

ביו-פומיגציה להדברת מחלות שוכנות קרקע בעגבניות ובתפוא"ד אורגניים
Biofumigation for controlling soil-borne pathogens in organic tomato and potato

דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 132-1268-08

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

לאה צרור ושרה לביוש-מרדכי	הגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי - גילת;
אורי ירמיהו	קרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי - גילת;
רפי רודמן	הארגון לחקלאות ביולוגית
אלי מתן	מו"פ דרום

Leah Tsrer, Sara Lebiush-Mordechai, Dep. of Plant Pathology, ARO, Gilat Research Center, M.P. Negev 85280.

E-mail: tsror@volcani.agri.gov.il

Uri Yermiyahu, Dep. of Soil and Water, ARO, Gilat Research Center, M.P. Negev 85280.

Rafi Rodman

Eli Matan, R&D Besor, M.P. Negev

יולי 2009

תמוז תשס"ט

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.
הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן/לא * מחק את המיותר

* חתימת החוקר _____

ביו-פומיגציה להדברת מחלות שוכנות קרקע בעגבניות ובתפוא"ד אורגניים
Biofumigation for controlling soil-borne pathogens in organic tomato and potato

דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 132-1268-08

לאה צרור ; אורי ירמיהו ; רפי רודמן אלי מתן מירון סופר
מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

סיכום עם שאלות מנחות

1. הצגת הבעיה (חשיבות, מטרות)

מחלות שוכנות קרקע במימשק אורגני מהוות בעיה קשה בגלל האיסור בחיטוי קרקע. מטרת המחקר הינה להעריך את יעילות הביופומיגציה ("חיטוי ביולוגי") המושגת ע"י הצנעת גידולים לזבל ירוק (ז"י) ממשפ' המצליבים לקרקע בהפחתת מחלות שוכנות קרקע.

2.1 מהלך ושיטות עבודה

פותח בוחן ביולוגי להערכת פוטנציאל ביופומיגנטי של מצליבים לקטילת פאתוגנים. הפחתת מחלות שוכנות קרקע הפוגעות בעגבניה ותפוא"ד באמצעות גידולי ז"י נבחה בניסוי חממה, ניסוי בית רשת וניסוי שדה בהם גודלו מצליבים שנמצאו יעילים בבוחן הביולוגי.

2.2 תוצאות עיקריות

2006 - פותח בוחן ביולוגי שניתן בעזרתו לבחון יעילות ביופומיגנטית של צמחים שונים. נסרקו מיני, זני וקוי מצליבים לפוטנציאל ביופומיגנטי. נלמדה קינטיקה של התהליך, השפעת ייבוש על יעילות הז"י, השלב הפנולוגי של הצמח. בניסוי חממה נבחה השפעת ז"י וחיפוי קרקע על יעילות הפחתת מחלות שוכנות קרקע בגידול עגבניות אורגניות. טיפולי רוקט וחרדל ISCI20 הפחיתו שיעור הנגיעות בפוזריום; החרדלים רד גיאנט ו- ISCI20 הפחיתו את שיעור הנגיעות בריזוקטוניה. בטיפול רוקט התקבלה איכות יבול הטובה ביותר.

בניסוי תפוא"ד בשדה אורגני, בכל טיפולי ז"י היבול היה גבוה יותר מאשר בביקורת, בייחוד בטיפול החרדל האיטלקי ISCI20 והרוקלה. טיפולי רוקלה והחרדל רד גיאנט הפחיתו שיעור הנגיעות בריזוקטוניה ודוררת.

2007 - בניסוי חממה בעגבניה, שיעור הנגיעות בפוזריום הופחת ע"י טיפולי ז"י שכללו רוקט, ברוקולי וחרדל קווי טיפוח ISCI99 ו- ISCI61 וכן בטיפול תערובת של קווי החרדל הנ"ל עם זן רד-גיאנט. בכל טיפולי ז"י התקבל יבול גבוה יותר מאשר בביקורת. צמחי בוחן שגדלו בקרקע שמקורם בטיפולים השונים של ז"י היו מפותחים יותר מקרקע הביקורת ללא טיפול בזבל ירוק. בניסוי תפוא"ד בבית רשת, שיעור הנגיעות בריזוקטוניה בצמחים ובפקעות הופחת בטיפולים: כרוב החוף, ברוקולי, חרדל רד-גיאנט, וצנונית. טיפול החרדל ISCI61 לא היה יעיל. היבול הגבוה התקבל בטיפולי כרוב החוף וחרדל רד-גיאנט.

2008 - בניסוי חממה בעגבניה, נמצא כי טיפולי רוקט ברוקולי והחרדלים ISCI99 ו- רד-גיאנט הפחיתו שיעור הנגיעות בפוזריום. בטיפולי ברוקולי, צנונית, והחרדלים ISCI61 ותערובת רד גיאנט עם ISCI61 התקבל יבול גבוה בהשוואה לביקורת.

כל טיפולי ז"י: ברוקולי, צנונית, החרדלים רד גיאנט ו ISCI61 וכן הצנעת קומפוסט זבל עופות הפחיתו את שיעור הנגיעות בנמטודות עפצים (מעל 50%). בניסוי תפוא"ד בשדה, בכל טיפולי ז"י היבול היה גבוה יותר מאשר בביקורת, לא נצפו מחלות הנובעות מנגיעות הקרקע בפתוגנים.

3. מסקנות והמלצות

התוצאות המוצגות בדו"ח זה מחזקות את הנחת העבודה כי לגישה של שימוש בז"י ממשפ' המצליבים להפחתת מחלות שוכנות קרקע אכן יש פוטנציאל. אולם, ברמות גבוהות של מידבק פטריות (ריזוקטוניה ופוזריום הנבילה) ההשפעה של ז"י נמוכה יחסית, ויש לקחת זאת בחשבון בפיתוח ליישום הגישה באופן נרחב. השיטה של גידול צמחי ז"י והצנעתם לפני הגידול החקלאי פשוטה, זולה וניתנת ליישום בשדה הפתוח וגם בחממות. אך הפתרון אינו פתרון קסם בדומה לחיטוי קרקע במתיל ברומיד. כמו כן, לטווח הארוך, יש לשקול גם שילוב של מספר מחזורים של גידולי ז"י במחזור הזרעים בחלקה נתונה, למניעת הגברת הנגיעות בפאתוגנים שונים בקרקע. התוצאות ממחקר זה בגידולי עגבניה ותפוא"ד במימשק אורגני ניתנות ליישום בגידולים נוספים, וגם במימשק קונבנציונלי.

