

הדברה ביולוגית משולבת של פגעי קרקע בעגבניות מאכל.

חוקרים שותפים:

יואל מסיקה - מדריך הגה"צ- שה"מ לשכת הדרכה נגב, משרד החקלאות.

שלמה אילני – מדריך לגידול ירקות – מועצת הירקות.

מירי טרגרמן, אלי מתן, יפת אהרון - מו"פ דרום.

מיכאל לזר- מנרב.

תקציר:

גידול העגבנייה באזור הנגב המערבי וגוש קטיף נחשב לאחד מגידולי הירקות המובילים באזור, ומהווה את ענף המרכזי ליצוא הירקות לשווקים באירופה הכוונה להוצאתו של המתיל ברומיד משימוש בשנת 2005 חושפת את הגידול להתקפות של פגעי קרקע שונים ולפגיעה חמורה בגידול. בשנים האחרונות נבדקו מספר חלופות כימיות אמצעי נוסף המיושם בהצלחה בהיקפים גדלים משנה לשנה אצל המגדלים, הוא שימוש בזנים בעלי עמידויות לפגעי קרקע. מטרת הניסוי הייתה בחינת שילובים שונים של זנים (עמידים או רגישים למחלות קרקע) עם התכשיר הביולוגי ביונס בקרקעות בדרגות שונות של חומרת נגיעות במחלות קרקע, אשר נבדלות ביניהם ע"פ משך הזמן שלא בוצע בהם חיטוי קרקע כלשהו. מתוצאות הניסוי עולה כי רמת נגיעות הצמחים בנמטודות העפצים בזנים הסבילים היו נמוכים יותר באופן מובהק ביחס לצמחים הרגישים לנמטודות נראה כי הנמטודות יכולות להתקיים גם בקרקעות עם זנים סבילים לנמטודות אולם הם אינם יוצרים סימפטומים של עפצים על גבי שורשי הצמח הסביל. אוכלוסיית נמטודות העפצים בחלקות שבוצע בהם חיטוי בעונה קודמת היו נמוכות בתחילת עונת הגידול וגדלו במהלך העונה. קצב גידול אוכלוסיית הנמטודות היה מהיר למדי בין החודשים מרץ ועד יוני בהם טמפרטורות הקרקע עולות לעומת קצב עלייה איטי בין החודשים דצמבר ועד מרץ. טיפולי הביונס הפחיתו את אוכלוסיית הנמטודות בקרקע ביחס לחלקות שלא טופלו בתכשיר ביונס בכל שלושת הדגימות שנלקחו מהחלקות. הבדלים באוכלוסיות הנמטודות בין החלקות המטופלות בביונס לבין ביקורת לא מטופלת לא באו לידי ביטוי בדגימות שנעשו ע"ג הצמחים בסוף עונת הגידול וביבול הכללי שנקטף בשתי החלקות. עמידותם של הזנים לפגעי קרקע הייתה יעילותה בהפחתת הנגיעות צמחי העגבניה במחלת פוזריום ריקבון הכתר ובנמטודות העפצים. יחד עם זאת נצפו בכל בזנים והחלקות השונות מחלת השורש המשועם (*Pyrenochaeta lycopersici*) אשר גורם להשתעמות מערכת השורשים של הצמח וכתוצאה מכך לפחיתה ביבול כתוצאה מתיפקוד לקוי של מערכת השורשי הצמח. בכדי לא להגיע למצב של שבירת עמידויות בזנים עמידים למחלות קרקע, ועלית פגעי קרקע שלא היו נפוצים בתקופת המתיל ברומיד חשוב לשלב אמצעים נוספים לפני השתילה (דוגמת החיטוי בתכשירי מתאם סודיום בתוספת טלון או בתכשיר טלודריפ) ותוך כדי גידול (כדוגמת הביונס), בכדי להפחית את אוכלוסיית הפתוגנים בקרקע. בנוסף חשוב לאתר עמידויות לפגעי קרקע העתידים להיות נפוצים עם הוצאתו של המתיל ברומיד (כדוגמת השורש המשועם).

