				0.63 ± 0.16
				0.72 ± 0.08
				0.77 ± 0.10
				0.83 ± 0.06
				0.82 ± 0.06
				0.33 ± 0.11
2019				
H4107	C	1.65 ± 0.44	C	1.27 ± 0.34
Beaufort	A	8.28 ± 0.81	A	7.03 ± 0.69
RT-88	B	5.56 ± 0.87	B	4.25 ± 0.62
Unifort	AB	6.44 ± 1.10	AB	5.12 ± 0.90
RT-118	AB	7.35 ± 0.90	AB	5.94 ± 0.78
				1.32 ± 0.17
				1.28 ± 0.22
				1.28 ± 0.25
				1.14 ± 0.13
				0.37 ± 0.12
				0.01 ± 0.01
				0.02 ± 0.02
				0.03 ± 0.01
				0.08 ± 0.07
				0.10 ± 0.05
				0.59 ± 0.07
				0.80 ± 0.13

ב- 2019 הניסוי נשתל בשתי חלקות - האחת נגועה בקשיון רולפסי, והשנייה בריאה. על פי תוצאות המיון של הקטיפ, ניתן לראות פחיתה ב- 88.9% ביבול בצמחים הלא-מורכבים, בהשוואה ל- 23.3-52.4% בשתילים המורכבים על גבי הכנות השונות.



איור 3: משקל יבול לשיווק (יבול אדום) על זנים מורכבים בהשוואה לזן H4107 על שורשיו ("לא מורכב"). משמאל - משקל פירות אדומים (ק"ג/מ"ר) ראויים לשיווק בכנות השונות, בחלקה נגועה בקשיון רולפסי ובחלקה בריאה. מימין - פחיתה באחוז יבול בחלקה נגועה בהשוואה לחלקה בריאה. לצורך השוואה משמש הזן H4107 שאינו מורכב. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין זן מורכב על הכנות השונות ביחס לזן שאינו מורכב. הניסוי נערך בשנת 2019.

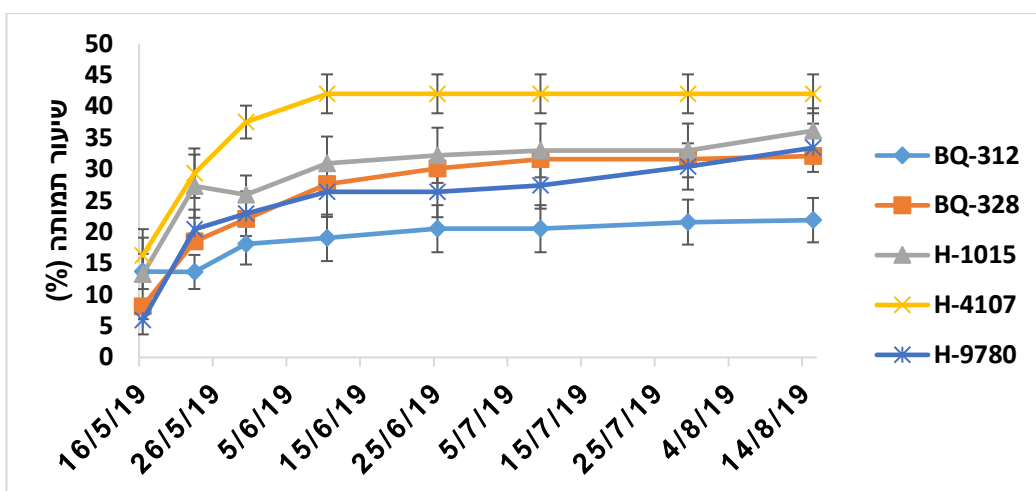
(ii) סריקת כנות נוספות לסבילות לקשיון רולפסי נעשתה ב 2019 והראתה כי יש כנות נוספות היכולות לתת הגנה בפני המחלה ביחס לכנות המסחריות. בשתילה המוקדמת, ב- 7/5/19, נראה כי אחוז הצמחים הנגועים נע בין 27 ל- 72% נגיעות 30 ימים אחרי שתילה (איור מס' 4). בשתילה המאוחרת, ב- 20/6/19, לא נפגע אף שתיל כתוצאה מקשיון רולפסי. ייתכן בשל העובדה שההקלטה התבצעה בטפטוף ולא בהמטרה כמקובל. **(מידע על הכנות: רוטיליטי 3 עד רוטיליטי 8** הן כנות עם קרבת משפחה, שחולקות הורים משותפים. רוטיליטי 7, 9, 10 הן כנות מטיפוס דומה לכנות המסחריות: בופור ומקסיפורט. לכנה 2, אשר הראתה רגישות יחסית למחלה, יש עמידות לנמטודות, והיא תוצאה של הכלאה מחזירה (back cross) של RT88. כל יתר הכנות הן בעלות מגוון של חומר גנטי, ללא קשרים משפחתיים).



איור 4: שיעור צמחים נגועים 30 ימים לאחר שתילה במבחן כנות על גבי חלקה מאולחת בקשיון רולפסי באופן טבעי. סריקת כנות חברת רוטיליטי - השוואה של 18 כנות מול הכנות המסחריות בופור ויוניפורט. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים (LSD, $p < 0.05$). הניסוי נערך ב 2019.

(iv) בבחינת רגישות זני עגבניות לתעשייה ראינו כי יש הבדלים מובהקים ($p=0.02$) ברגישות הזנים השונים למחלה אשר התבטאה בתמותת צמחים בתחילת הגידול, ולא נראתה השפעה מובהקת לבלוק ($p=0.55$) או לאינטראקציה בין הבלוק לבין הזנים ($p=0.36$). בזן H4107 שיעור התמותה היה הגבוה ביותר, כאשר עיקר התמותה נראתה בתחילת הגידול (תמונה מס' 5). יחד עם זאת, היבול הגבוה ביותר התקבל בזן זה (טבלה מס' 3). הזן H9780 נראה הסביל ביותר למחלה, אך לא נבדל באופן משמעותי בשיעור היבול מיתר הגידולים. יש לציין כי באופן עקרוני היבולים בחלקה היו נמוכים, בשל נוכחות וירוס בצמחים שהופיע בשל השתילה המאוחרת. הניסוי נעשה רק שנה אחת (2019) ויש לחזור עליו שנית על מנת לבחון את הדירות התוצאות, ולבחון את ההבדלים ברגישות בקטיפים מאוחרים יותר, על מנת לבחון את הרגישות היחסית של הזנים כאשר הצמחים בוגרים והיבול מונח על הקרקע.

איור 5 - שיעור צמחים נגועים מכל זן, לאורך הגידול בקרקע מאולחת בקשיון רולפסי. התוצאות מוצגות כממוצע של שיעור הצמחים המתים בכל תאריך $\pm$ שגיאת תקן. הניסוי נערך ב 2019.



טבלה מס' 3: משקל יבול (בטון לדונם) לפי חלוקה למשקל יבול כללי, משקל פירות אדומים, משקל פרי ירוק. בטבלה מצוין המשקל הממוצע $\pm$ SE. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים על פי $p < 0.05$, LSD.

משקל פרי ירוק	משקל פרי אדום	יבול כללי	כנה
2018			
0.48 $\pm$ 0.16 A	1.67 $\pm$ 0.28 C	2.18 $\pm$ 0.33 C	BQ-312
0.73 $\pm$ 0.09 A	1.79 $\pm$ 0.28 C	2.53 $\pm$ 0.31 BC	BQ-328
0.94 $\pm$ 0.09 A	2.00 $\pm$ 0.23 BC	2.94 $\pm$ 0.32 ABC	H-9780
0.92 $\pm$ 0.15 A	2.63 $\pm$ 0.20 AB	3.56 $\pm$ 0.34 AB	H-1015
0.58 $\pm$ 0.22 A	3.14 $\pm$ 0.38 A	3.73 $\pm$ 0.46 A	H-4107

1.2 בחינת דרכים להפחתת נזקים של הפטרייה קשיון רולפסי בעגבניות תעשייה על ידי הדברה משולבת של יישום תכשירי הדברה בשילוב עם הסטת שלוחת ההשקיה.

1.2.1 מהלך המחקר ושיטות העבודה:

(i) בחינת מינונים שונים של נתיבו בשלושה יישומים בשילוב עם תיחוח טופסטאר לפני השתילה. ב- 2018 הניסוי בוצע בחוות גידולי שדה בגליל העליון, בחלקה על כרב אגוזי אדמה שאולחו במחלה בשנה קודמת, בדומה לניסיונות הקודמים שתוארו. הניסוי הועמד במתכונת של ניסוי דו-גורמי בחלקות מפוצלות ב- 6 חזרות בבלוקים באקראי. הגורם הראשי: טופסטאר במינונים של 0, 1000, ו- 2000 סמ"ק לדונם שהוצנעו בתיחוח לפני שתילה (התכשיר נמהל במהלך הריסוס ב- 30 ליטר לדונם). בלילה שלאחר התיחוח ירדו 15 מ"מ גשם. הגורם המשני: נתיבו במינונים של 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. השתילה 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). העקירה ומיון היבול התבצעו ב- 12-14/8/18. אורך כל חלקת ניסוי כ- 10 מ' של ערוגה על 1.93 מ' רוחב. במהלך הגידול נספרו הצמחים שהתמוטטו מהמחלה. בסוף הגידול היבול נאסף ונשקל. בזמן אסיף היבול, לאחר ניעור הפירות מהצמחים, בוצעה הערכה של נגיעות המחלה בשורשים ובצמחים (כמתואר בסעיף 1.1.2).

(ii) בחינת מועדי יישום נתיבו אופטימליים או הסטת שלוחת הטפטוף, עם וללא תיחוח טופסטאר לפני השתילה. א. הניסוי הועמד בשנת 2019 במתכונת של ניסוי דו-גורמי בחלקות מפוצלות, ב- 5 חזרות בבלוקים באקראי. הגורם הראשי: טופסטאר במינון של 1,000 סמ"ק לדונם שהוצנעו בתיחוח לפני שתילה מול ביקורת לא- מטופלת. הגורם המשני: נתיבו במינון של 100 גר' לדונם (18 גר' ל 35 ליטר) שניתן בהגמעה דרך מערכת ההשקיה בטפטוף מספר פעמים בעונה (טבלה מס' 3), לאחר כל הגמעה החלקה הושקתה. לביקורת משמשות חלקות ללא טיפול. השתילה התבצעה ב- 1/5/19, קטיף ומיון היבול ב- 25/9/19. איסוף הנתונים נעשה כמתואר בסעיף (i).

טבלה מס' 3: פרוט
הטיפול בתכשיר
נתיבו. הטיפולים
ניתנו עם ובלי תיחוח
טופסטאר בתחילת
הגידול. הניסוי נערך
ב- 2019.