4. הבעיות שנתרו לפתרון

יש להמשיך בניסוי חממה בעגבניה, בעיקר בכדי להתגבר על בעיית הפוזריום, ובשדה הפתוח בתפוא"ד, בחלקות עם מגוון של מחלות המשפיעות על הגידול באופן חמור, בכדי לקבל אינדיקציות מהימנות וברורות יותר בהקשר של סוג המצליב והמחלה אותה יש להדביר. כמו כן,

כדאי להמשיך בעבודה בחלקות גדולות יחסית בכדי ללמוד על יעילות התהליך בהפחתת מחלות שוכנות קרקע בקנ"מ חצי-מסחרי. בנוסף יש חשיבות לבדיקת מספר מחזורי גידול זבל ירוק ב"מחזור זרעים" לשיפור הפחתת מחלות. כדאי לבצע מעקב מיקרוביאלי אחר אוכלוסיות קרקע לטווח זמן ארוך להבנת תהליכים הקשורים בהצנעת זבל ירוק לטווח ארוך (בנוסף לפעילות הביופומיגנטית)

ביו-פומיגציה להדברת מחלות שוכנות קרקע בעגבניות ובתפוא"ד אורגניים
Biofumigation for controlling soil-borne pathogens in organic tomato and potato

דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 132-1268-08

לאה צרור ; אורי ירמיהו ; רפי רודמן ואלי מתן

תקציר

הצגת הבעיה (חשיבות, מטרות)

מחלות שוכנות קרקע במימשק אורגני מהוות בעיה קשה בגלל האיסור בחיטוי קרקע. מטרת המחקר הינה להעריך את יעילות הביופומיגציה ("חיטוי ביולוגי") המושגת ע"י הצנעת מצליבים (זני חרדל וקוי טיפוח) לקרקע, בהפחתת מחלות שוכנות קרקע.

מהלך ושיטות עבודה

הוצבו ניסויי חממה בחממת עגבניות וניסויי שדה בתפוא"ד, בהם גודלו מצליבים שנמצאו יעילים בבוחן ביולוגי להפחתת מחלות שוכנות קרקע ונמטודות רלבנטיות לגידולים הנ"ל במימשק אורגני. בוצע ניסוי מעבדה בו נבחנה היעילות הביופומיגנטית של גידולי ז"י שגודלו בחלקת תפוא"ד בקטילת פאתוגנים בבוחן הביולוגי.

תוצאות עיקריות

בניסויי עגבניות בחממה :

ניסוי א'- טיפולי רוקט ברוקולי והחרדלים ISCI99 ו - רד-גיאנט הפחיתו שיעור הנגיעות בפוזריום. בטיפול ברוקולי, צנונית, והחרדלים ISCI61 ותערובת רד גיאנט עם ISCI61 התקבל יבול גבוה בהשוואה לביקורת. כל טיפולי הזבל הירוק הפחיתו שת שיעור הנגיעות של הצמחים בנמטודות.

ניסוי ב'- טיפולי ברוקולי, צנונית, החרדלים רד גיאנט ו ISCI61, וקומפוסט זבל עופות הפחיתו את שיעור הנגיעות בנמטודות מעל 50%.

בניסוי תפוא"ד בשדה הפתוח:

בכל טיפולי הז"י, חרדל ISCI61 ורד גיאנט, ברוקולי רוקט ודוחן, היבול היה גבוה יותר מאשר בביקורת, לא נצפו מחלות הנובעות מנגיעות הקרקע בפתוגנים, למרות שהחלקה נבחרה בשל הסטוריה של מחלות בגידול הקודם של תפוא"ד.

בניסוי פוטנציאל ביופומיגנטי של צמחים שונים בבוחן ביולוגי (Bioassay)

טיפול הרוקט, ברוקולי, ISCI61 ורד-גיאנט היו יעילים בהפחתת חיות ריזוקטוניה, קולטוטריכום ודוררת, טיפול הרוקט היה היעיל ביותר, טיפול הדוחן היה הפחות יעיל.

מסקנות והמלצות

התוצאות המוצגות בדו"ח זה מחזקות את הנחת העבודה כי לגישה של שימוש בזבל ירוק ממשפי המצליבים להפחתת מחלות שוכנות קרקע אכן יש פוטנציאל. יש להמשיך בניסויי חממה בעגבניה, בעיקר בכדי להתגבר על בעיית הפוזריום, ובשדה הפתוח בתפוא"ד, בחלקות עם מגוון של מחלות המשפיעות על הגידול באופן חמור, בכדי לקבל אינדיקציות מהימנות וברורות יותר בהקשר של סוג המצליב והמחלה אותה יש להדביר. כמו כן, כדאי להמשיך בעבודה בחלקות גדולות יחסית בכדי ללמוד על יעילות התהליך בהפחתת מחלות שוכנות קרקע בקנ"מ חצי-מסחרי.

הגישה של השימוש בזבל ירוק היא פשוטה, זולה וניתנת ליישום בשדה הפתוח וגם בחממות. אולם, הפתרון אינו פתרון קסם בדומה לחיטוי קרקע במתיל ברומיד, ולכן יש גם לשקול שילוב של מספר מחזורי זבל ירוק במהלך גידולים בחלקה נתונה לטווח זמן ארוך.

מבוא

המושג ביו-פומיגציה מתייחס להפחתת מחלות שוכנות קרקע ע"י תרכובות ביוצידיות המשתחררות במהלך הצנעת צמחים לקרקע ופירוקם הביולוגי. הכוונה בעיקר לצמחים ממשפחת המצליבים, שבעת פירוקם הביולוגי בקרקע באמצעות אנזימים, משתחררים חומרים נדיפים רעילים. את המצליבים ניתן לשלב במחזור הזרעים, או לגדל במיוחד כזבל ירוק, ולחילופין, ניתן לשנע שיירי צמחים שגודלו באתר אחר אל אתר המטרה בו נדרשת פעולת הביופומיגציה. השימוש בזבל ירוק משפר את מבנה הקרקע, מגדיל את תכולת החומר האורגני בה, משפר את תאחיזת המים. בנוסף לכך, בטווח הארוך, חלים שינויים בתכולה והרכב החומר האורגני המשפיעים על המאזן הביולוגי בקרקע, באופן שנוצרת תחרות גדולה יותר בין המיקרופלורה המועילה לבין הפאתוגנים, ומופחתת אוכלוסית הפאתוגנים.

מטרות המחקר

מטרת המחקר הכללית הינה להעריך את יעילות הביופומיגציה המושגת ע"י הצנעת מצליבים (זני חרדל וקוי טיפוח) לקרקע, בהפחתת מחלות שוכנות קרקע לפני הגידול המיועד-עגבניה ותפוא"ד אורגניים, שהם הגידולים החשובים מבחינת היקף הייצוא. בשנה השלישית (2007-2008) של המחקר נבחנה השפעת ביופומיגנטים על הפחתת מחלות ונמטודות לפני גידול עגבניה אורגנית (במו"פ דרום בחממה נגועה 18) ולפני גידול תפוא"ד אורגני בשדה. כמו כן נמשכה סריקת צמחים בשיטת הבוחן הביולוגי

תוצאות בתקופת הדו"ח

פירוט עיקרי הניסויים

- I השפעת ביופומיגנטים על הפחתת מחלות ונמטודות לפני גידול עגבניה אורגנית ניסוי א': הערכת יעילות טיפולי הזבל הירוק על הפחתת מחלות שוכנות קרקע והיבול ניסוי ב': השפעת ביופומיגנטים וזבל עופות על הפחתת נמטודות
- II פוטנציאל ביופומיגנטי של צמחים שונים בבוחן ביולוגי (Bioassay).
- III השפעת ביופומיגנטים על הפחתת מחלות לפני גידול תפוא"ד אורגני

באופן כללי, הפתוגנים שנבחנו בניסויים הינם חשובים מהבחינה החקלאית ומייצגים את הקשים לקטילה. *Rhizoctonia solani* (Rhs), *Colletotrichum coccodes* (Cc), *Verticillium dahliae* (Vd), *Fusarium oxysporum* (F).