מבוא:

גידול העגבנייה באזור הנגב המערבי וגוש קטיף נחשב לאחד מגידולי הירקות המובילים באזור, ומהווה את ענף המרכזי ליצוא הירקות לשווקים באירופה כאשר בחורף מגודלים הצמחים בחממות בקיץ הגידול נעשה בבתי רשת של 50 מש. התכשיר מתיל ברומיד משמש כאמצעי העיקרי בגידול העגבניות כנגד פגעי קרקע שונים (בעיקר נמטודות יוצרות עפצים ופוזריום ריקבון הכתר) הכוונה להוצאתו של המתיל ברומיד משימוש עד שנת 2005. יצרה מחסור זמני באמצעים חלופיים אשר ידבירו ביעילות את פגעי העגבנייה, בשנים האחרונות נבחנו מספר חלופות כימיות (בעיקר על בסיס טלון ועל בסיס מתאם סודיום) ואושרו לשימוש בעגבניות מאכל אולם הם בעלי דרגת רעילות גבוהה ובעלות מגבלות שימוש רבות כגון מרחק יישום מבתיים ופירוק איטי של התכשירים בעונת החורף. ובנוסף קיים החשש כי תכשירים אלה יפסלו לשימוש ליצוא בעתיד עקב היותם מזהמי סביבה. אחד מהאמצעים היעילים ביותר שהוכחו בניסויי שדה ונפוצים בקרב המגדלים בהיקפים גדלים משנה לשנה הוא שימוש בזנים בעלי עמידויות מגוונות כנגד פגעי קרקע בין היתר כנגד נמטודות, פוזריום מגזע 1,2 דוררת, ופוזריום ריקבון הכתר. וזאת תוך קבלת פרי באיכות ובכמות הדומה לזנים המסחריים המקובלים בקרב המגדלים. אמצעי נוסף שנוסה בהצלחה באזורים שונים הוא התכשיר הביולוגי על בסיס החיידק האנטמופוטוגני מסוג *Bacillus firmus* אשר מפחית את אוכלוסיית הנמטודות בקרקע ומורשה לשימוש בעגבניה ומלפפון. השימוש בתכשיר מחייב פיזור האבקה והצנעתה באמצעות מתחחת בפס המיועד שתילה. התכשיר ביונס אר, הוא פיתוח חדש. בתכשיר המכיל את אותם החיידקים, הוחלפו מרכיבים בלתי מסיסים במרכיבים מסיסים. התכשיר מתאים ליישום במערכת ההשקיה וניתן ליישמו טרם שתילה ובמהלך הגידול.

מטרת הניסוי: בחינת שילובים שונים של זנים (עמידים או רגישים למחלות קרקע) עם התכשיר הביולוגי ביונס בקרקעות בדרגות שונות של חומרת נגיעות במחלות קרקע. אשר נבדלות ביניהם ע"פ משך הזמן שלא בוצע בהם חיטוי קרקע כלשהו.

תאור הניסוי: ניסוי זה בוצע בחממה המשמשת במשך מספר שנים לניסיונות לבחינת חלופות למתיל ברומיד והייתה מאולחת בנמטודות יוצרות עפצים ובפוזריום ריקבון הכתר. חממה זאת חולקה לשני חלקות שונות אשר נבדלו בניהם בחומרת הנגיעות בפגעים הני"ל: בחלקה הראשונה (בעלת אילוח גבוהה יחסית) היו שני מחזורי גידול של עגבניות לאחר חיטוי הקרקע, ובחלקה בשנייה (בעלת אילוח נמוך יחסית) היה מחזור גידול אחד של עגבניות לאחר חיטוי הקרקע (בטלודריפ או במתיל יודיד). כל חלקה היתה בעלת 4 חזרות. בחלקה הראשונה נבחנו שילוב שני זנים עמידים (1903 של חברת הזרע והזן 1911 של חברת זרעים גדרה) עם או ללא תוספת ביונס. ובחלקה השנייה נבחנו שני זנים עמידים (1911 ו 1903) והזן הרגיש (870) עם או ללא תוספת ביונס. ביונס פוזר 3 ימים טרם שתילה במינון 100 גרם למטר שורה, 50 ק"ג לדונם, על גבי הפסים המיועדים לשתילת צמדי השורות. הפיזור נעשה באמצעות מפזרת מתוצרת True Temper בפס שרוחבו 50 ס"מ. התכשיר עורבב בקרקע באמצעות מתחחת המורכבת על טרקטור דו גלגלי

בתאריך 23/03/04, 6 חודשים אחר השתילה, ביונם אר במינון 15 ק"ג לדונם ייושם בהגמעה מתחת לטפטפות של אחת מהשורות בכל צמד שורות.

