הפחתה ומניעת מחלות שוכנות קרקע בבתי צמיחה אורגניים על ידי שילובי גידולים לזבל ירוק במחזור הזרעים וחיטוי סולרי.

<u>חוקרים שותפים</u>:
לאה צרור ושרה לביוש - המחלקה לפאתולוגיה של צמחים, מינהל המחקר החקלאי, ממ״ח גילת.
אברהם גמליאל - המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני בית דגן.
אורי ירמיהו - המחלקה לכימיה ומיקרוביולוגיה של הקרקע, מינהל המחקר החקלאי – גילת.
דרור מינץ - המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי - בית דגן.
מירי טרגרמן - מו״פ דרום.

א. <u>תקציר.</u>

הצגת הבעיה:
מחלות שוכנות קרקע קשות במיוחד להדברה משום שהן שורדות בקרקע לזמן רב ולרבות מהן טווח רחב של פונדקאים. היפותיזת המחקר היא שהצנעת חומר אורגני שמקורו בצמחים (זבל ירוק) גורמת להפחתת מחלות שוכנות קרקע. פעולה זו בשילוב חיטוי סולרי עשויה לגרום להפחתה יעילה יותר של המחלות. התועלת הצפויה משיטה זו, באם תימצא כיעילה דייה היא בו זמנית הקטנת הוצאות הייצור, והגברת פוריות הקרקע. מטרות המחקר היו להעריך את מידת ההפחתה של מחלות שוכנות קרקע ע״י הצנעת זבל ירוק, עם ובלי חיטוי סולרי, וללמוד את הבסיס הביולוגי והכימי בתהליכים המעורבים.
מהלך ושיטות עבודה:
במהלך תקופת המחקר בצענו ניסויים במעבדות, בחממות המחקר בגילת וברחובות, בחממות בחוות הבשור ובחוות עדן. במעבדה נלמדה הדינמיקה המבנית והתפקודית של החברה המיקרוביאלית המעורבת בפרוק חומר צמחי מוצנע בקרקע, ובמערכת סימולציה ובה מכלי זכוכית עם קרקע מודגרים במשטרי טמפרטורה שונים וכן במשטר של חיטוי סולרי, נבחנה השפעת תוספי הזבל הירוק על פאתוגנים. בניסויי עציצים ודליים, בחנו את ההשפעה של הצנעת זבל ירוק על פאתוגנים רלבנטיים, ובניסויי החממות, בדקנו את יעילות טיפולי הזבל הירוק בלבד או בשילוב עם חיטוי סולרי על שכיחות מחלות שוכנות קרקע והיבול בעגבניות.
תוצאות עיקריות:
במערכת הסימולציה נמצא כי מרבית התוספים גרמו לקטילת גופי הפטריה בקרקע כאשר ההצנעה משולבת בחימום הקרקע במשטר של חיטוי סולרי. כאשר הצנעת התוספים היתה ללא חימום לא נראתה תרומה לקטילת גופי הפטריה. בניסוי בית רשת בעדן, נמצא כי שילוב חיטוי סולרי עם תוספים אורגניים לא היה יעיל בהדברת פגעי קרקע עמידים לחום כגון פוזריום ומקרופומינה. בניסויי עציצים בגילת, נמצא כי הצנעת שיירי ברוקולי בריכוז 10 ו- 30% וחרדל 30% הפחיתו את שיעור הנגיעות בריזוקטוניה ביעילות הרבה ביותר. בניסוי מנהרה בגילת נמצא תוספת ברוקולי (10 ו 30%), גרמה להפחתה משמעותית ברמת אכלוס הפטרייה, ובטיפול ברוקולי בריכוז 30% התקבלה עליה מובהקת ביבול.