המדדים\תנאים שנבחנו במערכת

סוג הגידול לזבל ירוק (ז"י), ופתוגנים שונים.

I השפעת ביופומיגנטים על הפחתת מחלות שוכנות קרקע ונמטודות ועל יבול עגבניות צ'רי

אורגניות

ניסויים בחממה אורגנית, מו"פ דרום

מהלך ושיטות עבודה:

במהלך עונת הגידול 2007/08 בחממה אורגנית (18) בחוות הבשור נערכו שני ניסויים לבחינת יעילות טיפולי זבל ירוק שונים או בשילובים שונים של גידולי זבל ירוק על שכיחות מחלות שוכנות קרקע ונמטודות והיבול בעגבניות.

ניסוי א: יעילות טיפולי הזבל הירוק על הפחתת מחלות שוכנות קרקע

גידולי זבל ירוק: שני קווי טיפוח עתירי גלוקוזינולטים של חרדל *Brassica juncea* מאיטליה: ISCI99 ו- ISCI61, חרדל מזן רד גיאנט - *B. juncea* Red-Giant, ברוקולי - *B. oleracea*, רוקט - *Eruca sativa*, צנונית - *Raphanus sativus* ותערובת של שני מיני חרדל - רד גיאנט + ISCI61. בחלקות הביקורת לא גודל דבר והן דומות לכרב נח, ללא עשבייה.

ניסוי ב: השפעת ביופומיגנטים וזבל עופות על הפחתת שיעור הנגיעות בנמטודות

נערך אף הוא בחממה 18, אולם בגמלון (3) בו הקרקע נגועה ברמה גבוהה בפוזריום הנבילה ונמטודות עפצים *Meloidogyne javanica*.

טיפולים: חרצית עטורה - *Chrysanthemum coronarium*, חרדל ISCI61 וטיפול קומפוסט זבל עופות.

הכנת החלקות: יישום קומפוסט זבל עופות (5 קוב לדונם) (מרכז תעשיות, מזכרת בתיה) וחרצית

עטורה (כ-10% חומר יבש לחזרה) להדברת נמטודות בניסוי ב' - 20.9.07 וחיטוי סולארי בכל

החממה - מ: 20.9.07 עד 15.11.07 סוג החיפוי: פוליאתיילן UVA בעובי 0.04 מ"מ השקיה מתחת

לחיפוי: פעם ב-3 ימים 3 קוב לדונם; זריעת גידולי הזבל הירוק - 15.11.07; תיחוח (פעמיים)

והצנעת ביומסה של הזבל הירוק - 26.2.08; שתילת עגבניות צ'רי 139 - 3.4.08. הייתה תקלה

בניסוי, בשני מועדים (11.6.08 ו-22.6.08), הפועלים עקרו את הצמחים החולים מאיזור הדגימה

למעקב אחר היבול, וסרטי הסימון הועברו לצמחים בריאים, כך שמדידת היבול בהמשך איננה

מייצגת, ולכן נתוני היבול המוצגים כוללים רק את שני הקטיפים הראשונים (במקום 6). מתכונת

הניסויים: בלוקים באקראי, בארבע חזרות.

טבלה 1: ביומסה (משקל טרי) של הזבל הירוק שהוצנע לחזרה (ק"ג)

ביומסה (ק"ג/דונם)		טיפול זבל ירוק
		רד גיאנט +
8,547.1	a	ISCI61
8,313.8	ab	ISCI99
6,458.8	ab	ISCI61
5,096.3	b	רד גיאנט
768.0	c	רוקט
6,400.4	ab	ברוקולי
7,243.8	ab	צנונית
7,121.3	ab	ISCI61

הניתוח הסטטיסטי ANOVA נערך במבחן Student's ברמת מובהקות של 0.05 בתוכנת JMP IN

הערכת הנגיעות בצמחי העגבניה בחממה:

1. הערכת סימני מחלה: ספירת צמחים עם סימני מחלה נערכו 5 פעמים במהלך העונה. נוסף לכך, בסוף העונה, נדגמו 10 צמחים מכל חזרה ובהם נעשו בדיקות מעבדה: בידודים מהרקמה החיצונית של צוואר השורש לזיהוי פטריות (ריזוקטוניה ופיתיום), בידודים מצינורות ההובלה לזיהוי פוזריום הכתר ובידודים מצינורות ההובלה בגובה 0.5 מ' ובגובה של 1.5 מ' לזיהוי פוזריום הנבילה. הערכת נגיעות למחלות: לפי שיעור (%) צמחים המראים סימפטומי מחלה מתוך 32 צמחים לחזרה. ולפי אינדקס החמות של צינורות ההובלה (0-10) כאשר 0 מייצג צ.ה ללא החמות (צמח בריא) ו10 כאשר צ.ה חומים בכל ההיקף של הגבעול)
2. בצמחים שנדגמו בסוף העונה נעשתה הערכת לרמת הנגיעות בנמטודות עפצים בשורשים. הערכת נגיעות בנמטודות לפי אינדקס 0-10, כאשר 0 צמח בריא ללא נגיעות ו10 כאשר כל שטח בית השורשים נגוע בנמטודות.

תוצאות עיקריות

ניסוי א:

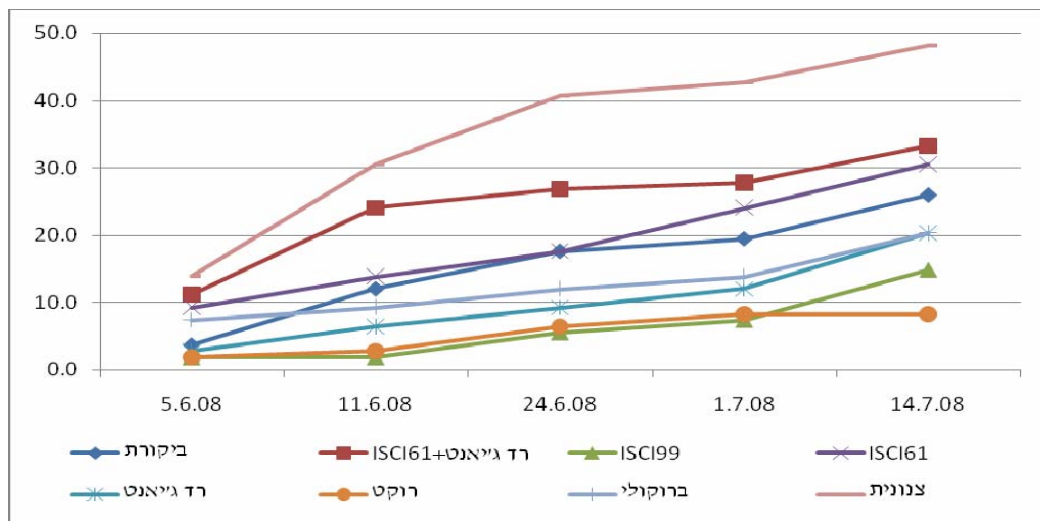
1.א. השפעת טיפולי זבל ירוק על שיעור נגיעות צמחים בפוזריום

שיעור הנגיעות בפוזריום הופחת בטיפול רוקט, ברוקולי, חרדל רד גיאנט וחרדל קווי טיפוח ISCI99 ו- ISCI61 (איורים 1-2). בבדיקת החמות בצינורות ההובלה בגובה מטר, מדד לנגיעות בפוזריום הנבילה בלבד, נמצא כי הרוקט היה היעיל ביותר, עם אינדקס נגיעות 1.0 (איור א. 2), אחריו ברוקולי (1.4), ISCI61 (1.5), רד גיאנט (1.6) ו ISCI99 (1.8).