שתילי העגבניות מהזנים השונים נשתלו בחממה בתאריך 22/9/03 בעומד של 2200 שתילים לדונם. גידול העגבניות נעשה ע"פ המקובל באזור בשיטת הדלייה הולנדית (ענף בודד לצמח) כאשר במהלך עונת הגידול בוצעו ריסוסים בתכשירי הדברה מקבוצות שונות המורשים לשימוש בגידול כנגד פגעים שונים שאילחו את הגידול (בעקר אקריות, כנימות עש הטבק, ומחלות הקימחוניות, חלפת, עובש עלים ובוטריטיס).

הערכות נגיעות נמטודות במעבדה

דגימות קרקע מהשדה: דגימת קרקע הורכבה מ 5 עד 8 דגימות אקראיות לאורך החלקה (חזרה) הנבדקת. הדגימה בוצעה באמצעות כף שתילה מעומק 0 עד 15 ס"מ באזור המושקה.

1. תכולת נמטודות: ספירת נמטודות חיות בקרקע בוצעה בשיטת משפך ברמן.
 2. צמחי בוחן: פוטנציאל הפגיעה מנמטודות נבחן ע"י שתילת צמחי עגבנייה מזן רגיש לנמטודות בעציצים שמולאו בקרקע מחלקות הניסוי. השתילים גודלו בחממה . 30 יום לאחר השתילה, בוצעה הערכת אינדקס העפצים בשורשים לפי סולם 0 עד 5 (0: שורשים נקיים, 5: מעל 75% מהשורשים מכוסים בעפצים)
- הערכת נגיעות הצמחים במחלת הפוזריום נמטודות ובמחלת השורש המשועם בשדה נעשתה ע"פ סימפטומים של מחלה כאשר בתאריך 8/6/04 כאשר נספרו מספר הצמחים בכל חלקה (10 צמחים) הנגועים בסימפטומים של פוזריום ריקבון הכתר (החמה בצינורות ההובלה של הצמח) ובסימפטומים של מחלת השורש המשועם (התנוונות והשתעמות של שורשי העגבניה) הערכת שיעור תחלואת הצמחים בנמטודות נעשתה ע"פ הוצאת צמחי העגבניות בכל חלקה (סה"כ 10 צמחים) והערכת אחוז שורשי הצמח הנושאים סימפטומים של מחלה (עפצים), מתוך כך חושב אחוז הנגיעות של כל חלקה בנמטודות בשורש משועם ובפוזריום ריקבון הכתר קטיף העגבניות נמשך בין החודשים דצמבר - אפריל במהלכם נקטפו נשקלו ומויינו הפירות בכל אחת מחלקות הניסוי לפי מקטעי גודל של מתחת לקוקר 57 מ"מ (בררה), 67-57 מ"מ, 72-67 מ"מ, 77-72 מ"מ ומעל 77 מ"מ.

הניתוחים הסטטיסטיים נעשו באמצעות תוכנת Gamp 5 לפי מודל בלוקים באקראי בחלקות מפוצלות ובהם נבחנה השפעת הטיפולי זני העגבניות, רמת אילוח הקרקע, וטיפולי הביונם על שיעור הינגעות הצמחים בפגעי קרקע שונים ועל יבולי הצמחים.

תוצאות:

טבלה 1: השפעת רמת העמידות של זני עגבניות על הינגעות הצמחים בפגעי קרקע שונים ועל יבול הצמחים.

יבול העגבניה (בק"ג לדונם)		נגיעות הצמחים במחלת השורש המשועם (%)		נגיעות הצמחים במחלת פוזריום ריקבון הכתר של העגבניה (%)		נגיעות הצמחים בנמטודת העפצים (%)		זן העגבניה
A	17963	A	79.7	A	67.7	A	30.3	870
A	18511	A	58.9	B	1.4	B	7.4	1911
B	20338	A	66.7	B	7.5	B	11.2	1903

טבלה 2: השפעת טיפולי ביונס על נגיעות שורשי העגבניות בנמטודת העפצים ועל יבול הצמחים.

