

דוח סופי לתכנית מחקר מספר 132-1332-09

פיתוח שיטה לישום חוזר של מדבירים ביולוגיים כנגד פגעי קרקע בגידולים מושקי טפטוף
Development of biocontrol agent application through drip irrigation systems for soil
born pests control in drip irrigated crops

מוגשת למדען הראשי של משרד החקלאות וצוות היגוי חקלאות אורגנית
 ע"י

יבגניה דור - היחידה לחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער
 יוסי הרשנהורן – היחידה לחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער

Evgenia Dor, Weed Research Dept., ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021
 Ramat Yishay 30095. E-mail: evgeniad@volcani.agri.gov.il

Joseph Hershenhorn, Weed Research Dept., ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B.
 1021 Ramat Yishay 30095. E-mail: josephhe@volcani.agri.gov.il

אוגוסט 2010

אלול תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים מחק את המיותר *

חתימת החוקר

*

תקציר

הדברה ביולוגית של פגעי קרקע מציבה אתגר קשה במיוחד לעוסקים בתחום זה בגלל הקשיים הרבים בישום יעיל של המדביר הביולוגי. אחת המגבלות הגדולות של ההדברה הביולוגית היא יעילות נמוכה. ניתן להתגבר על קושי זה על ידי ישום חוזר ונשנה של המדביר הביולוגי במהלך התקופה הקריטית של התפתחות הפגע אותו רוצים להדביר. בפגעי קרקע אנו ניצבים בפני בעיה קשה של ישום חוזר. מטרת תוכנית זו לפתח שיטה כללית ליישומים חוזרים של תכשירים ביולוגיים להדברת פגעי קרקע.

בשנה הראשונה של הפעלת התוכנית בדקנו: א. סוג קו הטפטפות האופטימאלי (לחץ המים גבוה ונמוך) ב. אופן פיזור הנבגים ותפטיר לאורך קו הטפטפות ולאורך ציר זמן ההשקיה ג. השפעת צורת ישום הפטריות (נבגים ותפטיר) על אופן הפיזור לאורך קו הטפטפות ד. יעילות ההדברה עם ישום פטריות דרך מערכת ההשקיה. נמצא שקו הטפטפות עם לחץ מים נמוך מספק חלוקת מים וגם חלוקת

פטריות שווה יותר מאשר קו הטפטפות עם לחץ המים גבוה. ישום תרחיפים של *Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras* ו-*Fusarium solani* (Fs), עשירים בתפטיר הראו תוצאות טובות יותר מיישום תרחיפים העשירים בנבגים. בניסוי חממה לחדברת עלקת חמנית בחמניות ישמנו תרחיפים של הפטריות Foo ו-Fs, לאדמה מאולחת בעלקת חמנית על חמנית דרך קו טפטפות בלחץ מים נמוך. לאחר היישום נמשכה ההשקיה במשך 24 שעות. נמצא שישום אחד של Foo ו-Fs הוריד משמעותית את מספר תפרחות העלקת מעל פני הקרקע וגרם לתמותת עלקת בשיעור של 20% ו-7%, בהתאמה. יישום במינון כפול של Foo לא שיפר את יעילות ההדברה. תמותת העלקת הגבוהה ביותר (30%) נגרמה על ידי טיפול בתערובת של שתי הפטריות. רמת הדברה זאת אינה מספקת ומצביעה על צורך בשימוש במספר יישומים חוזרים.

בדקנו ישום אחד, שניים ושלושה של כל פטריה בנפרד ותערובת של שתי הפטריות. כל הטיפולים בוצעו בריכוז מלא ומחצית הריכוז של Foo. נמצא כי ישום רב פעמי (פעמיים או שלוש) של Foo גרם לתמותת הטפיל בשיעור של 95 עד 98%. טיפול זה נמצא כיעיל ביותר להדברת עלקת. שימוש במינון כפול של Foo לא שיפר את יעילות ההדברה. טיפול בתערובת של שתי הפטריות לא השפיע על תמותת הטפיל אך הוריד את משקל הטפיל לצמח חמנית, כלומר גורם לתמותת העלקת בשלבי התפתחות מוקדמים יותר.

בדקנו יעילות יישום הפטריה על ידי גרנולות ודרך מערכת ההשקיה. נמצא שישום בצורת גרנולות בתנאי האקלים של ישראל לא יעיל. ההדברה הטובה ביותר התקבלה ביישומים חוזרים דרך מערכת הטפטוף.

נסוויי שדה הראו שניתן ליישם מדבירים ביולוגיים נגד פגעי קרקע דרך מערכת הטיפטוף. על ידי טיפולים אלה הצלחנו להוריד מספר העלקות ולהעלות את יבול החמניות. למרות זאת, לא הצליח אף טיפול למנוע לגמרי הדבקת חמניות בעלקת, כנראה בגלל האילוח הגבוה של שדות הניסוי בזרעי

הטפיל. נראה כי קצב התפתחות המחלה איטי מדי לכן להצלחת ההדברה חשוב מאוד להתחיל בטיפולים בשלבים מוקדמים של התפתחות הטפיל.

מבוא

ההדברה הכימית באמצעות מולקולות סינטטיות שולטת היום בתחום הדברת פגעים בחקלאות. מקובל לחשוב כי הדברה ביולוגית היא שיטה טובה ובטוחה יותר לאדם ולסביבה מהדברה כימית. חסרונותיה של ההדברה הביולוגית רבים אך יתרונה הגדול הוא במידת הספציפיות הגבוהה אותה ניתן להשיג באמצעות מדבירים ביולוגיים ייעודיים, בעיקר חיידקים, פטריות וחרקים. החסרונות הבולטים של ההדברה הביולוגית היא יעילות נמוכה של שיטות היישום הקיימות ורגישות לתנאי סביבה. אחת המגבלות הגדולות של ההדברה הביולוגית היא יעילות נמוכה. ניתן להתגבר על קושי זה על ידי ישום חוזר ונשנה של המדביר הביולוגי במהלך התקופה הקריטית של התפתחות הפגע אותו רוצים להדביר. דרך זו ניתנת לישום פשוט יחסית לפגעי עלווה על ידי ריסוסים חוזרים של התכשיר הביולוגי על עלוות הגידול. בפגעי קרקע אנו ניצבים בפני בעיה קשה של ישום חוזר. עד היום היה נהוג ליישם את התכשיר בצורת גרנולות שנטמנו בקרקע ביחד עם הזרעים בפס הזריעה בעת הזריעה עצמה או בגוש השתילה בגידולים שתולים. יישומים נוספים לא ניתנו מאחר לא נמצאה דרך להטמין את גרנולות התכשיר באזור בית השורשים של הגידול מבלי לפגוע בגידול עצמו.