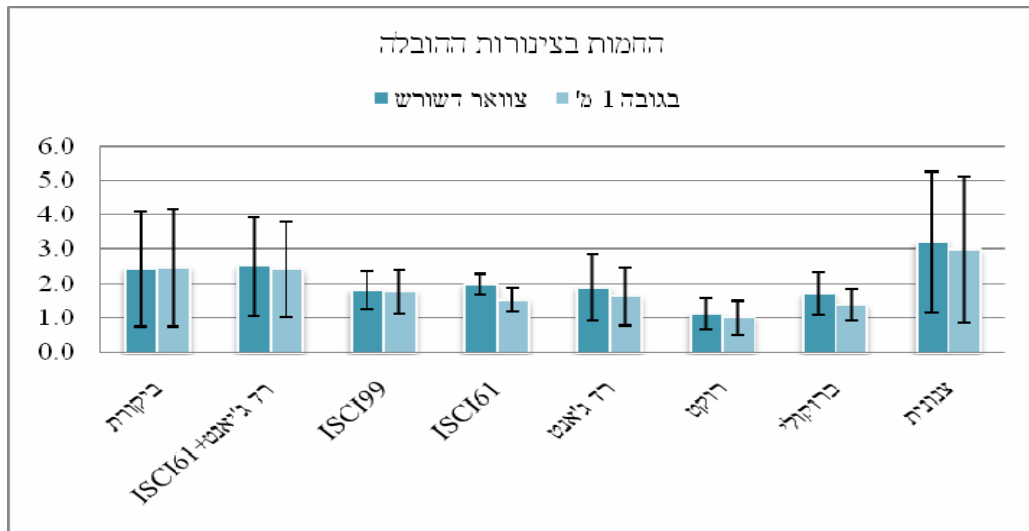
במבחן סטטיסטי, ANOVA, נמצא כי ההבדלים בין הטיפולים לא היו מובהקים.

יש לציין שלמרות הבימוסה הנמוכה של הרוקט (נמוך במובהק יחסית לשאר הטיפולים), לא היתה פחיתה בעילות הדברת הפוזריום, נהפוך הוא, שיעור הנגיעות בטיפול זה היתה הנמוכה ביותר, אם כי לא באופן מובהק סטטיסטית.

איור 1.א. שיעור נגיעות (%) צמחי עגבניה בפוזריום הנבילה ופוזריום הכתר (28 צמחים לחזרה)



איור 2.א. אינדקס נגיעות צמחי עגבניה בפוזריום הנבילה ופוזריום הכתר - החמות בצינורות ההובלה (0-10) (ביחידת דיגום הפרי, 10 צמחים לחזרה)



2.א. השפעת טיפולי זבל ירוק על שיעור נגיעות צמחים בריזוקטוניה

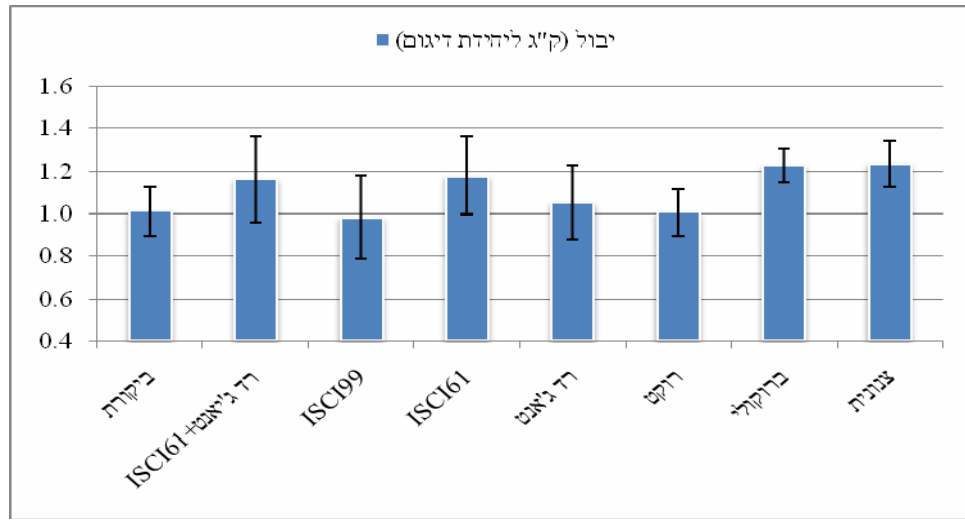
בכל מהלך עונת הגידול לא נפגעו צמחים מריזוקטוניה ופיתיום. בסוף עונת הגידול, בבדודים שנערכו ב- 10 צמחים לחזרה לא נמצאה כל נגיעות בריזוקטוניה או בפיתיום.

3.א. השפעת טיפולי זבל ירוק על יבול בניסוי א'

בטיפול ברוקולי, צנונית, חרדל ISCI61 ותערובת של חרדל ISCI61 עם החרדל רד גיאנט התקבל יבול גבוה בהשוואה לביקורת (איור-א.3).
 ההבדלים בין הטיפולים לא היה מובהק סטטיסטית.
 (ב6.082-22.11 נעקרו הצמחים החולים מחלקת הדגימה של היבול, עיי הפועלים, וסרטי הסימון הועברו לצמחים בריאים, כך שמדידת היבול הסופי לא מייצגת, ולכן נתוני היבול המוצגים כוללים רק 2 קטיפים (במקום 6)

איור א.3. השפעת טיפולי זבל ירוק על יבול (ק"ג לחזרה) ניסוי א'