מס' טיפול	26 ימים משתילה (27/5/19)	57 ימים משתילה (27/6/19)	90 ימים משתילה (30/7/19)
1	v		
2		v	
3			v
4	v		v
5	v	v	
6		v	v
7	v	v	v
8			

(iii) שילוב של יישום טופסטאר והסטת שלוחת הטפטוף - בשנת 2019 בחנו את השילוב של יישום טופסטאר בפס השתילה, ולאחר קליטת הצמחים - הסטת השקיה לפס הדריכה לשמירה על פני ערוגה יבשה. הניסוי הועמד במתכונת של ניסוי דו-גורמי בחלקות מפוצלות, ב- 5 חזרות בבלוקים באקראי. הגורם הראשי: מיקום צינור הטפטוף - טפטפת בין שורות השתילה או טפטפת רחוקה משורות השתילה (ממוקמת בפס הדריכה). הגורם המשני: טופסטאר במינון של

1,000 או 500 סמ"ק לדונם שהוצנעו בתיחוח לפני שתילה מול ביקורת לא מטופלת. השתילה התבצעה ב 1/5/19, קטיף מיון היבול, והערכת הנגיעות ב- 26/9/19.

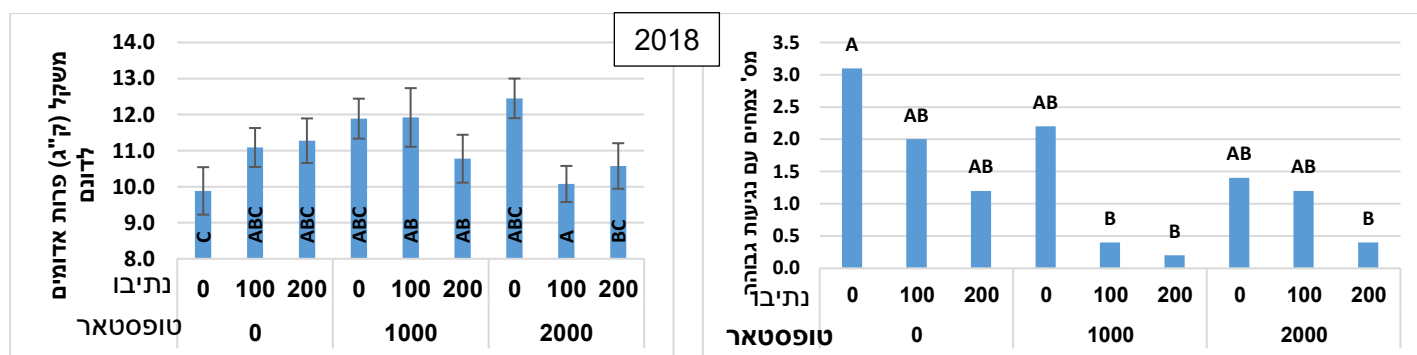
(iv) סטטיסטיקה: ניתוח סטטיסטי של התוצאות בוצע בתוכנת JMP13. בבחינת השפעת יישום טופסטאר בתחילת הגידול לא נמצאה השפעה לבלוק או לאינטראקציה בין הבלוק לטיפול. השוואת הטיפולים בוצעה באנליזת Tukey-Kramer HSD. בבחינת השפעת התכשירים על נגיעות בשורשים ובצמחים בכלל, לא נראתה השפעה לבלוק או לאינטראקציה בין התכשירים. בוצע ניתוח student's LSD.

1.2.2 פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה:

(i) בחינת מינונים שונים של נתיבו בשלושה יישומים בשילוב עם תיחוח טופסטאר לפני השתילה, 2018 -

השפעת הטיפולים על רמת הנגיעות בצמחים - בביקורת שלא קיבלה כלל טיפול בתכשירי הדברה, נמצא מספר הצמחים הרב ביותר עם נגיעות גבוהה (דרגות חומרה 3-5), עם 3.1 צמחים נגועים לחזרה. בניתוח רב-גורמי, ההשפעה הרבה ביותר נראתה ליישום התכשיר נתיבו ($p=0.0475$), ואילו ליישום התכשיר טופסטאר ולאינטראקציה בין טופסטאר לנתיבו לא נראתה השפעה מובהקת ($p=0.1360$, $p=0.9018$). באיור מס' 5 מוצגת השוואה בין מס' הצמחים בעלי נגיעות גבוהה בכל אחד מהטיפולים.

השפעת הטיפולים על היבול - בניתוח רב-גורמי נמצאה השפעת גומלין מובהקת ($p=0.0366$) בין תיחוח טופסטאר לפני שתילה ובין יישום נתיבו במערכת ההשקיה 4 פעמים במהלך הגידול על יבול הפירות האדומים, שהוא היבול המשמעותי והעיקרי. בנוסף, תוספת מובהקת ליבול נמצאה רק לטיפולים בהם הוצנע טופסטאר במינונים 1,000 ו- 2,000 סמ"ק לדונם, ללא תוספת של נתיבו (איור מס' 5). מעניין כי טיפולי ההגמעה בתכשיר 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 התכשיר נתיבו בהגמעה פגעה ביבול, בהשוואה לטיפול ללא נתיבו (איור מס' 5).

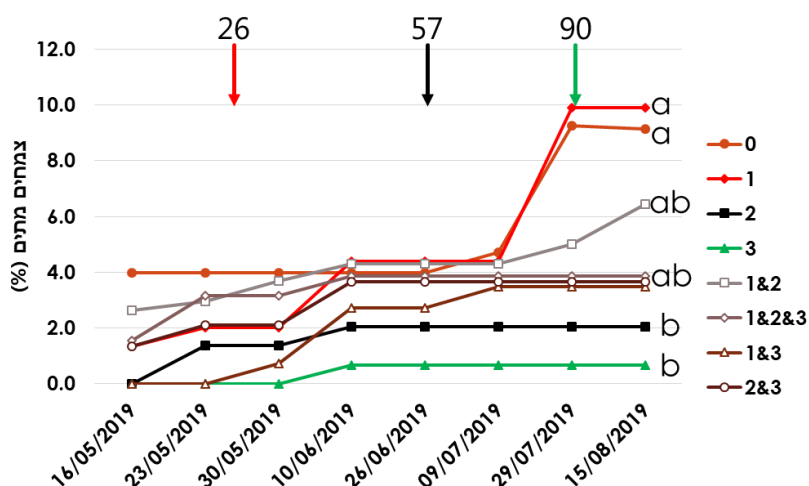


איור 5: משקל היבול האדום, המשוק (משמאל) ומספר צמחים עם שורשים נגועים בקשיון רולפסי (מימין), בעקבות הטיפולים השונים. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים (LSD, $p<0.05$). יחידות מיון התכשירים: טופסטאר - סמ"ק לדונם, נתיבו - גר' לדונם. הניסוי נערך בשנת 2018.

(ii) בחינת מועדי יישום נתיבו אופטימליים או הסטת השקיה, עם וללא תיחוח טופסטאר לפני השתילה - בשל התוצאות של 2018 אשר הראו כי תיחוח טופסטאר עם יישום נתיבו 3 פעמים עשוי לפגוע ביבול, בחנו שוב בשנת

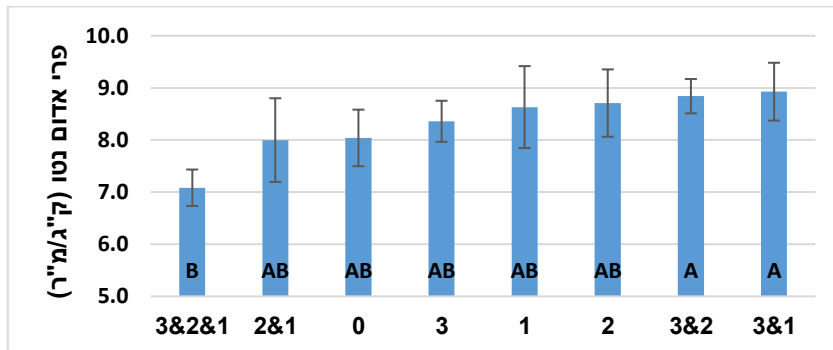
2019 את השילוב של התכשירים במועדים שונים של יישום. התוצאות הראו כי ללא יישום טופסטאר לפני השתילה, שיעור הצמחים המתים הגיע ל- 45% בממוצע, ולא נראו הבדלים מובהקים בין מועדי הטיפול השונים בנתיבו. כאשר יושם טופסטאר בתיחוח פחת שיעור התמותה משמעותית, ובביקורת שלא קיבלה כלל הגמעה בנתיבו התקבל שיעור נגיעות ממוצע של 10% בלבד (איור מס' 6). ליישומים המאוחרים של נתיבו הייתה התרומה הגדולה ביותר לטיפול, כאשר היישום בתאריך ה- 27/6 (57 ימים לאחר שתילה) או 30/7 (90 ימים אחרי שתילה) היו היעילים ביותר. לא נראתה תרומה נוספת לשילוב של שני יישומים, או שלושה. מכאן אנו מסיקים, ששילוב של טיפול לפני שתילה, שיריד נגיעות בשלבים מוקדמים מאוד של הגידול, יחד עם יישום **יחיד** של נתיבו 57-90 ימים אחרי הזריעה, מספיק בכדי לעכב את תמותת הצמחים כתוצאה מקשיון רולפסי.

איור 6: שיעור הצמחים המתים (%) עם הזמן בחלקות המטופלות במועדים שונים של נתיבו עם תיחוח טופסטאר לפני השתילה. שלושת מועדי יישום התכשירים מסומנים בחץ. כל חץ מסמן את מועדי הטיפול (בימים ממועד השתילה) בהם ניתן נתיבו. הניסוי נערך בשנת 2019.



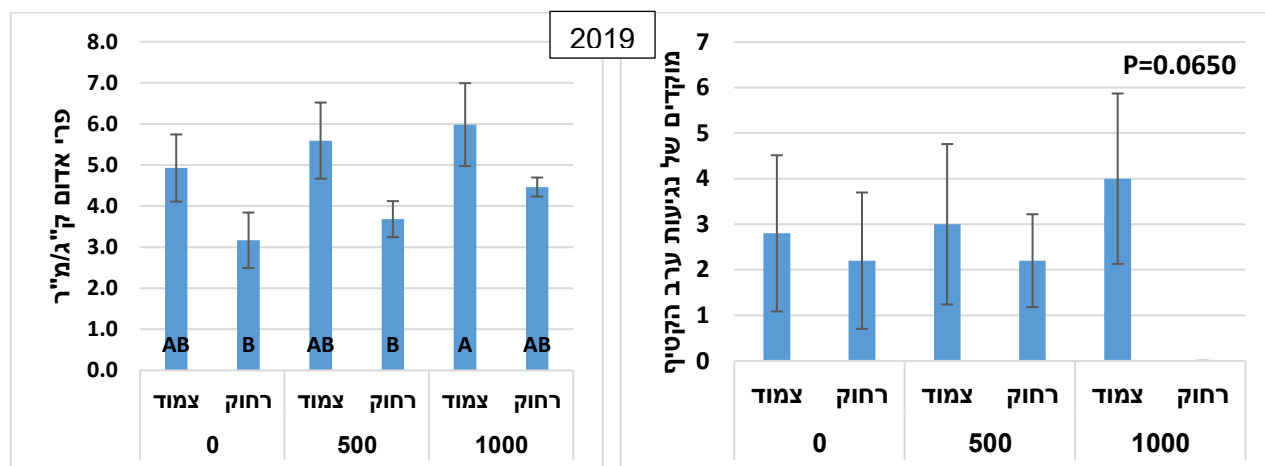
בבחינת היבול בניתוח רב-גורמי, ראינו כי לטופסטאר או לבלוק השפעה מובהקת, אך יישום נתיבו לא השפיע כלל על מדדי היבול. יחד עם זאת, כאשר משווים רק את נתיבו שניתן בעקבות יישום הטופסטאר, ניתן לראות ששלושה יישומים של נתיבו, לא רק שלא הועילו, אלא גם פגעו במשקל הפרי האדום כאשר ב- 3 יישומים התקבלו רק 7.1 ק"ג/מ"ר יבול אדום (איור מס' 7).