בניסוי חממה בחוות הבשור, בשנת 2003-2004, במרבית חלקות הניסוי נמצאה נגיעות גבוהה בנמטודות עפצים. מחלקות אלה בודד פוזריום הנבילה מצינורות ההובלה. בטיפול כרוב בשילוב עם חיטוי סולרי היה שיעור הנגיעות במחלות הנמוך ביותר. היבול הגבוה ביותר התקבל בטיפולי חיטוי הסולרי בשילוב עם קומפוסט או זבל ירוק-כרוב. בניסוי חממה בחוות הבשור, בשנת 2004-2005, נמצא כי לחיטוי הסולרי היתה השפעה מובהקת על שיפור היבול, ולנגיעות בנמטודות היתה השפעה מובהקת על פחיתת היבול. שיעור הנגיעות הנמוך ביותר בפוזריום רקבון הכתר נמצא בטיפולי הצנונית וקומפוסט וצנונית בשילוב עם החיטוי הסולרי; בטיפולים אלה גם לא נמצאה נגיעות בפוזריום הנבילה. בטיפולי קומפוסט בלבד, וטיפולי קומפוסט ורוזמרין בשילוב חיטוי סולרי לא נמצאה נגיעות בדוררת. הטיפולים השונים של הזבל הירוק הפחיתו נגיעות בפיתיום אם כי ללא הבדל מובהק בהשוואה להיקש ללא חיטוי סולרי.

מסקנות והמלצות:

ממצאים שהתקבלו במהלך העבודה מאששים את היפותיזת העבודה. ניסויים בחלקות מסחריות לבחינת יעילותם של תוספים אורגנים בשילוב חיטוי סולרי מצביעים על פוטנציאל מצוין שיש לגישת הדברה זו של זבל ירוק בלבד או בשילוב עם חיטוי סולרי בהפחתת מחלות שוכנות קרקע, במימשק אורגני. מנגנוני הפעולה העיקריים המעורבים בגישה זו של גידול-הצנעה של זבל ירוק הינם שחרור תרכובות נדיפות רעילות ושינוי המאזן הביולוגי בקרקע. בעבודת המעבדה שבצענו התקבלו ממצאים המצביעים אכן על קיומם של שני מנגנונים עיקריים אלה, אולם יש להמשיך באיפיון החברות המיקרוביאליות, לאפיין את התרכובות הנדיפות והתנאים המיטביים לשחרורם, ובעיקר להגדיר את אורגניזמי המטרה שלהם.

ב. מבוא ומטרות המחקר:

מחלות שוכנות קרקעות קשות במיוחד להדברה משום שרבות מהן פוגעות בטווח רחב של פונדקאים, והן שורדות בקרקע לזמן ארוך. אמצעי ההדברה כנגד מחלות אלה בחקלאות אורגנית הוא חיטוי סולרי או חיטוי בקיטור, המיושמים בד"כ במצב של נגיעות קשה. הפחתת פגעי קרקע בחיטוי סולרי הינה תוצאה של השגת חום קטלני, שנוי באוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע ושחרור חומרים נדיפים לאווירת הקרקע במשך החיטוי. מאחר ולא נוצר ואקום ביולוגי האכלוס המחודש בפאתוגנים מוגבל. דיכוי גורמי מחלות שוכני קרקע עשוי להתרחש גם בממשק הכולל שימוש בגידולים לזבל ירוק במחזור הזרעים. דווחים בספרות וממצאי עבודות שבוצעו על ידי חלק מהחוקרים המעורבים בתוכנית זו מצביעים על הפחתה משמעותית של אוכלוסיות פתוגנים מקבוצות שונות בעקבות הצנעת זבל ירוק לקרקע (סטרפטומיצטים מחוללי גרב בתפא"ד, דוררת מחוללת נבילה בתפוא"ד, ונמטודות חופשיות). צמחים ממשפחת המצליבים או צמחי תבלין מסוימים כגון טרגון, מרווה, רוזמרין מכילים חומרים רעילים לגורמי מחלות. ניתן לנצל תכונה זו וליישם שילוב של חיטוי סולרי בהצנעת שיירי צמחים כאלה להדברה יעילה יותר של מחלות שוכנות קרקע. העשרת הקרקע בחומר אורגני המכיל חומרים רעילים מכוונת לקטול פתוגנים ובמקביל לעודד את כלל אוכלוסיות המיקרואורגניזמים וביניהם כאלו אשר מונעים את פעילותם של הפתוגנים. בעבודה הקדמית במערכת מבוקרת נמצא שחימום קרקע מועשרת בשיירי טרגון ומרווה במשטר חיטוי סולרי, גרם לשחרור תרכובות נדיפות שהיו קטלניות לגופי ריבוי של פטריות שנבדקו. השילוב של חימום קרקע מועשרת בחומר אורגני גרם להגברת הפעילות

המיקרוביאלית בקרקע. ולכן בנוסף לקטילת פתוגנים עשוי גם לחול שיפור בכושר הדיכוי של הקרקע ומניעת התבססות מחודשת של גורמי מחלות. היפותיזת תוכנית המחקר הנוכחית היא שהצנעת חומר אורגני שמקורו בצמחים (זבל ירוק) גורמת להפחתת מחלות שוכנות קרקע. פעולה זו בשילוב חיטוי סולרי עשויה לגרום להפחתה יעילה יותר של המחלות. התועלת הצפויה משיטה זו, באם תימצא כיעילה דייה היא בו זמנית הקטנת הוצאות הייצור, והגברת פוריות הקרקע.