מטרת תוכנית זו לפתח שיטה כללית ליישומים חוזרים של תכשירים ביולוגיים להדברת פגעי קרקע בגידולים מושקים דרך מערכת הטפטוף. הרוב המכריע של גידולי הקיץ בישראל מושקים בטפטוף. במידה ותוכנית זו תצליח, יתכן ויהיה כדאי בעתיד לפרוס מערכות טפטוף רק לצורך פיזור תכשירים ביולוגיים בגידולים שאינם מושקי טפטוף.

העלקת (*Orobanche spp.*) המהווה את הפגע העיקרי בגידול העגבנייה והחמנית בארץ. העלקת שואבת מהפונדקאי את כל המים והמזון להם היא זקוקה לצורך התפתחותה (1). תנאי האקלים השוררים באביב ובקיץ בישראל, עונות בהם מגדלים עגבניות וחמניות, מיטביים להתפתחות הטפיל. מרבית שטחי המזרע בארץ מאולחים בזרעי עלקת החמנית (*O. cumana*) ועלקת מצרית (*O. aegyptiaca*) השורדים עשרות שנים בקרקע וגורמים לנזקים כבדים לגידולים ולמגדלים (2). העלקת מהווה ללא ספק את אחד האיומים החמורים להמשך גידול עגבניות וחמניות, ובנוסף גם לגזר, פטרוזיליה, סלרי, תפוחי אדמה, חמצה ועוד. שדות רבים ברמת הגולן, עמק בית נטופה וחלקים בגליל העליון ננטשו על ידי החקלאים לאחר שכדאיות הגידול ירדה מתחת לסף הרווח הכלכלי בגלל אילוח קשה בזרעי עלקת.

הפטריה (*Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras*) בודדה מתפרחות חולות של עלקת החמנית בבולגריה (3,4) ונמצאה כפתוגן ספציפי ויעיל של עלקת החמנית. הפטריה תוקפת את כל שלבי

ההתפתחות של עלקת חמנית, כולל זרעים (5,6). עד היום, לאחר בדיקות רבות וחוזרות, תקפה הפטריה רק את עלקת החמנית (5,6), והוכיחה יעילות גבוהה בהדברת עלקת בניסויי חממה ובשדה. הפטריה *Fusarium solani* (Fs) בודדה מתפרחות חולות של עלקת מצרית בישראל ונמצאה כפתוגנית לעלקת זו וגם לעלקת החמנית. בניסויי חממה עם שתי פטריות אלה נדרשו 2-3 יישומים של תרחיפים נוזליים להדברה טובה של עלקת חמנית בחמניות אך בשדה קיבלנו הדברה יעילה רק בשלבים המוקדמים של הגידול, בגלל חוסר האפשרות לישום חוזר של הנבגים בקרקע. מערכת מודל זו מתאימה במיוחד לבחינת השיטה החדשה, כי יישום נבגים באמצעות טפטוף ישפר את יכולת היישום של הפטריה, יאפשר יישומים חוזרים שלה, וייצור סביבת חיים נוחה יותר של לחות ורטיבות גבוהה למשך מספר רב של שעות להגדלת כושר השרידות שלה בקרקע.

המטרה ארוכת הטווח של מחקר זה היא לפתח שיטה לישום חוזר של נבגי פטריות דרך מערכת הטפטוף להדברת פגעי קרקע.

מטרות המחקר

המטרה ארוכת הטווח של מחקר זה היא לפתח שיטה לישום חוזר של נבגי פטריות דרך מערכת הטפטוף להדברת פגעי קרקע.

המטרות הספציפיות של המחקר הן:

1. אופטימיזציה של המרכיבים הטכניים של המערכת (סוג הטפטפת, האחידות של פיזור הפטריות ביישום על ידי נבגים או תפטיר, ברור לחץ המים האופטימלי ליישום הפטריה, ברור משך ההשקיה האופטימלי).
2. אופטימיזציה של מערכת המודל (ברור מספר היישומים האופטימלי להשגת הדברה יעילה של הטפיל לאורך כל עונת הגידול; ברור השפעת של כמות הפטריה ושילוב הפטריות על יעילות ההדברה; שילוב יישומים המדבירים הביולוגיים על ידי גרנולות ודרך מערכת ההשקיה).
3. שימוש בכל הממצאים של הסעיפים הקודמים בניסוי שדה

פירוט עיקרי הניסויים

בדיקת פיזור מים על ידי קווי טפטפות בלחץ גבוה ונמוך

נבנו שתי מערכות השקיה, אחת בלחץ מים גבוה ואחת בלחץ מים נמוך כל מערכת היתה באורך של 40 מטר ובהן 200 נקודות טפטוף (טפטפת את כל 20 ס"מ). הפעלנו כל קו בנפרד ואספנו מים מ-11 טפטפות המפוזרות לכל אורכו. נמדד נפח המים שנאספו בכל טפטפת במשך 13 דקות.