יבול הצמחים (בק"ג לדונם)		נגיעות בנמטודת העפצים (באחוזים)		
A	18943	A	14.4	צמחים מטופלים בביונס
A	19270	A	13.3	צמחים ללא טיפול בביונס

טבלה 3: בדיקת רמת אוכלוסיית הנמטודות בקרקע ע"י שימוש בצמחי בוחן שגודלו בעצמים בדגימות קרקע שנלקחו מהטיפולים בניסוי:

א. בחלקות שטופלו או שלא טופלו בתכשיר ביונס.

ספירת נמטודות (GI) בתאריך 31/5/04		ספירת נמטודות (GI) בתאריך 9/3/04		ספירת נמטודות (GI) (בתאריך 24/12/03		
A	2.67	A	1.25	A	1.625	קרקע לא מטופלת בביונס
B	0.74	B	0.58	B	0.394	קרקע מטופלת בביונס

ב. חלקות שגדלו בהם זנים סבילים או רגישים לנמטודות.

ספירת נמטודות (GI) בתאריך 31/5/04		ספירת נמטודות (GI) בתאריך 9/3/04		ספירת נמטודות (GI) (בתאריך 24/12/03		
A	1.62	A	0.76	A	0.6	קרקע עם זן סביל לנמטודות
A	1.94	A	1.375	A	1.14	קרקע עם זן רגיש לנמטודות

ג. חלקות שעברו טיפולי חיטוי קרקע בעונה קודמת.

ספירת נמטודות (GI) בתאריך 31/5/04		ספירת נמטודות (GI) בתאריך 9/3/04		ספירת נמטודות (GI) בתאריך 24/12/03		
A	1.9	A	1.04	A	1.68	קרקע שלא עברה חיטוי בעונה קודמת
A	1.5	A	0.79	B	0.34	קרקע שעברה חיטוי בתכשיר "טלודריפ" בעונה קודמת

דיון ומסקנות:

ניסוי זה במתכונתו הנוכחית ניסה לבדוק גישות שונות של התמודדויות כנגד פגעי קרקע ברמות אילוח שונות, בשל כמות הטיפולים ורמות האילוח של מספר פגעי קרקע קשה היה לקבל תוצאות חד משמעיות לגבי השפעתו של כל טיפול על רמת האילוח של כל פגע ופגע אולם מתוצאות ניסוי זה ניתן ללמוד על התנהגות הפגעים השונים בקרקע לאורך עונת הגידול ועל השפעת מספר טיפולים על פגעים הללו:

השפעת טיפולים שונים על נמטודת העפצים מסוג *Meloidogyne javanica*.

זנים עמידים: למרות שרמת הנמטודות בקרקע שבהם גדלו זנים סבילים לנמטודות לא היו נמוכות באופן מובהק ביחס לקרקעות שגדלו בהם זנים רגישים לנמטודות (טבלה 3-ב), רמת נגיעות הצמחים בנמטודת העפצים בזנים הסבילים היו נמוכים יותר באופן מובהק ביחס לצמחים הרגישים לנמטודות (טבלה 1). תוצאות אלה מלמדות שהנמטודות יכולות להתקיים גם בקרקעות עם זנים סבילים לנמטודות אולם הם אינם יוצרים סימפטומים של עפצים על גבי שורשי הצמח הסביל.

חיטוי קרקע בתכשיר "טלודריפ" בעונה קודמת: אוכלוסיית נמטודת העפצים בחלקות שבוצע בהם חיטוי בתכשיר טלודריפ בעונה קודמת היו נמוכות בתחילת עונת הגידול וגדלו במהלך העונה עד לרמות שלא היו נמוכות מחלקות ביקורת בהם לא נעשה חיטוי בעונה קודמת. קצב גידול אוכלוסיית הנמטודות היה מהיר למדי בין החודשים מרץ ועד יוני בהם טמפרטורות הקרקע עולות לעומת קצב עלייה איטי בין החודשים דצמבר ועד מרץ בהם טמפרטורות הקרקע הם נמוכות (טבלה 3-ג).