ג. פירוט הניסויים שבוצעו.

<u>יעילות הצנעת זבל ירוק בלבד או בשילוב עם חיטוי סולרי בהפחתת מחלות שוכנות קרקע (2005-2004), חממה 18 מ"פ דרום:</u>

ניסוי במתכונת דו גורמית, בלוקים באקראי, ארבע חזרות (אורך הערוגה 18 מ'). הטיפולים הראשיים – עם וללא חיטוי סולרי, טיפולי המשנה היו: הצנעת שיירי זבל ירוק של כרוב (מצליבים), רוזמרין (שפתניים), או צנונית (מצליבים), הצנעת קומפוסט והיקש. מועד הצנעת הזבל הירוק: 20.8.04 סיום החיטוי הסולרי: 27.9.04 . עגבניות מהזן צ'רי 139 ג'וזפינה נשתלו ב: 12.10.04.

בתחילת העונה נראו הבדלים חזותיים בגובה צמחי הטיפולים השונים לבין צמחי היקש ללא חיטוי סולרי (טבלה 2). היבולים הגבוהים התקבלו בטיפולי רוזמרין ללא חיטוי סולרי וטיפולי קומפוסט וצנונית בשילוב חיטוי סולרי (טבלה 3). במרבית חלקות הניסוי היתה נגיעות גבוהה בנמטודות. בטיפולי רוזמרין +חיטוי הסולרי התקבלה הפחתה ברמת הנגיעות. לחיטוי הסולרי היתה השפעה מובהקת על שיפור היבול, ולנגיעות בנמטודות היתה השפעה מובהקת על פחיתת היבול. שיעור הנגיעות במחלות במדגם צמחים שנאספו בסוף העונה היה גבוה באופן כללי. שיעור נגיעות הנמוך בפוזריום רקבון הכתר נמצא בטיפולי הצנונית וקומפוסט וצנונית בשילוב עם החיטוי הסולרי; בטיפולים אלה גם לא נמצאה נגיעות בפוזריום הנבילה (טבלה 1). בטיפולי קומפוסט בלבד, וטיפולי קומפוסט ורוזמרין בשילוב חיטוי סולרי לא נמצאה נגיעות בדוררת. הטיפולים השונים של הזבל הירוק הפחיתו נגיעות בפיתיום אם כי ללא הבדל מובהק בהשוואה להיקש ללא חיטוי סולרי. לחיטוי הסולרי היתה השפעה מובהקת על הפחתת הנגיעות בפיתיום בכל הטיפולים מלבד הטיפול ברוזמרין.

ד. סיכום ומסקנות:

הממצאים שהתקבלו בשלבי העבודה השונים במהלך הפרויקט מאששים את היפותיזת העבודה הבסיסית שנבחנה בתנאי שדה, על פיה הצנעת שיירי זבל ירוק גורמת להפחתת מחלות שוכנות קרקע, ושילוב חיטוי סולרי משפר את ההדברה והיבול. שכיחות מחלות שוכנות קרקע בעגבניות אורגניות בשתי חממות מתוך השלוש בהן עבדנו בחוות הבשור היתה נמוכה מאד, בשלישית היתה שכיחות המחלות גבוהה יותר, אולם רמת הנמוטודות יוצרות העפצים היתה גבוהה יחסית בכולן, עובדה שהשפיעה על בחינת יעילות שיטת הזבל הירוק. ממצא בולט ביותר, המאשר ותומך בתוצאות ניסויים אחרים של חלק מקבוצת עבודה זו, הוא שחיטוי סולרי לכשעצמו הינו בעל השפעה חזקה ביותר על הפחתת הנגיעות בנמטודות עפצים.

מנגנוני הפעולה העיקריים המעורבים בגישה זו של גידול-הצנעה של זבל ירוק הינם שחרור תרכובות נדיפות רעילות ושינוי המאזן הביולוגי בקרקע. בעבודת המעבדה שבצענו התקבלו

ממצאים המצביעים אכן על קיומם של שני מנגנונים עיקריים אלה, אולם יש להמשיך באיפיון החברות המיקרוביאליות, לאפיין את התרכובות הנדיפות והתנאים המיטביים לשחרורם, ובעיקר להגדיר את אורגניזמי המטרה שלהם.

<u>השפעת הצנעת זבל ירוק, קומפוסט וחיטוי סולרי על מחלות בגידול עגבניות (2005-2004).</u>

טבלה 1 : השפעת טיפולים על שיעור נגיעות (% צמחים) במחלות שוכנות קרקע (בידודים מרקמת צמחים חולים בסוף עונת הגידול)

	טיפולים	פוזריום רקבון הכתר	פוזריום הנבילה	דוררת	פיתיום	נגיעות בנמטודות
ללא חיטוי סולרי	היקש	30.0 ab	2.5	10.0 ab	20.0 a	6.7 ab
	קומפוסט	47.5 ab	2.5	0.0 b	7.5 ab	10.0 a
	כרוב	32.5 ab	7.5	10.0 ab	10.0 ab	6.2 ab
	רוזמרין	45.0 ab	0.0	12.5 a	5.0 ab	2.5 b
	צנונית	22.5 ab	0.0	5.0 ab	5.0 ab	5.0 ab
חיטוי סולרי	היקש	40.0 ab	5.0	10.0 ab	0.0 b	2.2 b
	קומפוסט	20.0 b	0.0	0.0 b	0.0 b	1.7 b
	כרוב	42.5 ab	5.0	7.5 ab	2.5 b	1.1 b
	רוזמרין	55.0 a	10.0	0.0 b	5.0 ab	3.5 b
	צנונית	32.5 ab	0.0	7.5 ab	0.0 b	4.7 ab

הניתוח הסטטיסטי נערך לכל מחלה בנפרד במבחן Student's ברמת מובהקות של 0.05

טבלה 2: השפעת הטיפולים על גובה הצמח (מ') 40 צמחים לטיפול, בשני מועדים

	טיפולים	4.11.04	27.12.04
ללא חיטוי סולרי	היקש	0.62 c	2.14 b
	קומפוסט	0.73 ab	2.34 ab
	כרוב	0.76 ab	2.30 ab
	רוזמרין	0.71 bc	2.21 b
	צנונית	0.71 bc	2.02 b
חיטוי סולרי	היקש	0.73 ab	2.34 ab
	קומפוסט	0.82 a	2.46 a
	כרוב	0.67 bc	2.36 ab
	רוזמרין	0.70 bc	2.38 ab
	צנונית	0.72 abc	2.34 ab

הניתוח הסטטיסטי נערך במבחן Student's ברמת מובהקות של 0.05

טבלה 3 : השפעת טיפולי הזבל הירוק, קומפוסט וחיטוי סולרי על היבול

	טיפולים	משקל פירות	מספר פירות
ללא חיטוי סולרי	היקש	20.1 bc	1,899 b
	קומפוסט	19.4 c	1,885 b
	כרוב	20.4 c	1,875 b
	רוזמרין	24.5 abc	2,170 ab
	צנונית	20.0 c	1,869 b
חיטוי סולרי	היקש	22.8 abc	2,007 b
	קומפוסט	28.3 a	2,409 a
	כרוב	22.9 abc	2,042 ab
	רוזמרין	23.0 abc	2,056 ab
	צנונית	26.1 ab	2,294 ab

הניתוח הסטטיסטי נערך במבחן Student‘s ברמת מובהקות של 0.05

<u>מבחן דו גורמי</u>

ניתוח סטטיסטי LS Means Differences Student's t P=0.05

השפעת טיפולים	משקל פירות	מספר פירות
היקש	21.5 a	1,953 a
קומפוסט	23.0 a	2,147 a
כרוב	21.7 a	1,959 a
רוזמרין	23.7 a	2,113 a
צנונית	23.0 a	2,082 a

השפעת חיטוי	משקל פירות	מספר פירות
היקש	20.8 b	1,939 b
סולרי	24.6 a	2,161 a

השפעת נמטודות	משקל פירות	מספר פירות
ללא נמטודות	25.2 a	2,227 a
נגוע בנמטודות	21.5 b	1,964 b