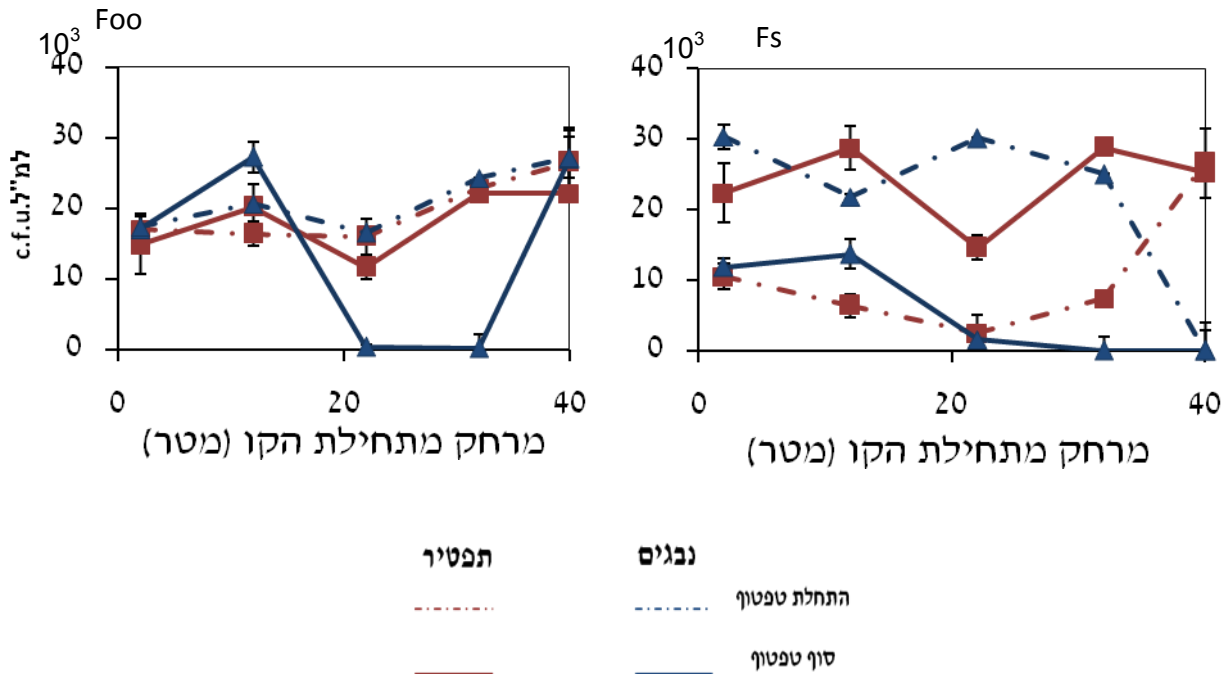
פיזור המים בין הטפטפות היה אחיד יותר בקו עם הלחץ הנמוך כאשר השוני בנפח המים בין הטפטפות הגיע ל- 1.5 מ"ל/דקה. בקו הלחץ הגבוה היה השוני 5 מ"ל/דקה.

בדיקת אופן פיזור הנבגים והתפטיר לאורך קו הטפטפות ולאורך זמן ההשקיה

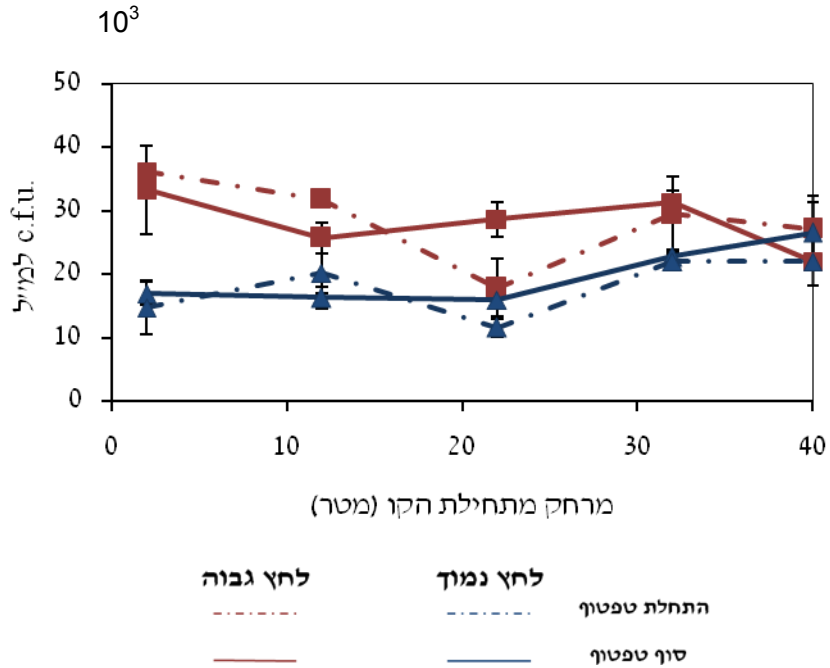
הפטטריות Foo ו-Fs גודלו על מצע מוצק (אורז) ומצע נוזלי (Czapeck). תרחיף הפטריות שהתקבל באורז הכיל פי 10 יותר נבגים מאשר המצע הנוזלי. תרחיף בנפח של 1 ליטר ובריכוז של 1×10^5 מל c.f.u./ הוכנס לדוד דיסון והמערכת הופעלה למשך 10 דקות. הנוזל שזלג מטפטפות לאורך הקו נאסף, בתחילת הישום (בין דקה 2 עד דקה 3) ולקראת סוף היישום (בין דקה 6 עד דקה 7).

בדיקת c.f.u. הראתה ששני קווי הטפטפות מעבירות את התדביק לאורך כל הקו בצורה אחידה ללא סתימת הפילטרים והטפטפות. הפיזור של יחידות גידול (c.f.u.) של שתי הפטריות היה אחיד יותר בתרחיף הפטריות שגודלו במצע Czapeck (איור 1). לא נמצאו הבדלים בפיזור הפטריות בין שני הקווים (איור 2). שני ניסויים אלה הראו בברור שמערכת ההשקיה המתאימה לישום פטריות לקרקע היא המערכת עם לחץ מים נמוך.

איור 1. יעילות היישום של נבגים לעומת תפטיר בקו טפטוף בלחץ נמוך



איור 2. פיזור Foo בישום תפטיר הפטריה לאורך שלוחת טפטוף עם לחץ נמוך וגבוה



בדיקת יעילות ההדברה עם ישום פטריות דרך מערכת השקיה

אדמת נוה יער עורבבה עם זרעי עלקת חמנית בריכוז של 40 מ"ג זרעים ל-1 ק"ג אדמה בכל עציץ בנפח של 2 ליטר נזרע זרע אחד של חמניות מזן ד.י.3. 10 עציצים של ביקורת שלילת לא הכילו זרעי עלקת. עציצי ביקורת חיובית הכילו את זרעי הטפיל אך לו טופלו בפטריות.

הפטריות Foo ו-Fs גודלו על מצע נוזלי Czapeck במשך 3 שבועות. לאחר לכך הפטריות סוננו דרך גוזה, נשטפו 3 פעמים במים וקוצצו בבלנדר במשך 1 דקה. התרחיפים שהתקבלו שימשו לישום על האדמה בעציצים.