איור 7: שיעור פרי אדום (ק"ג/מ"ר) שהתקבל בטיפולים השונים של נתיבו על רקע תיחוח טופסטאר לפני השתילה. הניסוי התבצע בשנת 2019.



(iii) שילוב של יישום טופסטאר והסטת השקיה - לטיפול בטופסטאר נראתה השפעה מובהקת על ירידה בשיעור הצמחים המתים (t ratio=-3.17; $P=0.0039$), בעוד שלמיקום צינור ההשקיה לא נמצאה השפעה מובהקת על התוצאות. יחד עם זאת, נראה כי הרחקת צינור הטפטוף לפסי הדריכה ביחד עם תיחוח טופ-סטאר בריכוז של 1,000

סמ"ק לדונם, הורידה את מוקדי הנגיעות ערב הקטיפ ל- 0 (איור מס' 7). משקל הפירות האדומים ירד כתוצאה מהרחקת צינור הטפטוף לפס הזריעה, וצריך עוד להבחן.



איור 7 - מוקדים של נגיעות ערב הקטיפ (ימין) ומשקל פרי אדום (שמאל), כתלות במינונים שונים של טופסטאר (סמ"ק לדונם) בתיחוח, ובמיקום צינור הטפטוף במרכז בין השורות (קרוב) או בפסי הדריכה (רחוק). הנתונים מוצגים כממוצע $\pm$ SE, אותיות שונות מסמלות הבדל מובהק בין הטיפולים (HSD, $P < 0.05$). הניסוי נערך בשנת 2019.

(iv) ריכוז תוצאות הטיפול בטופסטאר בשלושת הניסיונות - בריכוז כל הניסיונות בהם שולב תיחוח טופסטאר לפני השתילה, ניתן לראות באופן מובהק כי בתחילת הגידול, במינונים שנבחנו (500, 1,000 ו-2,000 סמ"ק לדונם) יש הפחתה מובהקת על כמות הצמחים שנפגעים. בנוסף, ניתן לראות עליה ביבול הכולל בכל אחד מהניסיונות, אם כי לא בכולם התוספת ליבול מובהקת (טבלה מס' 4).

טבלה מס' 4. השפעת טיפולים בטופסטאר על אחוז צמחים שנפגע לחזרה מקשיון ורלפסי. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים. $HSD, p < 0.05$. מינון טופסטאר ניתן ביחידות של סמ"ק לדונם.

טופסטאר	צמחים נגועים לשורה (%)	SE	n	מובהקות	יבול כולל (ק"ג/מ"ר)	SE	n	מובהקות
2018 (ניסוי 1, חודש לאחר שתילה)								
0	0.30	0.13	30	A	11.21	0.53	10	B
1,000	0.033	0.03	30	B	13.23	0.62	5	A
2,000	0.033	0.03	30	B	13.62	0.69	5	A
2019 (ניסוי 2, 16 ימים אחרי שתילה)								
0	19.37	1.77	80	A	8.20	0.91	5	A
1,000	1.35	0.46	80	B	9.91	0.62	5	A
2019 (ניסוי 3, 16 ימים אחרי שתילה)								
0	8.71	2.00	20	A	6.64	0.91	5	A
500	2.87	1.70	20	B	7.49	1.03	5	A
1,000	0.17	0.39	20	B	8.09	1.19	5	A

2. אגוזי אדמה -

2.1. 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

2.1.1 מהלך המחקר ושיטות עבודה:

(i) שימוש בנתיבו ובזנים סבילים למחלה: הניסוי התבצע בשנת 2018 (כחזרה על ניסוי שהתבצע בשנת 2015 בשדה מסחרי) בחלקת קרקע מאולחת בקשיון רולפסי בחוות גד"ש (חלקה שבה בוצע ניסוי בעונה הקודמת בשנת 2017 להשוואת רגישות זני אגוזי אדמה למחלה שאולחו במכוון בתבדיד Rol3) 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 הניסוי התבצע בשנת 2018 בסמוך לניסוי המתואר בסעיף i. התיחוח לפני הזריעה 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) **בחינת תכשירים נוספים להתמודדות עם קשיון רולפסי** - בשנת 2019, לצורך הרחבת סל התכשירים הזמינים להתמודדות עם קשיון רולפסי, בחנו תכשירים נוספים אשר עשויים לסייע עם ההתמודדות כנגד המחלה במעבדה ובשטח: א. בחינת קוטלי פטריות במעבדה על יכולתם לגדול על גבי צלחות PDA עם חומר פעיל בריכוזים של 1, 10, 100, ו 1000 ppm בהשוואה ל- PDA ללא תכשיר. קשיונות שלא גדלו הועברו לצלחת נקיה לבחינת יכולת קטילת הקשיונות על ידי התכשירים: א. פונגיצידיות - קטילה מלאה של הקשיונות, ב. פונגי-סטטיות - העיכוב מוסר בהיעדר התכשיר. החומרים שנבחנו: אוהיו (50% Fluazinam), אלטוס (30% Azoxystrobin + 15% Benzovindiflupyr), אקנטו (25% Trifloxystrobin + 25% Fluopyram) (20% Picoxystrobin + 8% Cyproconazole), לונה סנסיישן (25% Trifloxystrobin + 25% Fluopyram) וטופסטאר. הניסוי נערך פעמיים בכל תכשיר, פרט לתכשיר אוהיו שנעשה פעם אחת השנה, אך נבחן על ידינו בעבר.

ב. בחינת קוטלי פטריות בשדה בוטנים בשני זנים : בחלקת קרקע בחוות גדש כרב אגוזי אדמה, המאולחת בפטרייה (אולחה על ידינו בשנת 2018, בהדבקות מכוונות) נזרעו ב- 6/5/19 שני הזנים חנוך והררי. הניסוי הוצב במתכונת של חלקות מפוצלות, ב- 5 חזרות בבלוקים באקראי. הגורם הראשי שנבחן הוא הזן, הגורם המשני - טיפולים כימיים. כל חלקת ניסוי הייתה באורך 7.5 מטר וברוחב ערוגה (1.93 מטר), עומד הצמחים 8 זרעים למטר ב- 2 שורות לערוגה. בניסוי נבחנו 10 טיפולים כימיים כגורם משני. התכשירים : אלאטוס במינון של 75 או 100 סמ"ק לדונם, טורקז (Thiophane Methyl) במינון של 150 סמ"ק לדונם, אקנטו במינון של 50 או 75 סמ"ק לדונם, אוהיו במינון של 400 סמ"ק לדונם, פרולין (Prothioconazole) (48%) ופלינט (Trifloxystrobin) (50%) 40 ו 50 סמ"ק לדונם, טופסטאר בתיחוח לפני זריעה 3,000 סמ"ק לדונם, נתיבו (Tebuconazole + 50% Trifloxystrobin) (25%) 150 סמ"ק לדונם. החלקה רוססה 4 פעמים במהלך העונה בכל התכשירים, פרט לתכשיר טופסטאר שתוחח לפני זריעה. תאריכי היישום : 5/6, 13/8, 12/9 - שני מועדים ראשוניים במרסס מוט, (מרסס לחץ, 4 פומיות 11002), ושני המועדים האחרונים

במרסס גב מפות. נפח הריסוס 30 ליטר. החלקה נבחנה מספר פעמים במהלך הגידול לנוכחות המחלה. בתום הגידול, הצמחים נעקרו ב- 22/10 ורמת המחלה נבדקה על פי סולם חומרת המחלה הבא על כל צמח: (1) נוף ותרמילים בריאים, (2) נוף בריא, תרמילים ושורשים נגועים קל, (3) נוף בריא, על התרמילים והשורשים תפטיר רב אך יש יבול, (4) נוף נגוע, יש תפטיר ואין תרמילים כלל על השיחים. (5) צמח מת ללא יבול. היבול נשקל לאחר דייש במדושה ניסיונית.

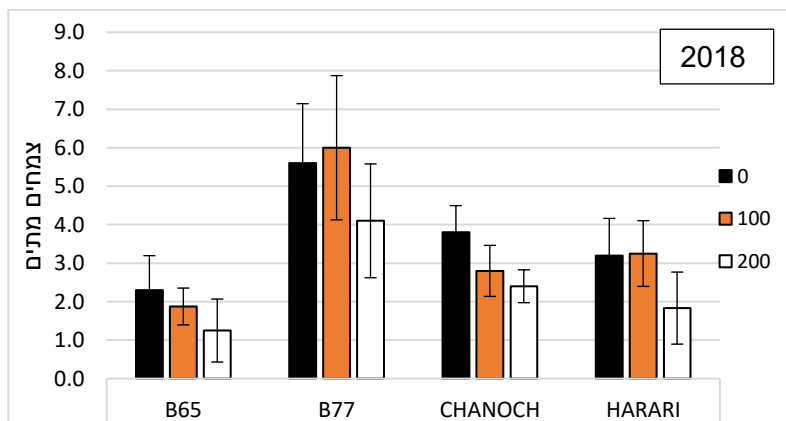
(iv) חישה מרחוק בעזרת צילום מרחפן – צילום בתחום הנראה (RGB) נעשה בעזרת רחפן DJI Phantom 4 המצויד במצלמת RGB, מגובה של 20-50 מ' וברזולוציה מרחבית של כ-0.01-0.02 מ' (גודל פיקסל). צילום בתחום התרמי התבצע בעזרת מצלמה תרמית FLIR A655SC מגובה של כ-20-50 מ' וברזולוציה מרחבית של כ-0.02-0.035 מ' (גודל פיקסל), על גבי רחפן מסוג DJI Matrice 600 pro. 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 הושו בין הטיפולים השונים, על מנת לבדוק הטרוגניות בחיוניות הגידול ואיתור של אזורים נגועים.

(v) סטטיסטיקה: ניתוח סטטיסטי בוצע בתוכנת JMP גרסה 13. בוצע ניתוח רב-גורמי לבחינת השפעת הגורמים השונים על הערכת הנזקים, וכן השוואה בין הטיפולים בניתוח שונות ו- LSD או HSD.