השפעת טיפולי ביונם על אוכלוסיית הנמטודות: מנתוני טבלה 3-א ניתן ללמוד כי טיפולי הביונם הפחיתו את אוכלוסיית הנמטודות בקרקע ביחס לחלקות שלא טופלו בתכשיר ביונם בכל שלושת הדגימות שנלקחו מהחלקות. הבדלים באוכלוסיות הנמטודות בין החלקות המטופלות בביונם לבין ביקורת לא מטופלת לא באו לידי ביטוי בדגימות שנעשו ע"ג הצמחים בסוף עונת הגידול וביבול הכללי שנקטף בשתי החלקות

(טבלה 2). הסבר אפשרי לתוצאות הללו שאוכלוסיית הנמטודות בקרקע עד חודש מרץ הייתה נמוכה יחסית בכל החלקות (טבלה 3-א) עד חודש זה נצברים מירב היבולים בחלקות ומרבית מערכת השורשים ע"ג הצמח כבר בנוייה ולכן העלייה באוכלוסיית הנמטודות בחלקות הביקורת שהתרחשה בין החודשים מרץ ועד יוני כבר לא השפיע על מערכת השורשים שעל הצמח ועל צבירת היבול. יתכן כי אם הייתה בתחילת העונה רמת הנגיעות שבסוף העונה ניתן היה לראות הבדלים בין הטיפול הביונם לבין הביקורת הלא מטופלת בנגיעות השורשים בנמטודות ובצבירת היבול הכללי.

עמידות זני העגבניה לפגעי קרקע שונים.

בניסוי זה ניתן ללמוד כי עמידותם של הזנים לפגעי קרקע מוכיחה את יעילותה בהפחתת הנגעות צמחי העגבניה במחלת פוזריום ריקבון הכתר ובנמטודת העפצים (טבלה 1). יחד עם זאת נצפו בכל בזנים והחלקות השונות מחלת השורש המשוועם (*Pyrenochaeta lycopersici*) אשר גורם להשתעממות מערכת השורשים של הצמח וכתוצאה מכך לפחיתה ביבול כתוצאה מתיפקוד לקוי של מערכת השורשי הצמח. תופעה זאת נצפתה במספר משקי מודל באזורים השונים בארץ בהם נעשו ניסיונות במציאת תחליפים למתיל ברומיד.

לימוד השפעת תחלואת זני העגבניה השונים בפגעי קרקע על צבירת היבול הכללי בניסוי זה היא משימה מורכבת וזאת בגלל ההבדלים בין הזנים השונים בפיטונציאל היבול שלהם, יחד עם זאת בניסוי זה ניתן היה לראות כי יבול הצמחים מהזן הרגיש (870) שגדלו בחלקות בהם נגיעות הצמחים בפגעי קרקע שונים היו גבוהים היה נמוך יותר באופן בולט, ביחס לצמחים בהם נגיעות הצמחים בפגעי קרקע היתה נמוכה.

סיכום:

הוצאתו הצפויה של המתיל ברומיד בשנת 2005 חושף את גידול עגבניות המאכל לשורה ארוכה של פגעי קרקע, חלקם נפוצים בעגבניות (נמטודות, מיני פוזריום, ועשבים רעים) וחלקם מחלות ישנות אשר מתעוררות מחדש (שורש משועם), יחד עם זאת בשנים האחרונות נעשו הרבה מאוד עבודות בעגבניות למציאת תחליפים למתיל ברומיד. ההתקדמות המרשימה ביותר נעשתה בתחום החדרת שורה ארוכה של עמידות לעגבניות, עמידות זאת עומדת במבחן השדה בלחצי הדבקה

גבוהים, ובנוסף נותנת למגדל יכול ואיכות פרי בסטנדרטים גבוהים בדומה לזנים הרגישים, ועל כן חזירת הזנים העמידים לפגעי קרקע בקרב מגדלי עגבניות החממה היא כל כך מהירה. יחד עם זאת בכדי לא להגיע למצב של שבירת עמידויות, ועליית פגעי קרקע שלא היו נפוצים בתקופת המתיל ברומיד חשוב לשלב אמצעים נוספים לפני השתילה (דוגמת החיטוי בתכשירי מתאם סודיום בתוספת טלון או בתכשיר טלודריפ) ותוך כדי גידול (כדוגמת הביונס שהוכיח את יעילותו בניסוי זה ובשורה של ניסויים אחרים), בכדי להפחית את אוכלוסיית הפתוגנים בקרקע. בנוסף חשוב לאתר עמידויות לפגעי קרקע העתידים להיות נפוצים עם הוצאתו של המתיל ברומיד (כדוגמת השורש המשועם).