הועמדו הטיפולים הבאים:

1. Fs - 1ל תרחיף של Fs בריכוז של 10^6 c.f.u. למ"ל
2. Foo - 1ל תרחיף של Foo בריכוז של 10^5 c.f.u. למ"ל
3. 0.5 Foo - 0.5ל תרחיף של Foo בריכוז של 10^5 c.f.u. למ"ל
4. Foo+Fs - 1ל תרחיף של Fs בריכוז של 10^6 c.f.u. למ"ל + 1ל תרחיף של Foo בריכוז של 10^5 c.f.u. למ"ל
5. 0.5 Foo+Fs - 0.5ל תרחיף של Fs בריכוז של 10^6 c.f.u. למ"ל + 0.5ל תרחיף של Foo בריכוז של 10^5 c.f.u. למ"ל
6. ביקורת חיובית

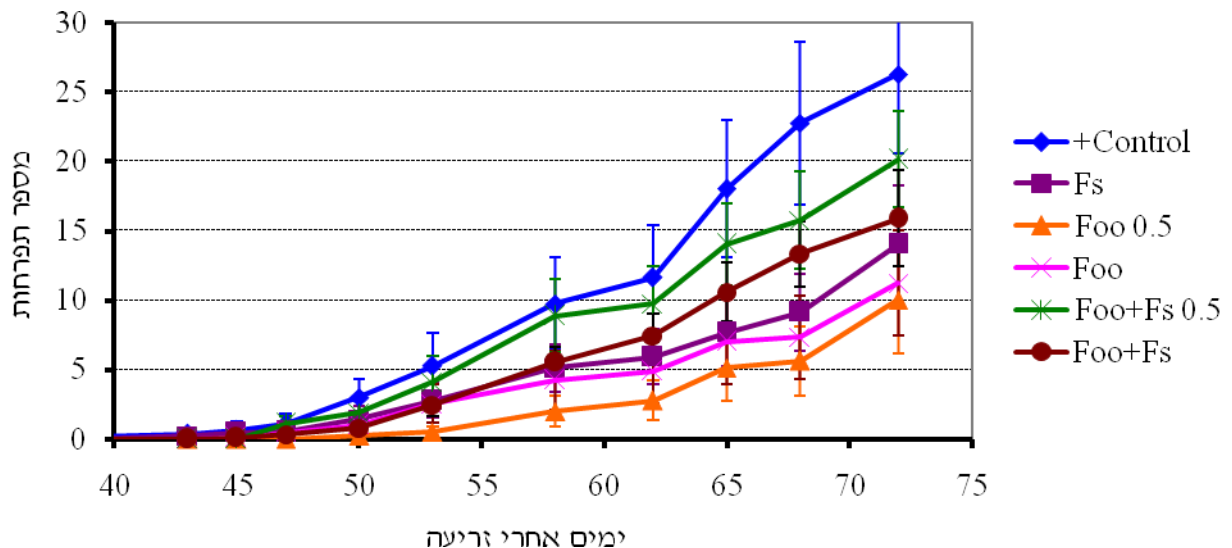
7. ביקורת שלילית

המערכת בקו לחץ נמוך הופעלה למשך 10 דקות לישום של כל תכשיר. בין הטיפולים המערכת נשטפה בתמיסת אקונומיקה 3% במשך 5 דקות ובמים במשך 15 דקות. לאחר השטיפה הושקו העציצים דרך הקו במים במשך 48 שעות.

במשך 3 חודשים עקבנו אחרי הופעת תפרחות העלקת מעל פני הקרקע. נספרו תפרחות בריאות וחולות. בסוף הניסוי שורשי החמניות נשטפו בעדינות. ספרנו פקעיות, עכבישים ותפרחות של עלקת בריאים וחולים. נמדד משקל יבש של עלקות, עלווה ושורשים של חמניות.

טיפול חד פעמי ב-Foo וב-Foo 0.5 הוריד פי 2.5 את מספר התפרחות שהגיחו מעל פני הקרקע לעומת ביקורת לא מטופלת, גרם לתמותת הטפיל בשיעור של 15-20% והוריד את מספר התפרחות הבריאות פי 4 לעומת הביקורת. לא נמצא הבדל ביעילות הפטריה בין שני הטיפולים (איור 3).

איור 3. מספר תפרחות עלקת מעל פני הקרקע בישום חד פעמי



טיפול ב-Fs היה פחות יעיל (איור 3). בעציצים אלה מספר התפרחות מעל פני הקרקע היה ב-40% פחות מהביקורת, ומספר התפרחות הבריאות ירד פי 2. הטיפול גרם לתמותת הטפיל בשיעור נמוך (7%).

שילוב של שתי הפטריות (טיפולים 4 ו-5) גרם לתמותת עלקת גבוהה יותר (30%) לעומת טיפולים עם כל פטריה בנפרד. אך גם יעילות ההדברה בטיפול זה לא הייתה מספקת. חשוב לציין, שגם בשילוב עם Fs הורדת כמות התרחיף של Foo בטיפול 5 לעומת טיפול 4 לא השפיע על יעילות ההדברה.

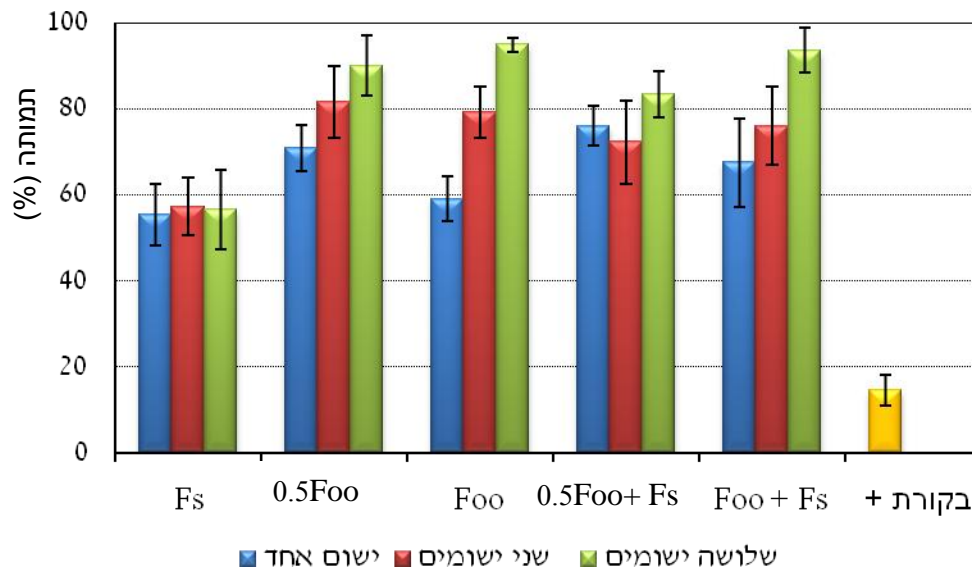
לסיכום, ניסוי זה הראה יעילות השימוש במערכת השקיה לישום פיטריות. הפטריות שיושמו לאדמה בלי מקור מזון (גרנולות) אלה רק במים בלבד הצליחו לשרוד בקרקע וגם לגרום למחלת הטפיל. ישום חד פעמי לא סיפק הדברת עלקת מלאה. בשלב הבא נבדוק את מספר היישומים האופטימלי להשגת הדברה יעילה של הטפיל לאורך כל עונת הגידול.