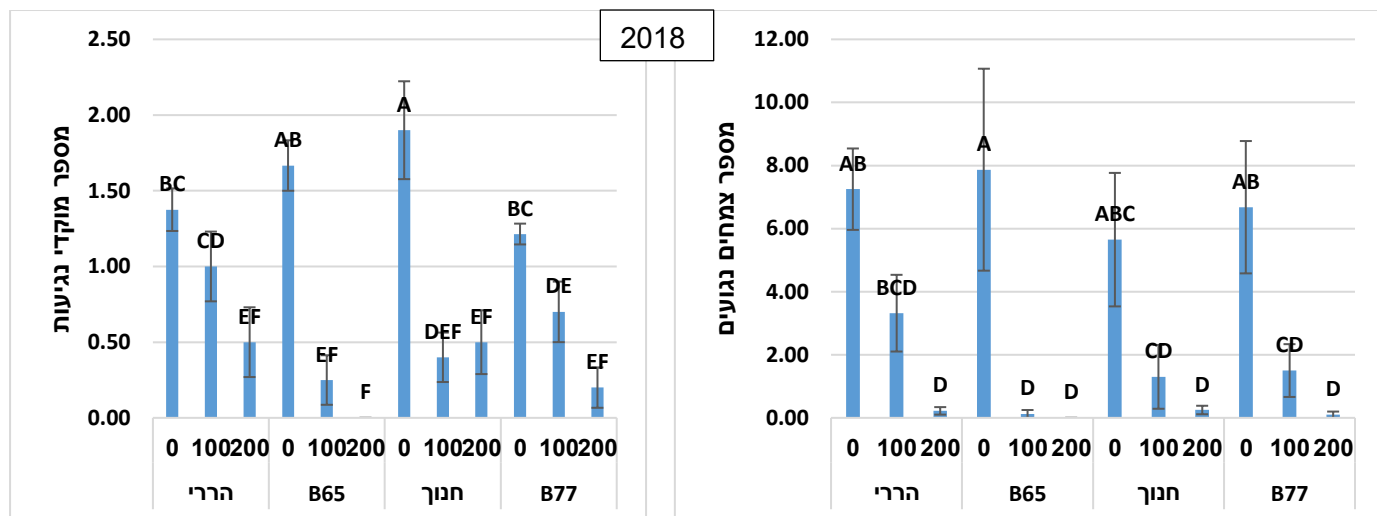
2.1.2. פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה:

(i) שימוש בנתיבו ובזנים סבילים למחלה: בדומה לעגבניות לתעשייה, גם בבוטנים הצמחים רגישים לקשיון רולפסי בתחילת הגידול (כאשר ההיפוקוטייל נפגע מהפטרייה לפני הצצה), ומאוחר יותר לקראת הדיש, כאשר הנוף מכסה את הערוגה ויוצר סביבה לחה. בניסוי זה שנערך **בשנת 2018**, נראה כי באמצע יוני ולאחר הטיפול הראשון בנתיבו, נמצא כי באופן מובהק ($p < 0.05$, LSD), ללא התחשבות בבולקים) יותר צמחים מהזן B77 התמוטטו בגידול (איור מס' 8), 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 8: – ממוצע צמחים נבולים 54 ימים לאחר זריעה, בין הזנים השונים לאחר טיפול אחד במינונים של 0, 100, ו- 200 גרם נתיבו לדונם. הניסוי נערך בשנת 2018.



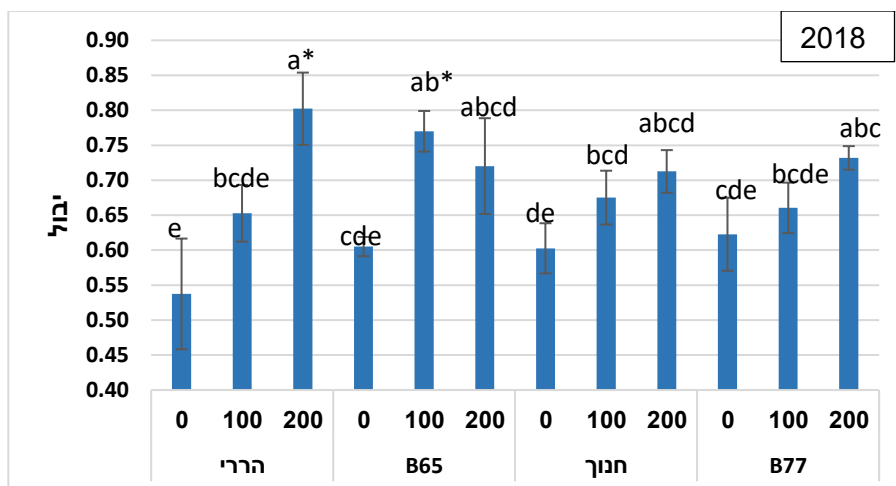
לאחר תום הגידול נעקרו הצמחים, והוערכה חומרת הנגיעות על גבי התרמילים והצמח. נספרו מספר מוקדי הנגיעות ומספר הצמחים הנגועים בכל חלקה. צמחים נגועים נרשמו כצמחים שנראתה בהם מחלה, החל עם מעט תפטיר על התרמילים ועד למצב בו כל התרמילים והנוף פגוע. תוצאות הניסוי הראו כי טיפול בתכשיר נתיבו מפחית את שיעור המחלה, וכי העלאת המינון ל- 200 סמ"ק לדונם תורמת להפחתת מספר הצמחים הנגועים המחלה ביחס לטיפול ב- 100 סמ"ק לדונם, אך רק בזן הררי הפחיתה במספר מוקדי הנגיעות היא מובהקת.



איור 9: מספר מוקדים נגועים בקשיון רולפסי בממוצע לשורה, מספר צמחים נגועים לחזרה. 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 היו 1/2 (חיבור הצמחים הנגועים בין שתי שורות בכל ערוגה). אותיות שונות מסמלות הבדל מובהק בין הטיפולים (LSD, $P < 0.05$). הניסוי נערך בשנת 2018.

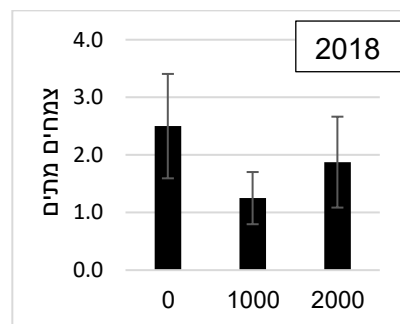
לטיפול במיננים שונים של נתיבו נמצאה השפעה חיובית מובהקת ($p < 0.01$) על היבול. בניתוח רב-גורמי נראה כי לזן, לבלוק או למינון נתיבו באינטראקציה עם הזן לא הייתה השפעה מובהקת על היבול ($p > 0.05$) או ($p = 0.282$). באיור מס' 7 ניתן לראות כי יישום נתיבו מנע פחיתה ביבול בכל אחד מהזנים. בזן הררי שטופל ב- 200 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' 10)

איור 10 – 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 ($p < 0.05$, LSD). * מסמל הבדלים מובהקים של הטיפול מביקורת לא מטופלת באותו הזן.



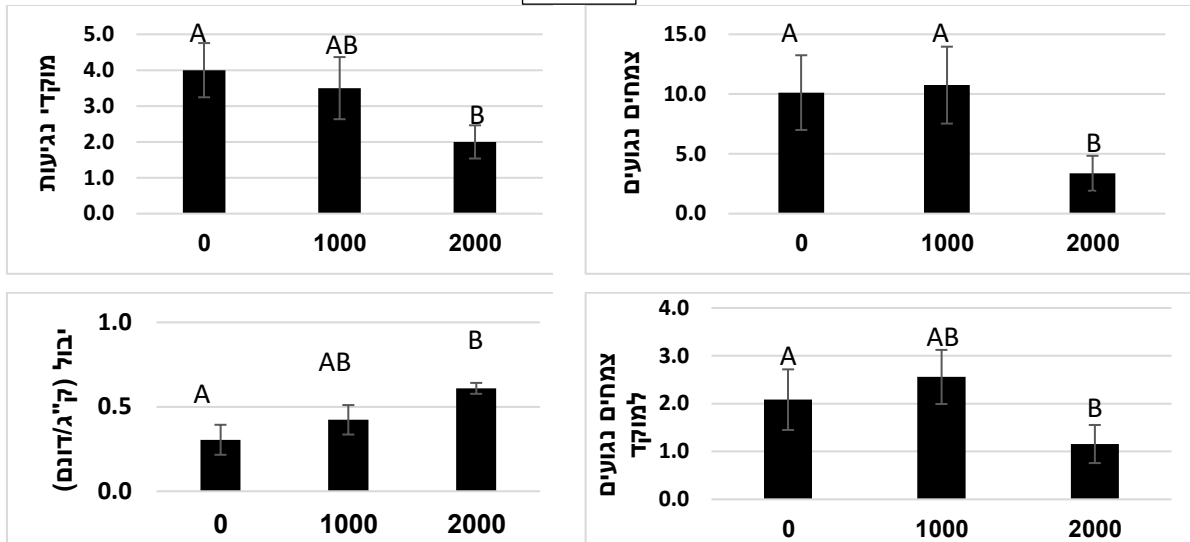
(ii) **בחינת השפעת יישום טופסטאר לפני הזריעה במינונים שונים:** בניסוי מקביל שנערך בשנת 2018, בסמוך לניסוי שילוב זנים ותכשירים, ראינו כי בניגוד ליעילות טופסטאר שנראתה בעגבניות לתעשייה, בהערכת הנגיעות הראשונה בתחילת הגידול בתאריכים ה- 3/9/18 ושל ה- 15/6/18 לא נמצאה השפעה מובהקת בין הטיפולים במינונים השונים של טופסטאר לבין ביקורת לא מטופלת על מספר הצמחים החסרים או שהתמוטטו מהמחלה בשלבים מוקדמים של הגידול (איור מס' 8).

איור מס' 8 – בחינת השפעת יישום טופסטאר לפני הזריעה במינונים שונים, על נגיעות בתחילת הגידול. מספר צמחים ממוצע ($\pm$ SE) שנפגעו לפני ה- 15/6/18 בביקורת וטיפול של 1,000 או 2,000 סמ"ק לדונם. הניסוי נערך בשנת 2018.



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: מוקדי הנגיעות, מספר צמחים נגועים לחזרה, ומספר צמחים נגועים למוקד. טיפול ב- 1,000 סמ"ק לדונם לא הפחית באופן מובהק את הנגיעות, ומנע פחיתה ביבול באופן מובהק (איור מס' 9).

2018



איור מס' 9 – בחינת השפעת יישום טופסטאר לפני הזריעה במינונים שונים על נגיעות בסוף הגידול ועל היבול. ממוצע צמחים נגועים לשורה, מספר צמחים ממוצע לשורה, מספר ממוקדי נגיעות, ויבול לחזרה. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים LSD, $p < 0.05$ לאחר שקלול הבלוקים במבחן. $n = 8$ (כל חזרה חולקה לשתי שורות על ערוגה שנשפרו בנפרד), פרט ליבול בו נשקלה כל חזרה בנפרד, $n = 4$. התוצאות מוצגות כממוצע $\pm$ SE.