יבול עד עקירת הצמחים – 2 קטיפים

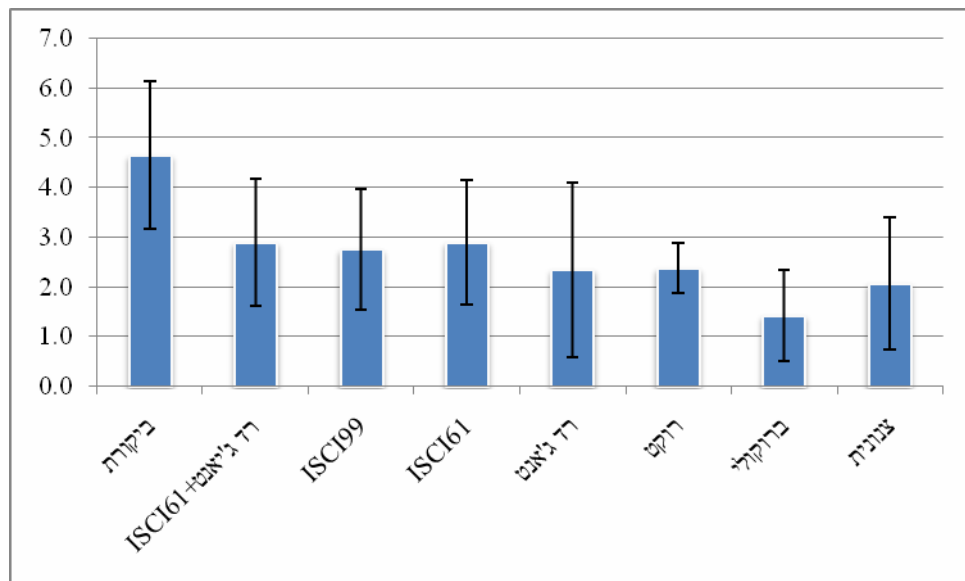


א.3. השפעת טיפולי זבל ירוק על הפחתת נמטודות

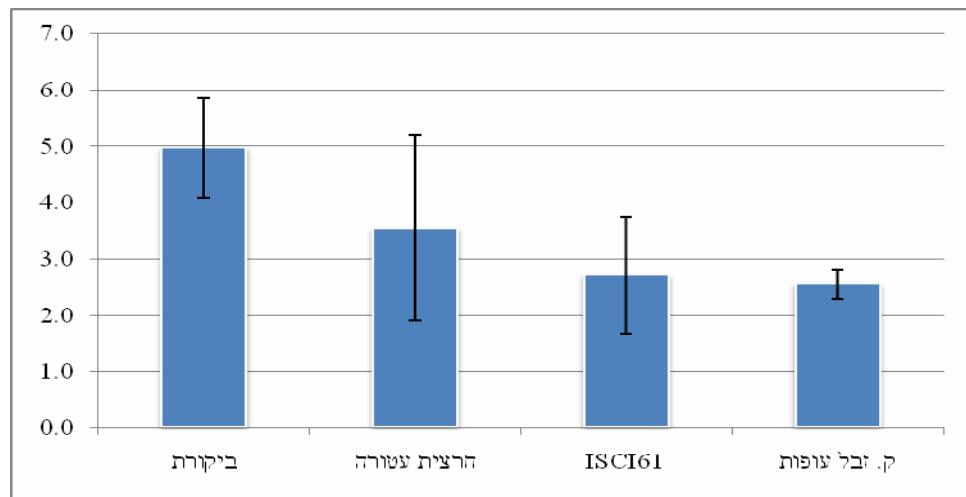
בניסוי א' רמת הנגיעות בנמטודות הייתה נמוכה, בכל הטיפולים: ברוקולי (1.4), צנונית (2.1) ורוקט ורד ג'יאנט (2.4) וקווי הטיפוח (2.8-2.9) בהשוואה לביקורת (4.7) (איור א.4).

גם בניסוי ב', הופחתה רמת נגיעות בכל הטיפולים: קומפוסט זבל עופות (2.6), ISCI161 (2.7) וחרצית עטורה (3.6) בהשוואה לביקורת (5.0) (איור א.5). במבחן סטטיסטי, ANOVA, נמצא כי ההבדלים בין הטיפולים לא היו מובהקים.

איור א.4. השפעת טיפולי זבל ירוק על הפחתת נמטודות (אינדקס 0-10) 4.8.08 ניסוי א'



איור 5.א. השפעת טיפולי זבל ירוק על הפחתת נמטודות (אינדקס 0-10) 24.7.08 ניסוי ב'

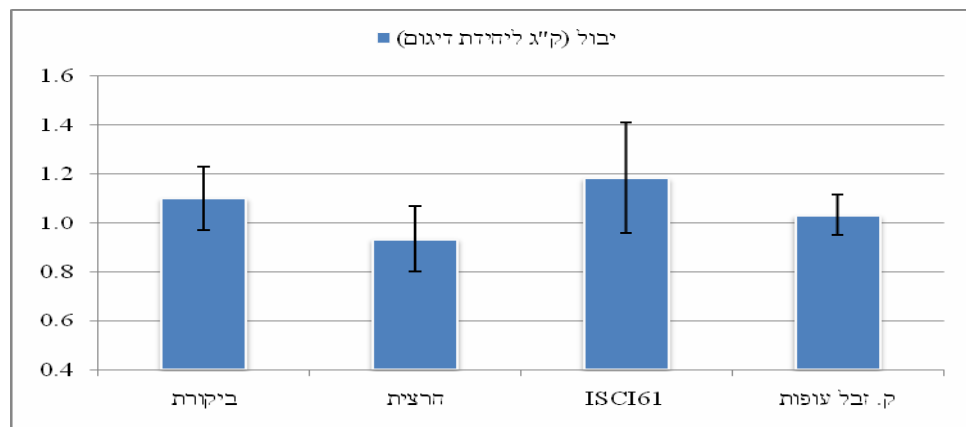


3.א. השפעת טיפולי זבל ירוק על יבול ניסוי ב'

בטיפול חרדל ISCI61 התקבל יבול גבוה בהשוואה לביקורת (איור-א.6) ההבדלים בין הטיפולים לא היה מובהק סטטיסטית.

איור 6.א. השפעת טיפולי זבל ירוק על יבול (ק"ג לחזרה) ניסוי א'

יבול עד עקירת הצמחים – 2 קטיפים



II השפעת ביופומיגנטיס על הפחתת מחלות שוכנות קרקע ועל יבול תפוא"ד אורגני

ניסוי בשדה אורגני, גילת

מהלך ושיטות עבודה:

במהלך עונת הגידול 2008 בשדה אורגני במרכז מחקר גילת נערך ניסוי לבחינת יעילות טיפולי זבל ירוק שונים על הפחתת נגיעות במחלות שוכנות קרקע והיבול בתפוא"ד. נבחרה חלקה שגודלו בה תפוא"ד בממשק אורגני ורמת הנגיעות בקשיונה ובקולוטוטריכום היו גבוהות, עד כדי כך שהופסק גידול תפוא"ד בחלקה למשך 9 שנים גידולי זבל ירוק: חרדל *B. juncea*: קו טיפוח מאיטליה ISCI61 ורד גיאנט, ברוקולי-*Brassica oleracea*, רוקט - *Eruca sativa*, ודוחן (דגניים) עפ"י המלצת המדריך האורגני. בחלקות הביקורת לא גודל דבר והן דומות לכרב נח, ללא עשבייה. ב- 21.9.08 נלקח מדגם מהצמחים ונערך מבחן ביולוגי להערכת הפוטנציאל הביופומיגנטי (פירוט שיטת הבדיקה נמצא בדו"ח 2006).