בדיקת השפעת כמות תפטיר הפטריה בישום, מספר היישומים ושילוב הפטריות *Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras* ו-*Fusarium solani* (Fs) על יעילות הדברת עלקת חמנית בחמניות

כל הטיפולים שנבדקו בניסוי הקודם נערכו גם בניסוי זה בישום אחד (בשלב 2-4 עלים של צמח החמנית), שני יישומים (בשלב 2-4 עלים ובשלב 6-8 עלים) ושלושה יישומים (בשלב 2-4, 6-8 ו-10-12 עלים).

ישום אחד של 30 מ"ל תרחיף של Foo לעציץ בריכוז של 10^5 c.f.u. למ"ל או 15 מ"ל באותו מינון הוריד פי 2-2.5 את מספר תפרחות העלקת שצצו מעל פני הקרקע לעומת הביקורת הלא מטופלת, גרם לתמותת הטפיל בשיעור של 60-70% והוריד את מספר התפרחות הבריאות פי 3 לעומת הביקורת. לא נמצא הבדל ביעילות הפטריה בין שני המינונים שנבחנו (איור 4).

איור 4. תמותת עלקת כתוצאה מאחד, שתיים ושלושה יישומים הפטריות



טיפול ב-Fs היה פחות יעיל. בעציצים שטופלו בטיפול זה היה מספר התפרחות מעל פני הקרקע שונה מהביקורת, ומספר התפרחות הבריאות ירד ב-40%. הטיפול גרם לתמותת הטפיל בשיעור נמוך בלבד (50%).

שילוב של שתי הפטריות (טיפולים 4 ו-5) גרמו לתמותת עלקת גבוהה יותר (75%) לעומת טיפולים עם כל פטרייה בנפרד. אך גם יעילות ההדברה בטיפול זה לא הייתה מספקת. חשוב לציין, שגם בשילוב עם Fs הפחתת המינון של Foo בטיפול 5 לעומת טיפול 4 לא השפיע על יעילות ההדברה.

יישומים חוזרים של Foo שיפרו את יעילות ההדברה. בשני יישומים של Foo תמותת העלקת הגיעה ל-80% בלי קשר לכמות הפטרייה. שלושה יישומים גרמו לתמותה בשיעור של 90-95%.

יישומים חוזרים של Fs לא שיפרו את יעילות ההדברה. תמותת העלקת בטיפולים אלה הגיעה לכ-50% בלי קשר למספר היישומים. יישומים חוזרים של שילוב של שתי הפטריות לא השפיע על תמותת הטפיל אך גרמו לתמותת העלקת בשלבי התפתחות מוקדמים יותר. לכן משקל עלקת לצמח חמנית בטיפול עם שלושה יישומים חוזרים של שילוב הפטריות היה פי 10 נמוך לעומת שלושה יישומים של Foo בלבד.

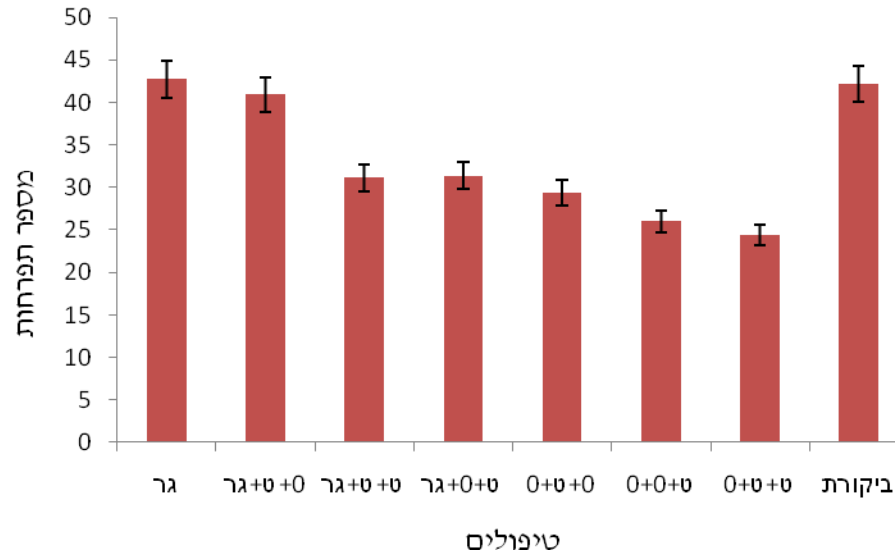
לסיכום, ניסויים אלה הדגימו את יעילות השימוש במערכת ההשקיה לישום פטריות. הפטריות שיושמו לאדמה בתוך מים בלבד הצליחו לשרוד בקרקע וגם לגרום למחלת הטפיל.

למרות שבשלושה יישומים של Foo ושל שילוב הפטריות רמת תמותת העלקת התקרבה ל-100%, עדיין היה משקל שורשי חמניות נמוך ממשקלם בביקורת ללא עלקת. נראה כי המחלה מתפתחת באיטיות גדולה מדי. בשלב הבא של העבודה ננסה לשלב ישום פטריות בגרנולות בשלב הזריעה עם תוספת מאוחרת יותר של מספר היישומים דרך מערכת הטפטוף להשגת הדברה יעילה של הטפיל לאורך כל עונת הגידול.