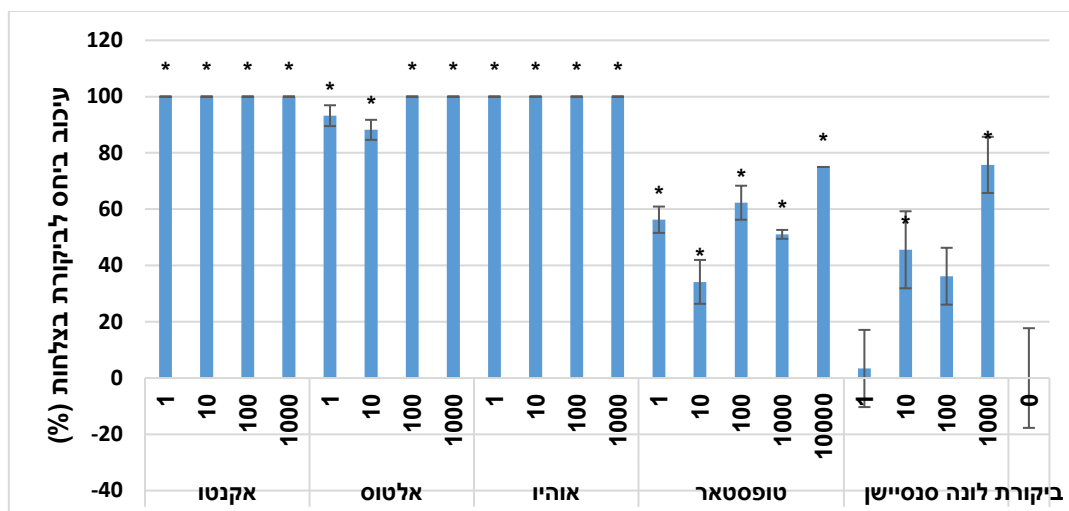
באותו ניסוי, בהערכת הנגיעות ביום הקטיפה על צמחים מיד לאחר העקירה, ניתן לראות כי תיחוח טופסטאר לפני השתילה במינון של 2,000 סמ"ק לדונם, מפחית באופן מובהק את מספר הצמחים הנגועים (טבלה מס' 5).

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

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

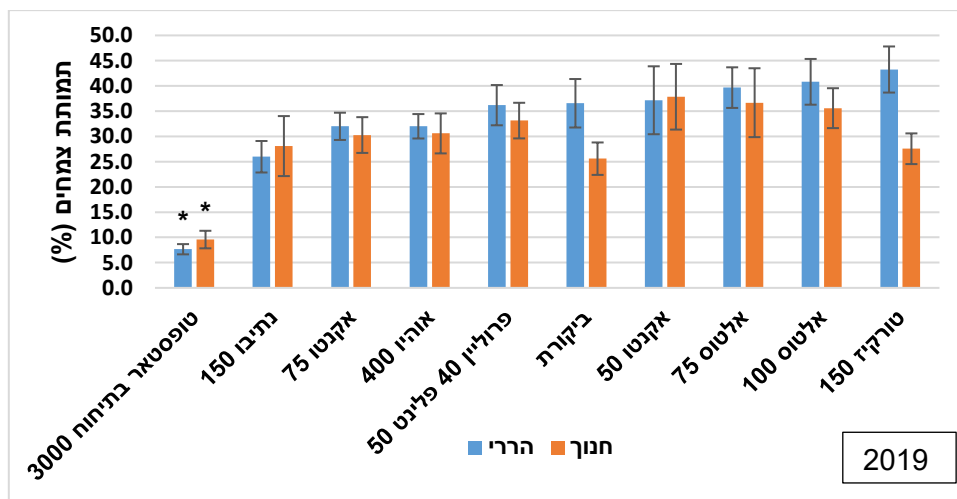
(iii) **בחינת תכשירים נוספים להתמודדות עם קשיון רולפסי:** על מנת להרחיב את סל התכשירים העומד לרשות המגדלים להתמודדות עם קשיון רולפסי, החלטנו לבחון תכשירים נוספים להתמודדות עם המחלה. בניסוי מעבדה ראינו כי התכשירים אלטוס, אקנטו ואוהיו דיכאו באופן משמעותי את התפתחות הפטרייה בכל הריכוזים שנבחנו. טופסטאר ולונה סנסיישן עיכבו את התפתחות הפטרייה באופן מוגבל. בעקבות ניסוי המעבדה, הוחלט לא לבחון את לונה סנסיישן בשטח, ואילו טופסטאר נבחן בתיחוח לפני זריעה בריכוזים גבוהים של 3 ליטר לדונם (איור מס' 10).

איור 10 - עיכוב קשיון רולפסי בעזרת תכשירי הדברה בריכוזים שונים (ppm) על גבי צלחות PDA.
כביקורת גדלו הפטריות על צלחות PDA ללא התכשירים.
* מסמלת הבדלים מובהקים מביקורת (HSD, $P < 0.05$).
הניסוי נערך בשנת 2019.



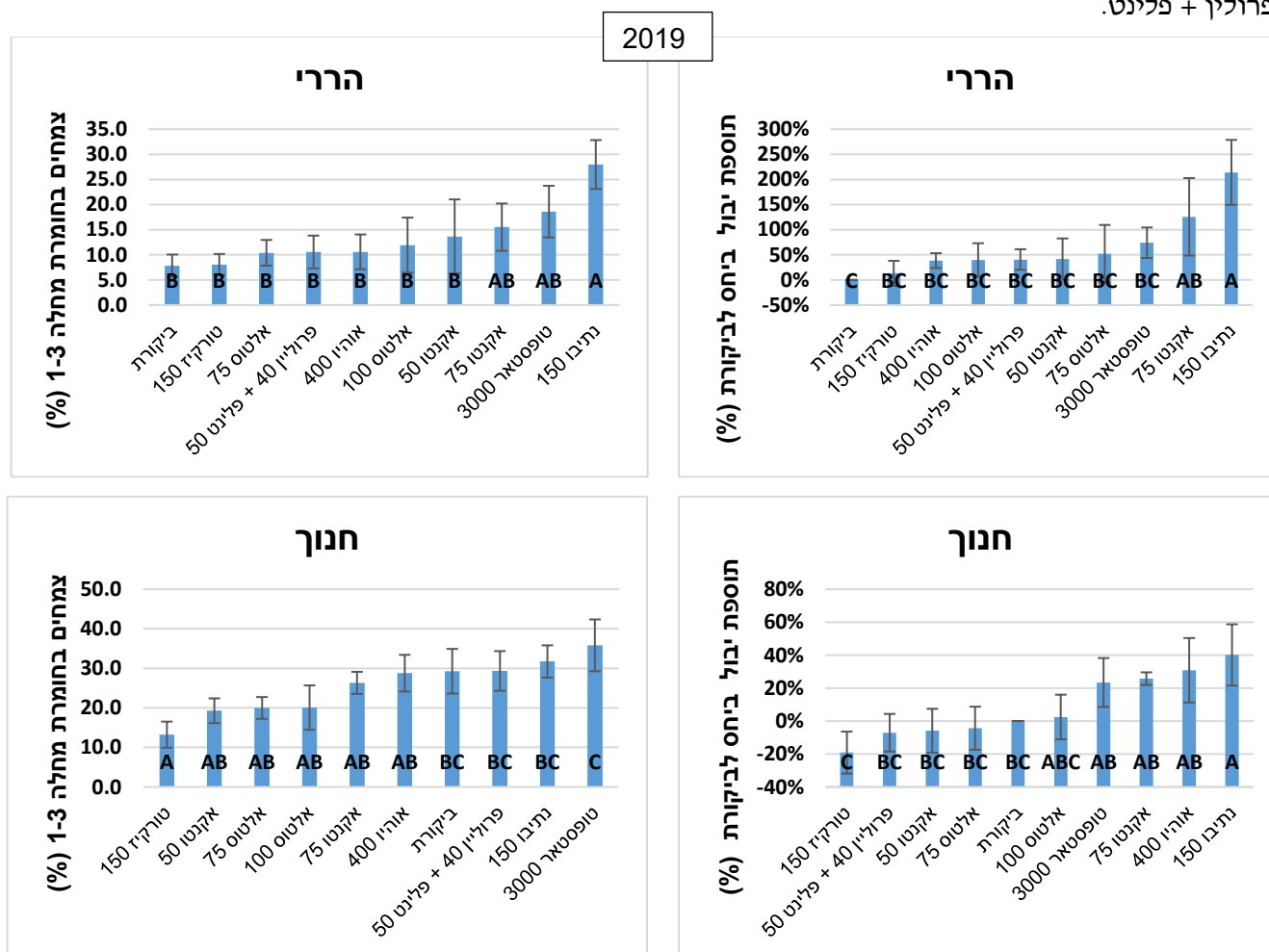
התמותה בניסוי שדה הייתה גבוהה מאוד, בשל אילוח רב שהיה בחלקה. בניסוי זה ראינו כי תיחוח התכשיר טופסטאר לפני זריעה גרם לכך ששרדו, באופן מובהק, יותר צמחים ביחס לטיפול הביקורת (ספירה 34 ימים לאחר זריעה - HSD, $p < 0.05$). בזן הררי שיעור התמותה בביקורת עמד על 36.6%, בעוד שבטיפול עם טופסטאר לפני הזריעה רק 7.7% מהצמחים נפגעו. בזן חנוך, נפגעו בביקורת 25.6% צמחים ביחס ל-9.6% בעקבות הטיפול בטופסטאר (איור מס' 11). יש לציין שהתכשירים ניתנו כבר בשני יישומים לפני ספירה זו, אך מרבית התמותה שנראתה בשלב זה מקורה, כפי הנראה, בפגיעה שהתרחשה בתחילת הגידול.

איור 11: שיעור צמחים מתים ב- 9/7/19 מסה"כ הצמחים שנבטו. * מסמלת הבדלים מובהקים מביקורת (HSD, $p < 0.05$).
הניסוי נערך בשנת 2019.



במהלך החודשים יולי ואוגוסט 2019 לא נראתה תמותה רבה נוספת בשדה, ונראה כי השיחים סגרו את הנוף בחלקים רבים. בזן חנוך נראה כי גם במהלך ספטמבר לא הייתה תמותה נוספת של צמחים. יחד עם זאת, לאחר עקירת הצמחים נראה כי בזן הררי וחנוך התכשירים נתיבו וטופסטאר העלו את שיעור הצמחים הבריאים, אך רק בזן הררי בטיפול עם נתיבו העלייה הייתה מובהקת (איור מס' 12).

בזן הררי, מבין הצמחים שנעקרו לקראת הדיש, שיעור הצמחים בדרגת מחלה 1 (נוף ותרמילים בריאים) ו- 2 (נוף בריא, תרמילים ושורשים נגועים קל) היה הגבוה ביותר באופן משמעותי (HSD, $p < 0.05$) בטיפול נתיבו עם 64%. ביתר הטיפולים ובביקורת שיעור הצמחים בדרגות המחלה 1 ו- 2 היה עד 10%. בדרגת מחלה 3 (נוף בריא ועל האיברים התת-קרקעיים תפטיר רב) עיקר הצמחים היו בטיפול אקנטו מינון 75 סמ"ק לדונם, והטיפולים נתיבו ואוהיו היו הטיפולים עם הממוצע הנמוך ביותר. בדרגת מחלה 4 ו 5, לטיפול עם נתיבו היה שיעור הצמחים הנמוך ביותר, עם 17.2 ו 2.14% בהתאמה. שיעור הצמחים עם נגיעות בדרגות 1-3 מוצג באיור מס' 12. בזן חנוך שיעור הצמחים הבריאים (דרגה 1) היה של 18%, בעוד שבטיפול נתיבו היה שיפור מובהק, של 66.2%. ביתר דרגות המחלה טיפול זה קיבל את הציונים הבריאים ביותר. יתר הטיפולים לא נראו שונים באופן מובהק מהביקורת. בזן הררי, הצמחים בעלי דרגות חומרת מחלה הנמוכות (1-3) הראו יעילות מובהקת לתכשיר נתיבו בהשוואה לביקורת, בשיעור מטופלת (איור מס' 12). בזנים הררי וחנוך, הטיפול בנתיבו העלה את היבול באופן מובהק ביחס לביקורת, בשיעור של 214% ו- 40%, בהתאמה. בזן הררי, גם לטיפול באקנטו הייתה תרומה משמעותית ליבול, של 125% (איור מס' 12). יש לציין, כי בזן חנוך הורדו נתונים של טיפולים חריגים בהם היה יבול נמוך במיוחד, בטיפול נתיבו ובטיפול פרולין + פלינט.

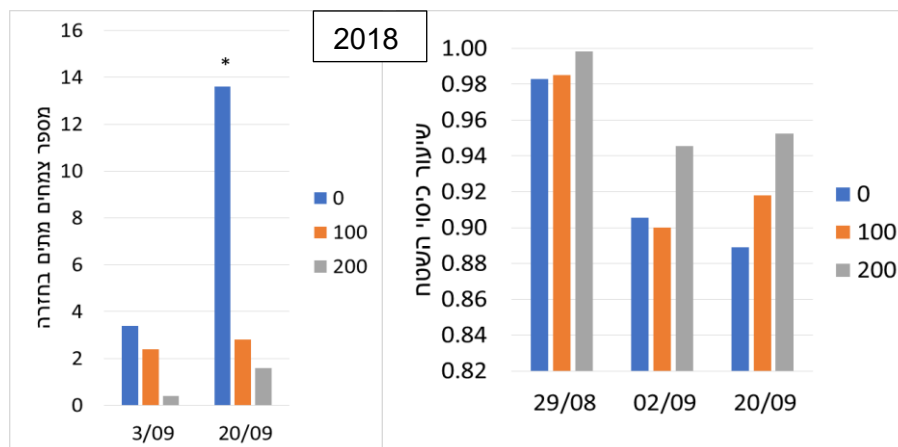


איור 12: השפעת הטיפולים השונים על תוספת יבול ביחס לביקורת (מימין) ואחוז צמחים בחומרת מחלה 1-3 (משמאל) בזנים חנוך (למטה) והררי (למעלה). תוספת היבול נמדדה ביחס לביקורת. ערכי חומרת המחלה נקבעו לאחר עקירה על פי הסולם הבא: (1) נוף ותרמילים בריאים, (2) נוף בריא, תרמילים ושורשים נגועים קל, (3) נוף בריא, על התרמילים והשורשים תפטיר רב אך יש יבול, (4) נוף נגוע, יש תפטיר ואין תרמילים כלל על השיחים. (5) צמח מת ללא יבול. הניסוי נערך בשנת 2019.

תוצאות מחקר זה מחזקות את מה שנראה עד כה, כי הזן חנוך עמיד יותר למחלה ביחס להררי, ובחלקה נגועה היבול שמתקבל בזן זה גבוה יותר באופן מובהק. שימוש בתכשיר נתיבו הינו היעיל ביותר להפחתת נגיעות כפי שראינו עד כה בניסיונות קודמים, אך גם התכשיר אקנטו יעיל בעיכוב. בנוסף, ראינו כי תיחוח טופסטאר בתחילת הגידול מפחית נגיעות בתחילת הגידול, אך כפי הנראה היעילות אינה מספיקה עד לתום הגידול, ויש לשלב תכשיר זה עם שיטות נוספות לעיכוב המחלה.

(iii) בחינת השימוש בטכניקת חישה מרחוק לזיהוי מוקדם של המחלה ולהערכת רמת הנגיעות. כאמור, בחלקת ניסוי הבוחן השפעת תכשירי הדברה ושימוש בזנים שונים על מחלת קשיון רולפסי נראתה בשנת 2018 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' 13).

איור מס' 13:
השוואה בין נתוני צילום מרחפן לבין נתוני פקח בשטח, שספר את מספר הצמחים המתים במזרה בזן B77. * מסמלת הבדלים מובהקים בין הטיפולים. הניסוי נערך בשנת 2018.



בשנת 2019 ראינו כי אף על פי ששיעור כיסוי השטח, כפי שהתקבל מנתוני הרחפן, בזן B77 בטיפולים השונים לא מראה שינוי משמעותי (איור 13), בטבלה מס' 6 ניתן לראות כי כאשר משקללים את כל נתוני הניסוי, 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. באמצעים של חישה מרחוק, נמצאה קורלציה שלילית מובהקת בין הטמפ' לבין שיעור הכיסוי.

טבלה מס' 6 – קורלציות בין מדדים שונים שנאספו בשנת 2018 כל חלקות הניסוי (ללא הפרדה לזנים או טיפולים כימים) 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' 29/8	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'	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*

בשנת 2019 ערכנו שוב צילומים עם רחפן במקביל לניטור מהקרקע. כל הנתונים בחלקות שוקללו יחדיו לאנליזת multivariate. תוצאות האנליזה הראו קורלציה חיובית בין שיעור כיסוי הנוף ליבול בכל התאריכים, וקורלציה שלילית לנזקים בתום היבול (אשר חושבו ככמה צמחים נפלו ביחס לתאריך ה- 21/8 - המועד בו נראה שיא הכיסוי).

בכל המועדים נמצאה קורלציה שלילית מובהקת בין מספר הצמחים המתים שנספר על ידי פקח, לכיסוי השטח, כלומר ככל שיותר צמחים מתים כך שיעור כיסוי השטח נמוך יותר. מעניין כי לטמפרטורת הנוף הממוצעת לכל חלקה ולטמפרטורה השכיחה בכל חלקה נראתה קורלציה רק לשיעור הצמחים הבריאים (דרגה 1 ביום העקירה) (טבלה מס' 7). נתוני החישה התרמית טרם עובדו במלואם, ולכן אין בידינו כרגע תוצאות לגבי קורלציה של טמפי' לאחוז כיסוי שטח וטמפי' של צמחים בריאים לעומת צמחים חולים / נגועים / מתים.

ניתוח טיפולי הביקורת בלבד, לא חשף קורלציות או תובנות נוספות בין המדדים. **טבלה מס' 7 – קורלציות בין מדדים שונים שנאספו השנת 2019 בכל חלקות הניסוי (ללא הפרדה לזנים או טיפולים כימים)** ערכים מובהקים מסומנים בכוכבית. $p < 0.01$, $p < 0.05$. ערכי חומרת המחלה נקבעו לאחר עקירה על פי הסולם הבא: (1) נוף ותרמילים בריאים, (2) נוף בריא, תרמילים ושורשים נגועים קל, (3) נוף בריא, על התרמילים והשורשים תפטיר רב אך יש יבול, (4) נוף נגוע, יש תפטיר ואין תרמילים כלל על השיחים. (5) צמח מת ללא יבול.

		אחוז צמחים בכל דרגת נזק (נקבע לאחר עקירה)								צמחים מתים (בספר על ידי פקחית בשטח)							
		יבול	1	2	3	4	5	1-3	4-5	15/6	26/6	9/7	29/7	15/8	10/9	26/9	
דרגות נזק לאחר עקירה (נקבע על ידי פקח)	יבול	1.0*															
	1	0.7*	1.0*														
	2	0.3*	0.1	1.0*													
	3	-0.1	-0.4*	0.0	1.0*												
	4	-0.7*	-0.7*	-0.5*	-0.1	1.0*											
	5	-0.4*	-0.4*	-0.3*	0.2**	0.3*	1.0*										
	1-3	0.7*	0.7*	0.5*	0.2	-1.0*	-0.6*	1.0*									
	4-5	-0.7*	-0.7*	-0.5*	-0.2	1.0*	0.6*	-1.0*	1.0*								
צמחים מתים (בספר על ידי פקח)	15/6	-0.2**	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.2	-0.1	0.1	1.0*							
	26/6	-0.4*	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3*	-0.2	0.2**	0.9*	1.0*						
	9/7	-0.4*	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.3*	-0.2	0.2**	0.8*	1.0*	1.0*					
	29/7	-0.4*	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.3*	-0.2	0.2**	0.8*	1.0*	1.0*	1.0*				
	15/8	-0.4*	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.3*	-0.2	0.2**	0.8*	0.9*	1.0*	1.0*	1.0*			
	10/9	-0.5*	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.4*	-0.2	0.3**	0.8*	0.9*	1.0*	1.0*	1.0*	1.0*		
שטח m2 (חישוב מתמונות רחפון)	26/9	-0.5*	0.2**	-0.2	0.0	0.2	0.4*	-0.3	0.3	0.8*	0.9*	1.0*	0.9*	1.0*	1.0*	1.0*	
	5/6	0.3*	0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.2	0.1	-0.2	-0.6*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	
	24/6	0.5*	0.3*	0.1	0.0	0.2**	-0.3	0.3	-0.3	-0.6*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	
	8/7	0.5*	0.3*	0.1	0.0	0.2**	-0.4*	0.3	-0.3*	-0.6*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	-0.8*	
	24/7	0.5*	0.1	0.2	0.1	-0.1	-0.3*	0.2	-0.2	-0.6*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	
	11/8	0.5*	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4*	0.2**	-0.3	-0.5*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	
	21/8	0.5*	0.1	0.2	0.1	-0.2	-0.4*	0.2	-0.2	-0.5*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	-0.7*	
	28/8	0.5*	0.2	0.2**	0.0	-0.2	-0.3*	0.2	-0.2	-0.5*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	
	4/9	0.6*	0.4*	0.1	0.3**	-0.2	-0.3*	0.4	-0.2	-0.5*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	
	11/9	0.7*	0.4*	0.2**	-0.2	-0.3*	-0.4*	0.5*	-0.4*	-0.4*	-0.5*	-0.5*	-0.5*	-0.6*	-0.6*	-0.6*	
נזק (חישוב מתמונות רחפון)	6/10	0.8*	0.5*	0.3*	-0.1	-0.4*	-0.5*	0.5*	-0.5*	-0.4*	-0.5*	-0.5*	-0.5*	-0.5*	-0.6*	-0.6*	
	28/8	-0.3*	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	4/9	-0.3**	-0.3*	0.1	0.5*	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	
	11/9	-0.5*	-0.5*	-0.1	0.3*	0.3*	0.2	-0.4*	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	
טמפי' ממוצעת	6/10	-0.7*	-0.5*	-0.3*	0.1	0.4*	0.5*	-0.6*	0.5*	0.2**	0.3*	0.3*	0.3*	0.3*	0.4*	0.4*	
	טמפרטורה שכיחה	0.1	0.3*	0.2**	-0.2	-0.1	0.0	0.2	-0.1	0.2**	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
	טמפרטורה שכיחה	0.1	0.4*	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.3**	-0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	

3. אבטיח מללי

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

3.1.1 מהלך המחקר ושיטות עבודה:

(i) 2018 התמודדות פירות אבטיחים על ידי הדבקה מכוונת - הניסוי נערך בשנת 2018 מתכונת רב-גורמית. הגורמים שנבחנו: א. אופן ההשקיה - בטפטוף או בהמטרה. ב. בכמות השקיה - 60% או 100% אחת לשבוע (הכמות תוקנה באופן יחסי על פי מדדי התאדות). ג. יישום בתכשיר נתיבו - טיפול בנתיבו 150 גר' לדונם או ללא טיפול. ד. 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 היה 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). נתיבו יושם ב-1/8/18 ומיד לאחריו בוצעה ההשקיה. במהלך הניסוי נבחנו הנגיעות אחת לשבועיים, החל מזיהוי סימנים ראשוניים לנבילה כתוצאה מקשיון. בתום הניסוי נספרו האבטיחים הנגועים. (ii) 2019 התמודדות עם קשיון רולפסי בחלקה נגועה - הניסוי נערך בשנת 2019, על אותה חלקה בה ערכנו את ההדבקות בקשיון רולפסי בשנת 2018. ב-6/6/19 נזרעו זרעי אבטיח מללי יחד עם יישום 150 גר' לדונם טופסטאר על מנת למנוע התמוטטות נבטים צעירים, כתוצאה מנוכחות המחלה. ההנחה הייתה כי החומר לא ישפיע על רמת המדבק בשלב התפתחות הפירות. הניסוי נערך במתכונת רב-גורמית כמתואר בסעיף i, פרט למינון של נתיבו שהועלה ל-150 גרם לדונם, וניתן פעמים בתאריכים - 21/7/19 ו-13/8/19. לאחר הזריעה התבצעה השקיית הנבטה בקו-נוע. גודל כל חלקת ניסוי היה של 12x25 מ'. כל חלקת ניסוי פוצלה לשתיים - חצי חלקה טופלה בנתיבו והשני לא טופלה כלל. הריסוס בוצע במרסס מפוח משקי בנפח של 30 ליטר לדונם. בתום הניסוי הנגיעות נבחנו על ידי ספירת פירות נגועים בקישיון.

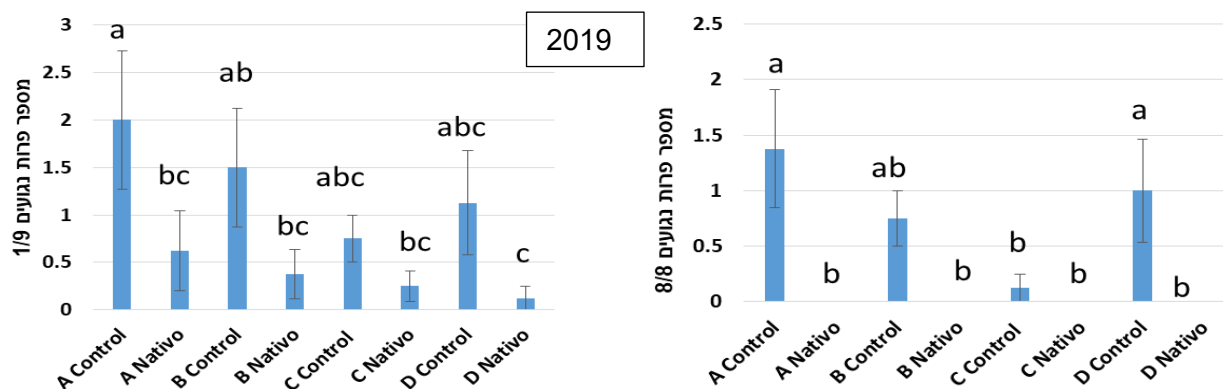
3.1.2 פירוט התוצאות וההתקדמות המקצועית שהושגה

(i) בשנת 2018, בבחינת השפעת הגורמים השונים (Fit Model), נמצא כי 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 ($t=1.78$; $p=0.0796$) לא הייתה השפעה מובהקת על אחוז הנגיעות. 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-17.9% אבטיחים נגועים בשיעור ההשקיה הגבוה. ההבדלים היו מובהקים ($F=7.5266$; $p=0.0086$). התוצאות מוצגות בטבלה מס' 8.

טבלה מס' 8 - התמודדות פירות אבטיחים על ידי הדבקה מכוונת (2018). מוצג אחוז הנגיעות בתום הניסוי בטיפולים השונים. II – 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

(ii) בשנת 2019 ראינו כי על רקע של נגיעות גבוהה בחלקה, באבטיח מללי יישום נתיבו 150 גר' לדונם, פעמים בעונה, הפחית באופן מובהק את הנגיעות בפירות ב- 1/9/19 בהשוואה לחלקות לא מטופלות ($t=3.25, P=0.002$). לא נראה הבדל מובהק בין שיטות ההשקיה ($t=-1.78, P=0.0803$) או כמות ההשקיה ($t=0.31, P=0.7542$) (איור מס' 14). בהתרשמות כללית בחלקה, ראינו כי הפירות הנגועים קרובים לצינור הטפטוף ו"יושבים" על קרקע רטובה.



איור מס' 14 - התמודדות עם קשיון רולפסי בחלקה נגועה (2019). מספר ממוצע של פירות אבטיח נגועים בקשיון רולפסי בביקורת מול טיפול בנתיבו שניתן פעמים ב- 21/7/19 וב- 13/8/19. הספירה נערכה בשני מועדים שונים: של ה- 8/8 (ימין) וה- 1/9 (שמאל). A = השקיה בקו נוע במנות של 50 קוב לדונם. B = השקית קו נוע במנות של 30 קוב לדונם. C = השקיה בטפטוף במנות של 50 קוב לדונם, D = השקיה בטפטוף במנות של 30 קוב לדונם. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים ($P<0.05, LSD$).

4. גזר

4.1 יעילות השימוש בתכשירי הדבקה בגזר

4.1.1 מהלך המחקר ושיטות עבודה

(ii) **בחינת יעילות השימוש בתכשירי הדברה בגזר:** בחלקה מסחרית ("כפר סאלד גדולה", תאריך זריעה 11/11/18) בעלת היסטוריה של נגיעות בקשיון רולפסי, הועמד ניסוי במתכונת של בלוקים באקראי ב- 7 חזרות. כל חלקת ניסוי הייתה ברוחב ערוגה (1.93 מטר) ובאורך 8 מטר. הגזר נזרע על גבי גדודיות רדודות. 3 גדודיות בכל ערוגה. על כל גדודית נזרעו 3 שורות, סה"כ 9 שורות על גבי ערוגה. ב- 4 מהחזרות אולחו אשורשים בגדודית המרכזית בערוגה. תאריכי האילוח: 1) 26/3/19 - נקודת האילוח הורטבה במים וכוסתה על ידי ניילון למשך הלילה. 2) 12/4/19 - חזרה מהלך ההדבקה ולאחריה 2 השקיות בנקודת האילוח, 3) 3/5/19 - חזרה מהלך ההדבקה ולאחריה השקיה של החלקה בעזרת קו נוע. הטיפולים: אוהיו (ח.פ. 100 Fluazinam – סמ"ק לדונם), נתיבו (+ Tebuconazole 150 Trifloxystrobin גר' לדונם), אורטיבה טופ (200 Azoxystrobin + Difenconazole סמ"ק/דונם), טופסטאר (250 Azoxystrobin סמ"ק לדונם), טורקיו (400 Thiophanate Methyl סמ"ק לדונם), פרוליין + פוליקור (90 Tebuconazole + 40 Prothioconazole סמ"ק/דונם) מול ביקורת לא מטופלת. החומרים יושמו 3 פעמים: 1) 29/3/19 ריסוס בנפח של 20 ליטר לדונם, כאשר יום למחרת ירדו 19.1 מ"מ גשם לדחיקת התכשיר. 2) 15/4/19 ריסוס בנפח של 30 ליטר לדונם, יום למחרת ירדו 7 מ"מ גשם. 3) 10/5/19 – ריסוס בנפח של 25 ליטר לדונם ולאחריו פתיחת קו-נוע להשקיה משקית. ניטור החלקות נעשה כשבועיים לאחר כל הדבקה, בו נבדק כל השטח לתמותה הנראית על פני הנוף, ובנקודות ההדבקה המכוונות נבחנו האשורשים להתבססות המחלה. בהדבקה האחרונה נראתה התבססות הפטרייה על האשורשים, וב- 16/5/19 נעשתה הערכה של חומרת המחלה. הערכה זו נעשתה על פי הסולם הבא: (1) צמח בריא, (2) נזקים קלים בלבד שלא גרמו לריקבונות, (3) ריקבון בקוטר של 1 ס"מ, (4) ריקבון בקוטר של 3 ס"מ, (5) אשורש נרקב בתוך הקרקע, (6) כל האשורש רקוב. בכל נקודת הדבקה נדגמו ב- 3/6/19 האשורשים בגדודית המרכזית לאורך של 0.5 מ' לבחינת נגיעות, שקילת יבול, ובחינת רמת נגיעות. בחלקות בהן שנראתה נגיעות, נאסף מקטע נוסף ללא נגיעות, לצורך בדיקת פיטו-טוקסיות. יישום התכשירים נעשה במרסס לחץ אקו, מוט ריסוס בעל 6 פומיות קונטג'ט צהוב, ווסטי קצה 2.5 בר עם אל דריפייט.