הכנת החלקות: השקיות להנבטת עשבייה, תיחוח פעמיים, זריעת גידולי הזבל הירוק – 13.7.08; הצנעת ביומסה של הזבל הירוק - 21.9.08; הכנת החלקות לזריעת תפוא"ד נעשתה לפי המקובל במשקים המסחריים. כ- 45 יום לפני הזריעה פוזרו 2 קוב קומפוסט ו- 1.5 טון אורגניקום והוצנעו באמצעות דיסק החלקה. חודש לפני הזריעה, נעשו מספר השקיות קלות (עומק 40 ס"מ) להנבטת עשבייה, ונעשה תיחוח. זריעת תפוא"ד זן וויאלדי – 9.11.08. אחרי הנביטה של תפוא"ד, כאשר הצמחים הגיעו לגובה 10 ס"מ, פוזרה מנה נוספת של אורגניקום שהוצנע לקרקע, התלמים נבנו מחדש באמצעות מתלל מכאני.

מתכונת הניסויים: בלוקים באקראי, ארבע חזרות כל חזרה באורך 12 מ' לרוחב 4 ערוגות. לפני ההצנעה (21.9.09), כאשר החרדלים היו בשיא הפריחה, נלקח מדגם מצמחי הזבל הירוק ונבדקה השפעת תרכובות נדיפות על הפתוגנים במערכת מבוקרת. ריכוז הזבל הירוק 15%. הערכת היבול נעשתה משתי הערוגות האמצעיות לאורך 5 מ', ניטור מחלות בפקעות בת נעשה 4000 פקעות לחזרה.

טבלה 2: ביומסה (משקל טרי) של הזבל הירוק שהוצנע (ק"ג/דונם)

ביומסה (ק"ג לדונם)		טיפולי זבל ירוק
1133.3	ab	ISCI61
726.7	ab	רד גיאנט
673.3	b	רוקט
676.7	b	ברוקולי
1253.3	a	דוחן

הניתוח הסטטיסטי ANOVA נערך במבחן Student's ברמת מובהקות של 0.05 בתוכנת JMP IN

תוצאות עיקריות

ב.1 פוטנציאל ביופומיגנטי של צמחים שונים בבוחן ביולוגי (Bioassay)

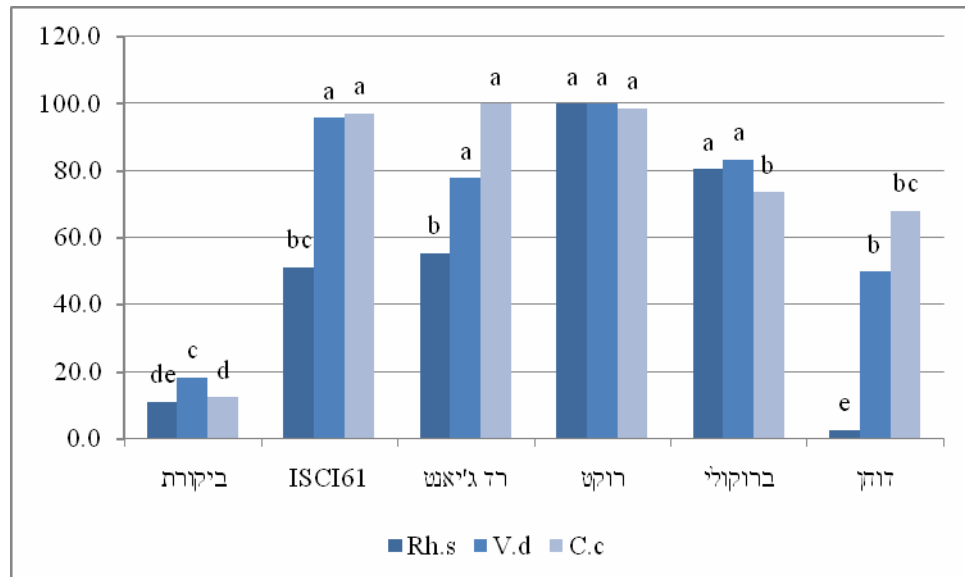
השפעה על ריזוקטוניה: כל הטיפולים מלבד דוחן היו יעילים בהפחתת החיות של גופי ברי-קיימא של ריזוקטוניה ונבדלו באופן מובהק יחסית לביקורת ודוחן טיפולי הרוקט והברוקולי היו היעילים ביותר. ואחריהם טיפולי ISCI61 ורד גיאנט (איור ב.1).

השפעה על דוררת: כל הטיפולים מלבד דוחן היו יעילים בהפחתת חיות דוררת בהשוואה לביקורת.

השפעה על קולטוטריכום: כל הטיפולים, הפחיתו באופן מובהק את חיות הקולטוטריכום. טיפולי ISCI61, רוקט ורד גיאנט היו היעילים ביותר (איור ב.1).

טיפול הרוקט היה היעיל ביותר בהפחתת חיות שלושת הפטוגנים שנבדקו, טיפול הדוחן היה הפחות יעיל.

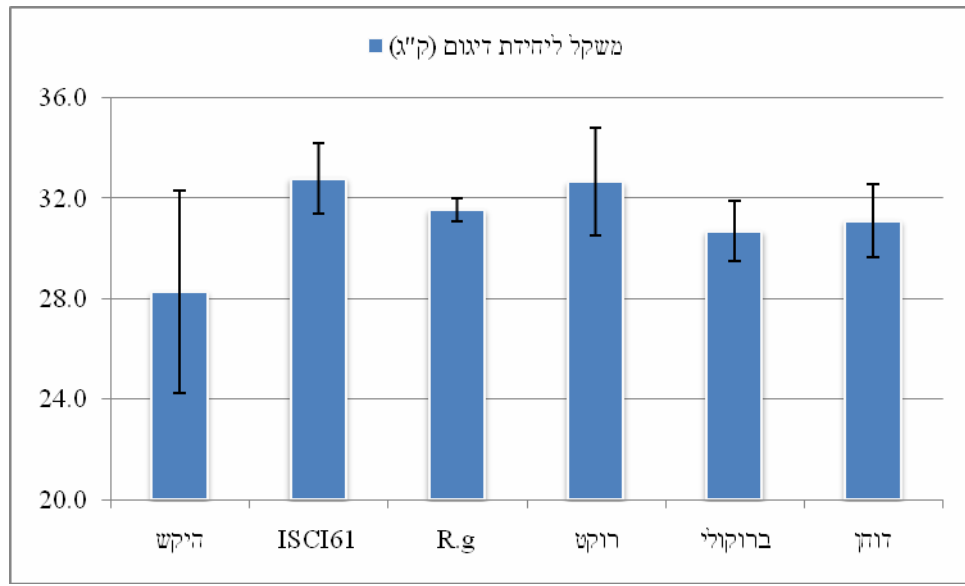
איור ב.1: - פוטנציאל ביופומיגנטי של צמחים שונים בבוחן ביולוגי – שיעור קטילה (%)



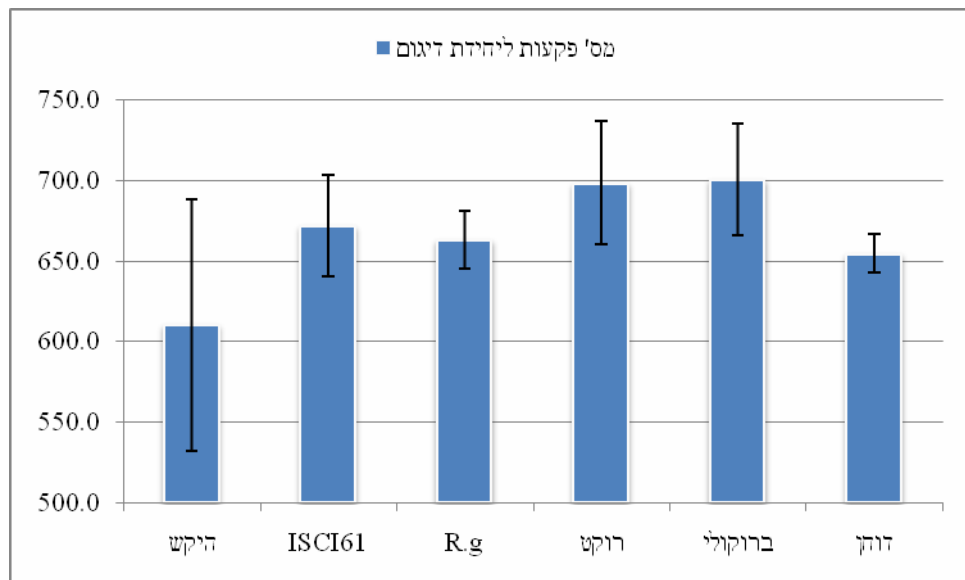
ב.2 השפעת טיפולי הזבל הירוק על היבול

בכל טיפולי הזבל הירוק היבול (הן משקל והן מספר פקעות) היה גבוה יותר מאשר בביקורת, בייחוד בטיפול החרדל האיטלקי והרוקט (איור ב.2-3), למרות הביומסה הנמוכה יחסית שנמדדה בטיפול הרוקט והברוקולי והביומסה הגבוהה יחסית שנמדדה בדוחן (טבלה 2).

איור 2.ב השפעת טיפולי זבל ירוק על יבול (ק"ג ליחידת דיגום)



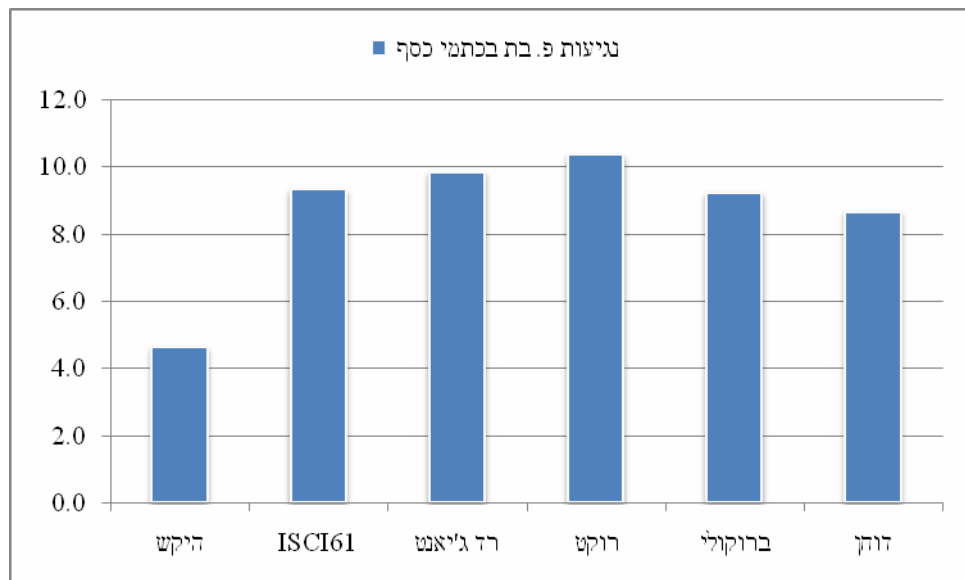
איור 3.ב השפעת טיפולי זבל ירוק על יבול (מספר פקעות ליחידת דיגום)



3.ב.השפעת טיפולי הזבל הירוק על מחלות בפקעות הבת

לא נמצאו על פקעות בת מחלות כגון ריזוקטוניה או קולוטריכום או קשיונה שמקורם עלול להיות מנגיעות בקרקע. אולם נמצאה נגיעות בכתמי כסף. כנראה שמקור הנגיעות היה בפקעות הזריעה, ומשום כך דווקא בטיפולי הזבל הירוק היה שיעור הנגיעות גבוה יותר מאשר בביקורת (איור ב.4), בדומה למה שקורה בזריעת פקעות נגועות לאחר חיטוי קרקע באדיגן (ואקום ביולוגי)

איור ב.4 שיעור נגיעות פקעות בת בכתמי כסף (%).



סיכום הממצאים העיקריים בעונת 2007/2008 והשלכות לגבי יישום המחקר

בניסויים בעגבניה: טיפולי הזבל הירוק מפחיתים נגיעות בפוזריום כאשר רמת הנגיעות היא בינונית ומעלים את רמת היבול ואיכותו.

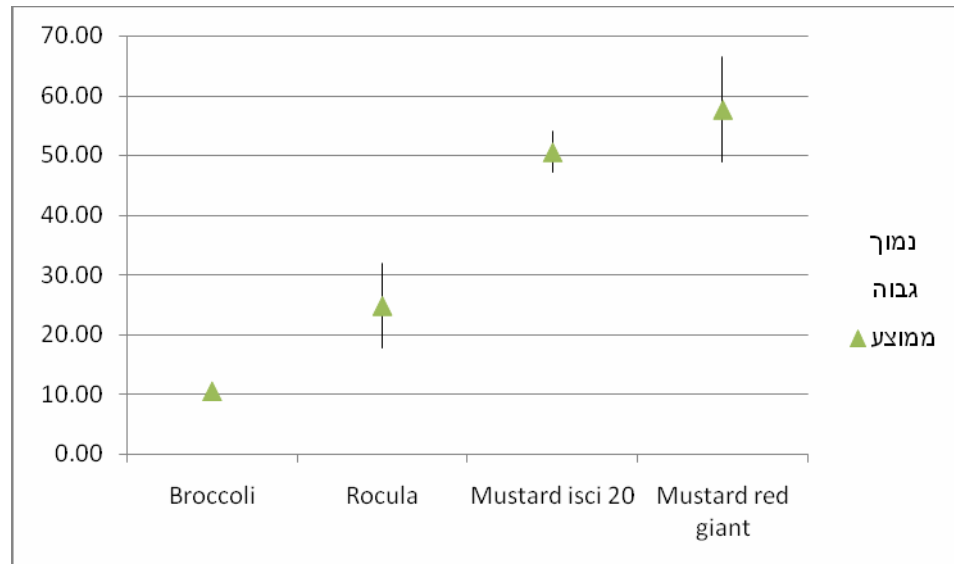
בניסוי תפוא"ד: בכל טיפולי הזבל הירוק היבול (משקל ומספר פקעות) היה גבוה יותר מאשר בביקורת. כאשר מקור הנגיעות היה בפקעות הזריעה (כתמי כסף), דווקא בטיפולי הזבל הירוק היה שיעור הנגיעות גבוה יותר מאשר בביקורת (כנראה בגלל וואקום ביולוגי)