שילוב יישומים המדבירים הביולוגיים על ידי גרנולות ודרך מערכת ההשקעה

פטרייה Foo הוכנסה לעציצים בגרנולות בזמן הזריעה ודרך מערכת הטיפטוף 4 ו-6 שבועות אחרי הזריעה. שימוש בגרנולות בלבד, ובגרנולות בשילוב עם טיפטוף במועד הראשון לא הוריד את מספר תפרחות העלקת מעל פני הקרקע (איור 5). ההדברה הטובה ביותר התקבלה בשני יישומים דרך מערכת הטיפטוף. הוספת גרנולות לטיפול זה רק הורידה את היעילות ההדברה. אפשר לסכם, שימוש דרך מערכת הטיפטוף היה יעיל בהרבה מישום בגרנולות, כעאר הישום בטיפטוף במועד השני היה חשוב יותר מישום בטיפטוף במועד הראשון.

איור 5. מספר תפרחות עלקת מעל פני הקרקע בישומים שונים

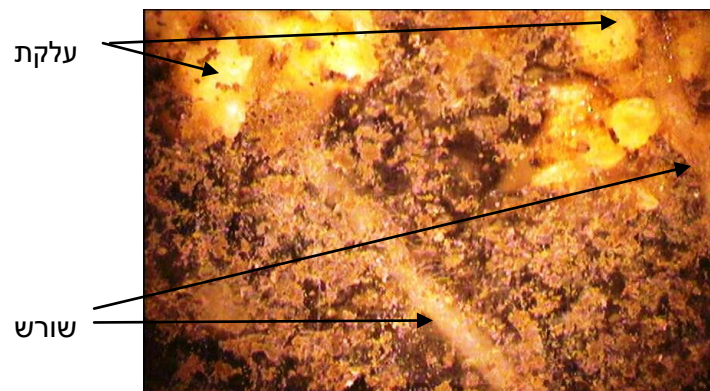


בדיקת יעילות ההדברת העלקת על ידי ישומים של הפטריה Foo דרך מערכת הטיפטוף בשדה
 בשנה השניה בוצע ניסוי שדה בשער העמקים ובשנה האחרונה נערכו שני ניסוי שדה – בשער העמקים
 ובחוות גדש. הניסוי בשנה השניה בשער העמקים הסתיים ללא תוצאות מאחר ולא הופיעה עלקת
 בשדה הניסוי ולכן התוצאות לא מדווחות.

הפטריה Foo יושמה דרך מערכת טפטוף בלחץ נמוך בספיקה של 0.6 ליטר לשעה. נבדקו הטיפולים
 הבאים: ישום אחד, שניים ושלושה בהפרשים של שבועיים זה מזה. חלקות הביקורת טפטפו במים.
 לכל טיפול השתמשנו בארבעה חלקות בגודל של 5 מטר רץ ערוגה. בכל ערוגה נשארנו שורה אחת של
 חמניות באמצע הערוגה ודילול ל- 10 שתילים. במשך הגידול עקבנו אחרי התפתחות העלקת דרך
 מערכת מצלמת מיניריזוטרון. נספרו תפרחות בריאות וחולות מעל פני הקרקע. בסוף הניסוי נקטפו
 ונשקלו את הראשים של צמחי החמנית.

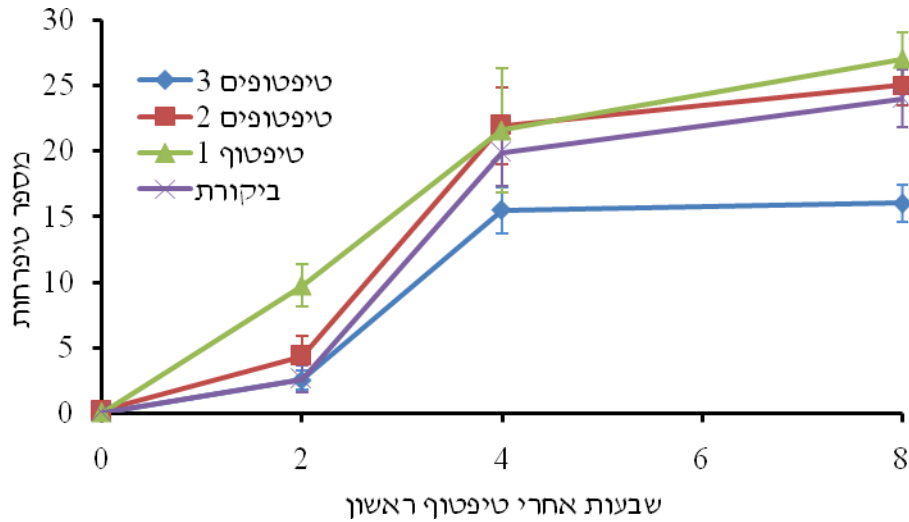
בניסוי שנערך בהוות גדש השתמשנו במערכת מיניריזוטרון לתזמון היישומים. היישום הראשון בוצע
 בזמן הופעת עלקות צעירות על שורשי חמיות (איור 6), בשלב של 6-8 עלים. מספר התפרחות מעל פני
 הקרקע בחלקות שטופלו שלוש פעמים בפטריה היה נמוך לעומת הביקורת (איור 6).

איור 6. עלקת חמנית טפולה על שורשי חמנית בניסוי שדה בהוות גדש בתמונה של מיניריזוטרון

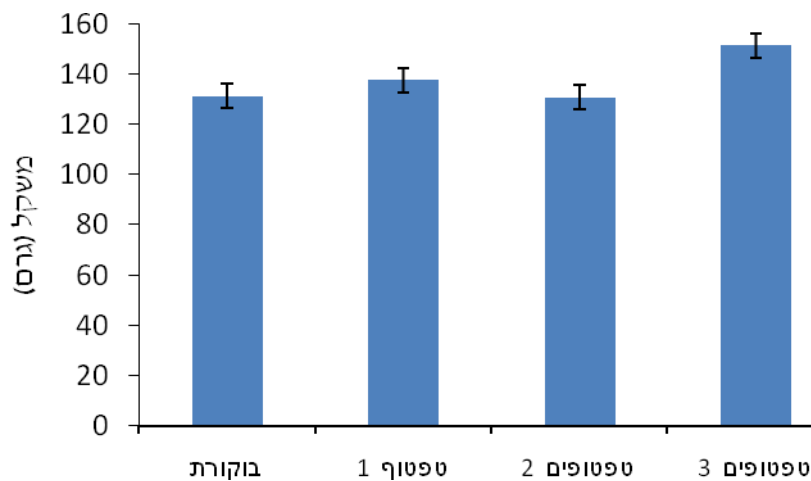


ספירת תפרחות העלקת מעל פני הקרקע הראתה שאחד ושני יישומים לא השפיעו על מספר הטפילים על צמח חמנית. לעומת זאת, שלושה יישומים הורידו את מספר העלקות באופן מבחך (איור 7). זה התבטא גם ביבול שבהלקות עם שלושה יישומים היה גבוה לעומת הטיפולים האחרים והביקורת (איור 8).