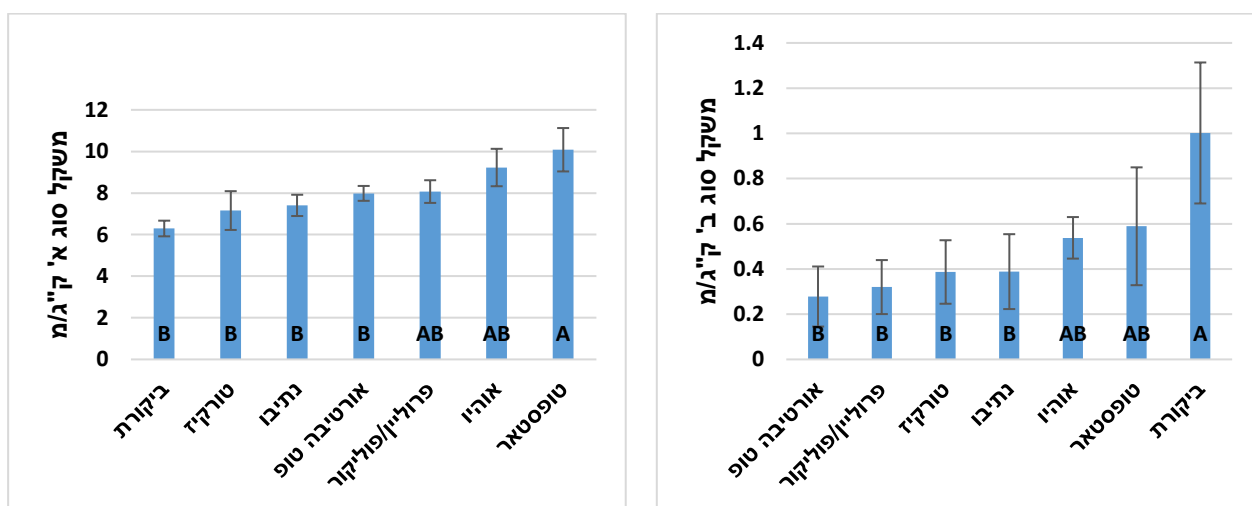
4.1.2 תוצאות הניסוי:

חלקת הגזר נבחנה מספר פעמים במהלך הגידול, אך לא נראתה נגיעות באזורים שלא הודבקו באופן מכוון. בנקודות האילוח הופיעה נגיעות מעטה רק לקראת האסיף, ב- 16/5/19, שמקורה כפי הנראה בהדבקה האחרונה. באשורשים שנדבקו ראינו נגיעות קלה, בדרגות חומרה נמוכות של 1-3 (צמח בריא, נזקים קלים, וריקבון בקוטר של עד 1 ס"מ), כאשר רק בטיפול הביקורת נראה ריקבון של כל האשורש. בהערכת נגיעות לאחר עקירה לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים (טבלה מס' 9).

טבלה מס' 9- הערכת חומרת מחלה בחלקות שאולחו בקשיון רולפסי באופן מכוון. הערכה זו נעשתה על פי הסולם הבא: (1) צמח בריא, (2) נזקים קלים בלבד, (3) ריקבון בקוטר של 1 ס"מ, (4) ריקבון בקוטר של 3 ס"מ, (5) אשרוש נרקב כולו בתוך הקרקע, (6) כל האשרוש רקוב. דרגות החומרה נקבעו ב- 16/5/19, ואילו הערכת נגיעות לאחר עקירה ב- 3/6/18 (n=8).

הערכת נגיעות לאחר עקירה		דרגת חומרה						תכשיר
SE	מספר אשרושים נגועים למוקד	6	5	4	3	2	1	
0.9	2.47				2		6	אורז
0.4	1.07				1	2	5	אורטיבה טופ
0.7	2.88	1		1		2	4	ביקורת
0.2	0.52				1	3	4	טופסטאר
0.1	1.41		1		1	1	5	טורקיז
1.9	4.11		1		1	2	4	נתיבו
1.4	3.46			1	2	3	2	פרוליין/פוליקור

למרות הנגיעות הנמוכה בחלקה, באסיף נמצאה השפעה מובהקת לטיפולים על משקל היבול, כאשר בביקורת היבול היה נמוך ביחס ליתר הטיפולים. הטיפול בטופסטאר נתן תוספת מובהקת ליבול ($p < 0.05$, HSD). במשקל סוג ב', בטיפול הביקורת היה המשקל הרב ביותר, כאשר נתיבו, טורקיז, פרוליין ופוליקור + אורטיבה-טופ הפחיתו את יבול סוג ב' באופן מובהק (איור מס' 15).



איור 15 : ממוצע משקל הפרי בחלקות שנבדקו $\pm$ SE. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים של הטיפול ביחס לביקורת (משקל סוג א' $p < 0.05$, HSD ; ומשקל סוג ב' $p < 0.05$, LSD).

V. סיכום ותוכניות להמשך:

מסיכום שתי שנות מחקר במסגרת מיזם גליל העליון, ניתן לראות כי השילוב המתאים של תכשירים כימיים להתמודדות עם קשיון רולפסי שונה בין הגידולים השונים, וחשובה הבנה של האינטראקציה בין המחלה לבין כל גידול וגידול בנפרד. בנוסף, שימוש בזנים עמידים או בצמחים מורכבים יכול לספק הגנה נוספת בפני המחלה, כאשר הבנה של מנגנון העמידות התבהרה במחקר נוסף בהובלת דר' רן חובב ממכון וולקני. שינוי שיטת ההשקיה גם הוא עשוי להשפיע על הפחתת נזקי המחלה, אך עדיין צריך לעבור אופטימיזציה על מנת לשמור על רווחיות הגידול.

שימוש **בכנות בעגבניות לתעשייה** מקנה הגנה משמעותית כנגד המחלה ביחס לצמחים שאינם מורכבים. יתרון נוסף שנראה לשיתולי עגבניות תעשייה מורכבים הוא העלאה ביבול הכללי וביבול האדום. בשנת 2019, על רקע נגיעות גבוהה מאוד בחלקה, יתרון השימוש בכנות היה בולט באופן ברור אף יותר. בחינת רגישות יחסית של זנים שונים למחלה, חשפה כי הזן H4107 הינו הזן הרגיש ביותר, אך יחד עם זאת נתן את היבול הגבוה ביותר. הניסוי נערך שנה אחת בלבד, ויש לחזור עליו בכדי לבחון את הדירות התוצאות.

שימוש **בתכשירי הדברה בעגבניות תעשייה** הראה כי תיחוח טופסטאר לפני השתילה מסייע באופן משמעותי להפחתת נבילת הצמחים בתחילת הגידול, ומעלה את היבול כפי הנראה בשל שיפור בעומד הצמחים. עוד נמצא כי תוספת של יישום אחד של תכשיר ההדברה נתיבו דרך צינור הטפטוף, מפחית באופן מובהק נבילה מאוחרת יותר, ומעלה את היבול באופן מובהק. יישומים נוספים של נתיבו עלולים לגרום לפחיתה ביבול, ולכן אינם מומלצים. בחינת הפרוטוקול שפותח תיעשה בשנת המחקר הבאה. יישום 1,000 סמ"ק לדונם של טופסטאר בתחילת הגידול, בשילוב עם **הסטת שלוחת ההשקיה** לפסי הדריכה, הפחית את מוקדי הנגיעות מקשיון רולפסי ערב הקטיפ. יחד עם זאת, כתוצאה מהרחקת צינור הטפטוף לפס הזריעה משקל הפירות האדומים ירד, והטיפול צריך עוד להבחן.

בשנת 2018 בחנו את השילוב של זני **אגוזי אדמה** שונים עם תכשיר ההדברה נתיבו. נראה כי הטיפול במינון של 200 סמ"ק לדונם מפחית את הנגיעות ומעלה את היבול באופן מובהק. ההבדלים בעמידות הזן B65 בלטה פחות בניסוי זה, לעומת מה שראינו בעבר. באופן מסחרי זן זה לא מגודל, בשל יבול יחסית נמוך.

באגוזי אדמה, 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. בשנת 2019 בחנו שוב את יעילותו של טופסטאר הפעם במינון גבוה אף יותר, של 3,000 סמ"ק לדונם. מינון זה הפחית את הנגיעות בתחילת הגידול, אך בסוף הגידול לא ניכרה השפעתו על היבול.

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 פיתו-טוקסיות 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.

בשנת 2019 המשכנו לבחון יישום חומרים בעלי מנגנון פעילות שונה של חברות נוספות, בשילוב זנים בעלי רגישות שונה בחלקה שאולחה בחוות גד"ש ב-2018. בשנה זו, יישום של התכשיר נתיבו גר/דונם במהלך הגידול העלה את היבול בשני הזנים, ויישום "אקנטור" במהלך הגידול הוסיף יבול באופן מובהק רק בזן הררי. לא נראה יתרון לתכשירי הדברה נוספים שנבחנו. בשנה הבאה בכוונתנו לבחון שילובים של טיפולים לפני שתילה ולאחריה.

בשנת 2018 ראינו כי שימוש במצלמת RGB לחישוב כיסוי השטח, יכול לסייע באיתור מוקדי נגיעות החל מסוף אוגוסט, במקביל לעבודת פקח בשטח. בשנת 2019 ראינו קורלציות יפות בין היבול בתום הגידול לשיעור כיסוי השטח כבר

מחודש יוני באופן דומה לתוצאות ניטור על ידי פקחית בשטח. המטרה היא למצוא את הדרך המיטבית להתמודד עם המחלה ביעילות החקלאית והכלכלית. שימוש בחישה מרחוק יכול לסייע בעבודת הפקח ולחסוך בעלויות כח אדם. הקבוצה של אסף חן עדיין מנתחת את תוצאות הצילומים התרמים של 2019 מתאריכי צילום נוספים, והתוצאות ישולבו לדוח של 2020.

באבטיח מללי נמצא כי יישום תכשיר נתיבו במינון של 150 גר' לדונם יעיל בהפחתת נגיעות בפירות. יחד עם זאת, לא נראה הבדל מובהק בין שיטות ההשקיה או כמות ההשקיה. בהתרשמות כללית בחלקה ראינו כי הפירות הנגועים קרובים לצינור הטפטוף ויושבים על קרקע רטובה. מכיוון שרוב פירות האבטיח מתפתחים הרחק מצמח האם, אנו צופים כי הפחתת מספר שורות הזריעה, והצמדת שלוחת הטפטוף לשורת הגידול, עשויה להשפיע על מספר הפירות הנפגעים מהמחלה.

לסיכום ותוכניות להמשך : בעגבניות לתעשייה נבחן בניסוי חוזר את יעילות יישום נתיבו 60 ימים לפני קטיף בשילוב עם תיחוח טופסטאר במינונים של 500 או 1,000 סמ"ק לדונם. בניסוי המשווה סבילות של זנים יש לחזור שנה נוספת, ולבחון את ההבדלים ברגישות היחסית בקטיפים מאוחרים יותר, כאשר הצמחים בוגרים והיבול מונח על הקרקע. באגוזי אדמה נבחן שילוב של טיפולים שיינתנו לפני שתילה וטיפולים במהלך הגידול. באבטיח מללי המושקה בטפטוף - נבחן את מרווח השורות המיטבי בשילוב עם יישום תכשירי הדברה להתמודדות עם המחלה. בגזר - נבחן את השפעת השתילה בגודדיות, מועד השתילה, ומספר הזרעים למ"ר על הרגישות למחלה. במקביל נלמד על השפעת המיקרו-אקלים על התפתחות המחלה.

VI. תודות חמות לליאור הדס מחברת לידור, לרז דפני מחברת אגרולב על יישום התכשירים בשטח, ולאמוץ פרבר על יישום התכשירים ב- 2019 ; לעמית רוזנברג ורוני פוייר מצוות חוות גד"ש על הטיפול המסור בחלקה ; לניבה שקד, שושי פלס ואורלי מאירס על העזרה בספירות. לואלרי אורלוב-לויין מהמחלקה לחקלאות מדייקת במיגל על הצילום מרחפן וניתוח תוצרי הצילום. תודה לעומר דינר על העזרה במציאת חלקת גזר והדאגה לדחייה באיסוף היבול.