לסיכום: הממצאים שהתקבלו בחממה ובשדה בהקשר של יעילות הזבל הירוק מצביעים על פוטנציאל שיש לגישת הדברה הזאת בממשק אורגני – שכן הושגה הפחתה של מחלות שוכנות קרקע ובמקביל, היבול ואיכותו היו גבוהים יותר. אבל, ברמות גבוהות של מידבק פטריות (פוזריום הנבילה) ההשפעה של הזבל הירוק על הפחתת המחלה נמוכה, וכנראה לא מספקת. אפקט זה יש לקחת בחשבון בפיתוח ליישום הגישה בחלקה מסחרית ולשקול שילוב של מספר מחזורי זבל ירוק לפני הגידול המסחרי. בנוסף יש להיזהר מהכנסת חומר ריבוי נגוע (פקעות זריעה, שתילים וכו'), טיפולי הזבל הירוק יכולים לעודד את הנגיעות במחלות מסוימות, בדומה למה שקורה בזריעת תפוא"ד נגועות לאחר חיטוי קרקע באדיגן (ואקום ביולוגי). הגישה של השימוש בזבל ירוק היא פשוטה, זולה וניתנת ליישום בשדה הפתוח וגם בחממות. אולם, הפתרון אינו פתרון קסם בדומה לחיטוי קרקע במתיל ברומיד, ולכן יש גם לשקול שילוב של מספר מחזורי זבל ירוק במהלך גידולים בחלקה נתונה לטווח זמן ארוך.

<p>1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</p> <p>בחינת השפעת זנים וקווי טיפוח איטלקיים על הפחתת מחלת פוזריום הנבילה בחממת עגבניה אורגנית הנגועה בפוזריום הנבילה ברמת אילוח גבוהה</p> <p>בחינת השפעת צמחי זבל ירוק וקומפוסט זבל עופות על הפחתת הנגיעות בנמטודות העפצים בעגבניות</p> <p>בחינת השפעת צמחי זבל ירוק על הפחתת מחלות קרקע בתפוא"ד</p>
<p>2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.</p> <p><u>בניסוי עגבניות בחממה (נערכו שני ניסויים במקביל)</u></p> <p>טיפול רוקט ברוקולי והחרדלים ISCI99 ו - רד-ג'יאנט הפחיתו שיעור הנגיעות בפוזריום ב68%, 43% ו- 21%. בטיפול ברוקולי, צנונית, והחרדלים ISCI61 ותערובת רד ג'יאנט עם ISCI61 התקבל יבול גבוה בהשוואה לביקורת</p> <p>כל טיפולי הזבל הירוק הפחיתו את שיעור הנגיעות של הצמחים בנמטודות. ברוקולי, צנונית, החרדלים רד ג'יאנט ו ISCI61 הפחיתו את שיעור הנגיעות ב70%-50%. הצנעת קומפוסט זבל עופות הפחיתו את שיעור הנגיעות בנמטודות ב 50%.</p> <p><u>בניסוי תפוא"ד בשדה</u></p> <p>בכל טיפולי הזבל הירוק היבול היה גבוה יותר מאשר בביקורת, לא נצפו מחלות הנובעות מנגיעות הקרקע בפתוגנים.</p> <p><u>בניסוי פוטנציאל ביופומיגנטי של צמחים שונים בבוחן ביולוגי</u></p> <p>טיפול הרוקט, ברוקולי, ISCI61 ורד-ג'יאנט היו יעילים בהפחתת חיות שלושת הפטוגנים שנבחנו, טיפול הרוקט היה היעיל ביותר, טיפול הדוחן היה הפחות יעיל.</p>
<p>3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.</p> <p>הממצאים שהתקבלו <u>בחממה</u> בהקשר של יעילות הזבל הירוק מצביעים על פוטנציאל שיש לגישת הדברה זו בממשק אורגני – שכן הושגה הפחתה בשיעור הנגיעות בפוזריום הנבילה למרות שרמת נגיעות בפוזריום היתה גבוהה מאוד יש להניח שברמת נגיעות בנונית יעילות הביופומיגנטית תהייה טובה יותר, ובמקביל, היבול היה גבוה יותר בטיפול ברוקולי וצנונית בהשוואה לביקורת. כן הושגה הפחתה בנגיעות בנמטודות. גם הממצאים <u>בשדה</u> מצביעים על פוטנציאל שיש לגישת הדברה זו בממשק אורגני - היבול היה גבוה יותר בכל טיפולי הזבל הירוק מאשר בביקורת.</p> <p>קומפוסט זבל עופות היה יעיל בהפחתת שיעור הנגיעות בנמטודות העפצים בעגבניות.</p>
<p>4. הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן.</p> <p>יש להמשיך בניסויי חממה בעגבניה, בעיקר בכדי להתגבר על בעיית הפוזריום, ובשדה הפתוח בתפוא"ד, בחלקות עם מגוון של מחלות המשפיעות על הגידול באופן חמור, בכדי לקבל אינדיקציות מהימנות וברורות יותר בהקשר של סוג המצליב והמחלה אותה יש להדביר. כמו כן, כדאי להמשיך בעבודה בחלקות גדולות יחסית בכדי ללמוד על יעילות התהליך בהפחתת מחלות שוכנות קרקע בקנ"מ חצי-מסחרי. בנוסף יש חשיבות לבדיקת מספר מחזורי גידול זבל ירוק ב"מחזור זרעים" לשיפור הפחתת מחלות. כדאי לבצע מעקב מיקרוביאלי אחר אוכלוסיות קרקע לטווח זמן ארוך להבנת תהליכים הקשורים בהצנעת זבל ירוק לטווח ארוך (בנוסף לפעילות הביופומיגנטית)</p>
<p>5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים - כמקובל בביליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.</p> <p>L. Tsrar (Lahkim), S. Lebiush, M. Meshulam, O. Erlich, M. Hazanovsky, M. Aharon, E. Matan, M. Tregerman and A. Gamliel. (2006). Biofumigation for the Control of Soilborne Diseases. <i>Acta Horticulture</i> (ISHS) 747:389-394</p> <p>צורר ל, ש. לביוש-מרדכי, א. גמליאל, א. ירמיהו, ד. מינץ, ומ. טרגרמן. (2006). ביופומיגציה להפחתת מחלות שוכנות קרקע. יבול שיא, מעריב. 66-62: 19.</p> <p>ימי עיון למגדלים ביח"מ ואבשלום במהלך השנה.</p> <p>תצפית שדה רחבה מתקיימת, ביוזמת המגדלים, בקיבוץ נירים</p>

נספח

איור 1 : קביעת ריכוז חומרים פעילים בזני מצליבים וקווי טיפוח עתירי GLSs ($\mu\text{moles/g}$) שגדלו בסוגי קרקע שונים (גילת לס-חול, בשור-חול-לס, עצמונה-חול) ובמועדי זריעה שונים



נתונים ערכי GLS שנקבעו ב- HPLC מזויי שגודל במועדים ובסוגי קרקע שונים. הערכים הגבוהים התקבלו בחרדל רד גייאנט ובחרדל ISCI20. ברוקולה שגודלה בחול (זריעת אוגוסט) היה הערך פי 2 מאשר בלס. לא ניתן עדיין ללמוד על משמעות השפעת סוג הקרקע ומועד הזריעה על ריכוז החומרים מאחר ויש מעט נתונים.