איור 7. מספר תפרחות עלקת מעל פני הקרקע על צמח חמנית בחוות גדש



איור 8. יבול ממוצע לצמח חמנית בניסוי שדה בחוות גדש



הניסוי בהוות גדש נערך בלי מעקב של מיניריזוטרון. היישום הראשון בוצע 5 שבועות אחרי הזריעה כשהחמניות הגיעו לשלב 12-14 עלים. בזמן זה כבר הופיעו תפרחות העלקת מעל פני הקרקע (בממוצע תפרחת אחת לצמח). בניסוי זה הטיפולים בפטריה לא הצליחו להקטין את מספר העלקות, שלקראת

סוף הניסוי הגיע בכל חלקות לכ-25 עלקות לצמח, אבל השפיעו לטובה על היבול. בכל הטיפולים שכללו פטריות יבול הגיע ל-75 גרם לצמח לעומת 48 גרם בביקורת.

דיון

אחרי שבדקנו את יעילות השימוש בקו הטפטפות עם ספיקה גבוהה ונמוכה, אופן פיזור הנבגים ותפטיר לאורך קו הטפטפות ולאורך ציר זמן ההשקיה ויעילות ההדברה עם ישום פטריות דרך מערכת ההשקיה, נמצא שקו הטפטפות עם ספיקה נמוכה מספקת חלוקת מים וגם חלוקת פטריות אחידה יותר מאשר קו הטפטפות עם לחץ המים הגבוה. ישום תרחיפים של *Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras* (Foo) ו-*Fusarium solani* (Fs), עשירים בתפטיר הראו תוצאות טובות יותר מישום תרחיפים העשירים בנבגים. בניסוי חממה לחדברת עלקת חמנית בחמניות ישמנו תרחיפים של הפטריות Foo ו-Fs, לאדמה מאולחת בעלקת דרך קו טפטפות עם ספיקה נמוכה. נמצא שישום אחד של Foo ו-Fs הוריד משמעותית את מספר תפרחות העלקת מעל פני הקרקע וגרם לתמותת עלקת בשיעור של 20% ו-7%, בהתאמה. שימוש במינון כפול של Foo לא שיפר את יעילות ההדברה. תמותת העלקת הגבוהה ביותר (30%) נגרמה על ידי טיפול בתערובת של שתי הפטריות. רמת הדברה זאת אינה מספקת ומצביעה על צורך בשימוש במספר יישומים חוזרים.

בדקנו ישום אחד, שניים ושלושה של כל פטריה בנפרד ותערובת של שתי הפטריות. כל הטיפולים בוצעו בריכוז מלא ומחצית הריכוז של Foo. נמצא כי ישום רב פעמי (פעמיים או שלוש) של Foo גרם לתמותת הטפיל בשיעור של 95 עד 98%. טיפול זה נמצא כיעיל ביותר להדברת עלקת. שימוש במינון כפול של Foo לא שיפר את יעילות ההדברה. טיפול בתערובת של שתי הפטריות לא השפיע על תמותת הטפיל אך הוריד את משקל הטפיל לצמח חמנית, כלומר גורם לתמותת העלקת בשלבי התפתחות מוקדמים יותר.

בדקנו יעילות של יישום הפטריה על ידי גרנולות בפס הזריעה ותוספת ישומים ודרך מערכת הטפטוף. נמצא שישום בצורת גרנולות בתנאי ישראל לא יעיל, לעומת ארצות קרות יותר של מזרח אירופה כמו בולגריה למשל (4-6). ההדברה הטובה ביותר התקבלה ביישומים חוזרים דרך מערכת הטפטוף.

נסויי שדה הראו שניתן ליישם מדבירים ביולוגיים נגד פגעי קרקע דרך מערכת הטפטוף. על ידי טיפולים אלה הצלחנו להוריד את מספר העלקת ולהעלות את יבול החמניות. למרות זאת, לא הצליח אף טיפול למנוע לגמרי את הדבקת החמניות בעלקת, כנראה בגלל רמת האילוח הגבוהה בזרעי הטפיל של קרקעות הניסוי. נראה כי קצב התפתחות המחלה איטי מדי לכן להצלחת ההדברה חשוב מאוד להתחיל בטיפולים בשלבים מוקדמים יותר של התפתחות הטפיל.

רשימת פרסומים

1. דור י. והרשנחורן י. (2009). ישום מדבירים ביולוגיים נגד עלקת דרך מערכת הטפטוף. חוברת תקצירים של הועידה ה-30 של העמותה הישראלית למחלות צמחים. 8-9 בפברואר 2009, רחובות: עמ' 74.
2. דור י., סמירנוב א. והרשנחורן י. (2009). פיתוח שיטה לישום מדבירים ביולוגיים כנגד עלקת דרך מערכת הטפטוף. תקצירים של הועידה ה-20 לעשבים רעים והדברתם. 26 בפברואר 2009, רחובות: עמ' 32.
3. Evgenia Dor, E. Smirnov and Y. Hershenhorn (2009). Development of a method for repeated broomrape biocontrol agent application through drip irrigation systems. *Phytoparasitica* 37: 282

1. arker, C. and Riches, C. R. (1993) *Parasitic Weeds of the World: Biology and Control*. 332 pp. CAB International, Wallingford, UK. P
2. l, D. M., Hershenhorn, J., Eizenberg, H., Aly, R., Ejeta, G., Rich, P. J., Ransom, J. K., Sauerborn, J. and Rubiales, D. (2006). Biology and Management of Weedy Root Parasites (invited review). In: *Horticultural Reviews*. ed. J. Janick. John Wiley & Sons. **33**: 267-350. Joe
3. Bedi, J. S. (1994) Further studies on the control of sunflower broomrape with *Fusarium oxysporum* f. sp. *orthoceras*—a potential mycoherbicide. In: *Proceedings of the 3rd International Workshop on Orobanche and Related Striga Research* 539–544. A.H. Pieterse et al. (eds.), Royal Tropical Institute, Amsterdam, the Netherlands.
4. Bedi, J. S. and Donchev, N. (1991) Results of mycoherbicide control of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) under glasshouse and field conditions. In: *Proceedings 1991 5th International Symposium on Parasitic Weeds* 93–95. J.K. Ransom, L.J. Musselman, A.D. Worsham, C. Parker (eds.), Cimmyt, Nairobi, Kenya.
5. Thomas, H., Sauerborn, J., Muller-Stover, D., Ziegler, A., Bedi, J. S. and Kroschel, J. (1998). The potential of *Fusarium oxysporum* f. sp. *orthoceras* as a biological control agent for *Orobanche cumana* in sunflower. *Biological Control* **13**: 41–48.
6. Thomas, H., Heller, A., Sauerborn, J., and Muller-Stover, D. (1999). *Fusarium oxysporum* f. sp. *orthoceras*, a potential mycoherbicide, parasitizes seeds of *Orobanche cumana* (sunflower broomrape): a cytological study. *Annals of Botany* **83**: 453–458.

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.

אופטימיזציה של המרכיבים הטכניים של המערכת

ברור מספר היישומים האופטימלי להשגת הדברה יעילה של הטפיל לאורך כל עונת הגידול; ברור השפעת של כמות הפטריה ושילוב הפטריות על יעילות ההדברה.

שילוב יישומים המדבירים הביולוגיים על ידי גרנולות ודרך מערכת ההשקיעה. שימוש של כל הממצאים בניסוי שדה

לבדוק בניסוי שדה יעילות ההדברה עם ישום פטריות דרך מערכת השקיה. כל המטרות שהוצבו בתוכנית נבדקו והוסקו המסקנות המתאימות

עיקרי הניסויים והתוצאות.

פיזור המים בין הטפטפות היה אחיד יותר בקו טפטפות בספיקה נמוכה

שני קווי הטפטפות מעבירות פטריות באופן אחיד לאורך כל הקו, פילטרים וטפטפות אינם נסתמים, כך שניתן ליישם את התכשיר הביולוגי דרך מערכת זו. הפיזור של יחידות גידול (c.f.u.) של שתי הפטריות היה אחיד יותר בתרחיף הפטריות שגודלו במצע Czapeck. לא נמצאו הבדלים בפיזור הפטריות בין שני הקווים.

טיפול חד פעמי ב-Foo הוריד מספר תפרחות מעל פני הקרקע לעומת הביקורת לא מטופלת וגרם לתמותת הטפיל בשיעור של 15-20%. לא נמצא הבדל ביעילות הפטריה בין שני הטיפולים. טיפול ב-Fs היה פחות יעיל. שילוב של שתי הפטריות (טיפולים 4 ו-5) גרם לתמותת עלקת גבוהה יותר (30%) לעומת טיפולים עם כל אחד מפטריות בנפרד.

הניסויים הראו יעילות השימוש במערכת השקיה לישום פיטריות. הפטריות שישמו לאדמה בלי בסיס

<p>מזון (גרנולות) אלא רק במים בלבד הצליחו לשרוד בקרקע וגם לגרום למחלת הטפיל ברמה גבוהה יותר לעומת ישום בגרנולות.</p> <p>ישום חד פעמי לא סיפק הדברת עלקת מלאה. התוצאות הטובות ביותר התקבלו בשלושה יישומים.</p>
<p>נסווי השדה הראו שניתן ליישם מדבירים ביולוגיים נגד פגעי קרקע דרך מערכת הטפטוף. על ידי טיפולים אלה הצלחנו להוריד את מספר העלקות הטפולות לשורשים ולהעלות את יבול החמניות. למרות זאת, לא הצליח אף טיפול למנוע לגמרי הדבקת חמניות בעלקת, כנראה בגלל רמת האילוח הגבוהה של קרקעות הניסוי בזרעי הטפיל. נראה כי קצב התפתחות המחלה איטי מדי לכן להצלחת ההדברה חשוב מאוד להתחיל בטיפולים בשלבים מוקדמים של התפתחות הטפיל.</p>
<p>מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?</p>
<p>מערכת השקיה מתאימה ליישום מדבירים ביולוגיים נגד פגעי קרקע.</p>
<p>קו בעל ספיקה נמוכה עדיף לצורך זה.</p>
<p>יישום תפטיר קצוץ נמצא עדיף על ישום נבגים.</p>
<p>ישום רב פעמי (פעמיים או שלוש) של Foo נמצא כיעיל ביותר להדברת עלקת. כמות הפטריה בישום לא השפיעה על יעילות ההדברה.</p>
<p>ישום בצורת גרנולות בתנאי ישראל אינו יעיל.</p>
<p>להצלחת הדברה חשוב מאוד להתחיל בטיפולים בשלבים מוקדמים של התפתחות הטפיל</p>
<p>בעיות שנתרו לתרון /או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?</p>
<p>הוכחנו שניתן ליישם מדבירים ביולוגיים נגד פגעי קרקע דרך מערכת הטיפוטוף. על ידי טיפולים אלה הצלחנו להוריד את מספר העלקות ולהעלות את יבול החמניות בניסוי חממה ושדה. למרות זאת, לא הצליח אף טיפול למנוע לגמרי הדבקת חמניות בעלקת, כנראה בגלל רמת האילוח הגבוהה של קרקעות הניסוי בזרעי הטפיל. נראה כי קצב התפתחות המחלה איטי מדי לכן כדי לשפר את איליות ההדברה חייבים להשתמש בפטריה אגרסיבית יותר.</p>
<p>הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הוצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.</p>
<p>דור י. והרשנחורן י. (2009). ישום מדבירים ביולוגיים נגד עלקת דרך מערכת הטפטוף. חוברת תקצירים של הועידה ה-30 של העמותה הישראלית למחלות צמחים. 8-9 בפברואר 2009, רחובות: עמ' 74.</p>
<p>דור י., סמירנוב א. והרשנחורן י. (2009). פיתוח שיטה ליישום מדבירים ביולוגיים כנגד עלקת דרך מערכת הטפטוף. תקצירים של הועידה ה-20 לעשבים רעים והדברתם. 26 בפברואר 2009, רחובות: עמ' 32.</p>
<p>Evgenia Dor, E. Smirnov and Y. Hershenhorn (2009). Development of a method for repeated broomrape biocontrol agent application through drip irrigation systems. <i>Phytoparasitica</i> 37: 282</p>

פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח (סמן אחת מהאופציות):	
<	רק בספריות
<	ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
<	חסוי – לא לפרסם
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -	

(*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים