

שיטות אגרוטכניות להדברת נמטודות ומחלות קרקע בגידול

פרחים

חוקרים שותפים:

אלי מתן, עירית דורי, ליאנה בן יונס - מו"פ דרום.
ד"ר יוגי אוקה - המח' לנמטולוגיה, המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר.
ד"ר לאה צרור - המח' לפיטופתולוגיה, תחנת ניסויים גילת, מינהל המחקר.
ד"ר אברהם גמליאל, המח' ליישום שיטות הדברה, המכון להנדסה חקלאי, מינהל המחקר.
יעל סקוטלסקי - שה"מ פרחים, משרד החקלאות.

תקציר:

- 1. מטרה;** לפתח שיטות אגרוטכניות להדברת נמטודות עפצים ופטוריות קרקע בגידול פרחים רב-שנתיים באמצעות שימוש בתוספים אורגניים, חיטוי קרקע ובצמחים אנטגוניסטיים.
- 2. מהלך ושיטות עבודה;** בניסוי בחלקות זעירות, עורבבו תוספים אורגניים לקרקע הנגועה בנמטודות עפצים. לאחר תקופת המתנה, נשתלו צמחי בוחן. פעילות נמטוצידית של החומרים הוערכה לפי דרגת נגיעות בנמטודות בשורשים. בניסויי שדה, הוזרק טלון לתוך קרקע או נשתלו צמחי טגס כטיפול אביב. לאחר הטיפול בטלון הוערכו אוכלוסיות נמטודות ונבדקה חיוניות של הפטריות (פזריום וריזוקטוניה) שהוטמנו בעומקים שונים. טיפולי קיץ (חיטוי קרקע בטלופיק + סולרי) בוצעו בתחילת יולי. אוכלוסיות נמטודות וחיוניות של הפטריות הוערכו שוב אחרי טיפול הקיץ.
- 3. תוצאות עיקריות;** טיפול קרקע עם קמח כותנה וקיים קייק (פסולת מתעשיית השמן אזדרכת) הייה אפקטיבי בהדברת הנמטודות בניסוי בחלקות הזעירות. טיפול בקמח כותנה דרש תקופת המתנה ארוכה יותר כדי למנוע פיטוטוקסיות. בניסויי שדה, חיטוי קרקע בטלון הדביר נמטודות ופטוריות. גידול טגס כצמח מדביר לא הוכחה כיעילה בהפחתת אוכלוסיות הנמטודות. צמחי הטגס מהזן שהשתמשו לא סייע להתרבות הנמטודות. הגורם לאוכלוסייה גדולה של נמטודות בחלקות של טגס, הוא העשבים הרגישים לנמטודות. חיטוי הקרקע בקיץ היה היעיל ביותר.
- 4. מסקנות והמלצות;** תוספים אורגניים כמו קמח כותנה וניימ קייק יכולים להדביר נמטודות, אך פעילות הנמטוצידית ותופעת הפיטוטוקסיות של החומרים חייבות להיבדק בתנאי שדה. טיפול קרקע בטלון הדביר נמטודות ופטוריות. שילוב חיטוי בקיץ בקטילת השורשים באביב היה יעיל ביותר. לפעולה זו פוטנציאל רב ביותר שכן היא מבטיחה סניטציה וצמצום האינקולום בתום עונת הגידול בשילוב עם הדברת הפגעים בקרקע לפני הגידול הרגיש.

מבוא:

בשנים האחרונות, התעצמה הנגיעות בנמטודות העפצים (*Meloidogyne spp.*) ובמחלות שוכנות קרקע כמו ריזוקטוניה, פיתיום ופוזריום, בגידול צמחי נוי רב-שנתיים, כגון אסקלפיאס, אקוניטום והיפריקום, בחבל הבשור ובאזורים אחרים בארץ. האמצעים המקובלים להדברת פגעים הללו בגידול פרחים מבוססים על העקרונות: 1. שימוש בחומר ריבוי נקי מנגעים, 2. קרקע מחוטאת לפני הגידול, 3. יישום קוטלי נמטודות בלתי נדיפים, כגון נמקור וראגבי, במשך הגידול דרך מערכת ההשקיה, וטיפול בחומרי הדברה נגד מחלות. למרות הטיפולים הללו, הנגיעות בנמטודה ובמחלות שוכנות קרקע מתפשטות לשטחים רבים במבנה ובשדה הפתוח. חיטוי קרקע במתיל ברומיד קוטל ביעילות את נמטודות עפצים ופטוריות קרקע רבות עד לעומק שכבת העיבוד (30-50 ס"מ), אולם אוכלוסייה משמעותית שורדת בעומק גדול יותר הן בקרקע ובעיקר בשורשים הנשארים חיוניים גם חודשים רבים אחרי עקירת הגידול הקודם. זחלי הנמטודה השורדים בעומק נודדים אנכית כלפי מעלה ומנגעים את שורשי השתילים או הזרעיים של הגידול החדש. יישום קוטלי נמטודות בלתי נדיפים אמור להדביר את הזחלים הנעים בקרקע. זחלים רבים מתחמקים מטיפול זה ומצליחים לחדור ולהדביק את השורשים. אחרי שהזחל מתיישב בשורש וגורם ליצירת עפץ אין אפשרות מעשית להדבירו. מלבד נמטודות עלולות לשרוד בשורשים גם פטריות בעלות גופי קיימא בעיקר על שאריות חומר צמחי (שורש או אשורש). הדבקה מחודשת בפטריות אלו לאחר נביטת גופי הקיימא מתאפשרת בגידול העוקב, מאחר

שהקרקע בחממות בחבל הבשור קלה, מאווררת ולחה - תנאים אידיאליים להתרבות הנמטודה והפתוגנים שונים - הנגיעות בפגעי הקרקע בחלקות נגועות מגיעה לשיעורים גבוהים תוך חודשים ספורים. חלק ניכר מהמגדלים נאלץ לעקור את הגידולים בחממה או בחלקה הנגועה (המיועדת להיות רב-שנתית) אחרי עונה אחת בלבד בגלל פגיעתם הקשה. נמטודת העפצים ומחלות שוכנות הקרקע הפכו להיות גורם מגביל בגידול פרחים רב-שנתיים בחבל הבשור ואזורים אחרים בארץ, ויש הכרח להדביר נגעים אלה בדרכים יעילות יותר. הדרישה לפתרונות היא דחופה במיוחד בגלל הצמצום בשימוש במתיל ברומיד בשנת 1999 והאיסור בשימוש בשנת 2005.

ניתן להדביר נמטודות ומחלות קרקע ע"י שיטות אגרוטכניות. גידול צמחים אנטגוניסטים, כגון טגטס (*Tagetes spp.*) וקרולאריה (*Crotalaria spp.*), עשוי להקטין אוכלוסיות של סוגי נמטודות. במקומות שונים בעולם משתמשים בצמחים האלה באופן שגרתי כגידולים ביניים בגידולים שונים. לעתים קרובות שימוש בתוספים אורגניים לקרקע מדביר נמטודות טפילות על צמחים ופטוריות פתוגניות. חומרים אורגניים המכילים יחס גבוה של חנקן לפחמן, כגון זבל עופות, כיטין, קמח כותנה, קמח נוצות וכו', מתפרקים בקרקע, ומשחררים אמוניה ותרכובות נדיפות אחרות רעילות לנמטודות ולפטוריות באופן ישיר. בנוסף לכך, הוספת החומרים מגבירה את הפעילות המיקרוביאלית, ויוצרת שיווי משקל חדש המבוסס על אוכלוסיות המונעות התבססות מחודשת של פתוגנים.

מטרת המחקר: הייתה לפתח גישה יישומית כוללת להדברת נמטודות עפצים ופטוריות פתוגניות (ריזוקטוניה, פיתיום ופוזריום) בגידול פרחים רב-שנתי בחבל בשור.

פירוט ביצוע הניסוי:

1. הדברת נמטודות ע"י שימוש בתוספים אורגניים (ניסוי בחלקות זעירות בבית דגן)
שיטות: לקעקע חולית הנגועה בנמטודת עפצים במכלים (150 × 45 × 40 סמ"י) הוספו חומרים אורגניים, קמח כותנה, זבל עופות (יבש) או נימ קייק (פסולת מתעשיית השמן אזדרכת) בשיעור של 0.5% ביחס משקלי (845 גר' למכל), והוצנעו בקרקע (15/10/99). שבועיים לאחר הטיפול בקרקע, נשתלו שלושה שתילי עגבנייה (הזן 870) כצמחי בוחן ועשרה שתילי היפריקום (הזן Excellent Fair) למכל. שלושה שבועות לאחר השתילה, הוצאו צמחי הבוחן, ונמדדו משקלי נוף ודרגת נגיעות בנמטודות. חודש לאחר השתילה נרשמו שעורי הישרדות של שתילי ההיפריקום, ונשתלו שתילי היפריקום להשלמה. חצי שנה לאחר הטיפול בקרקע, נשתלו שוב צמחי בוחן (עגבנייה), והצמחים הוצאו 27 ימים לאחר מכן, ונמדדו משקלי נוף ונגיעות בנמטודות. באותו יום הוצאו שני צמחי היפריקום מהמכל כדי לבדוק נגיעות בנמטודות ומשקלי נוף וגובה הצמחים. כל הטיפולים נערכו ב-4 חזרות. שמונה חודשים לאחר הטיפול בקרקע (23/6/00), נשתלו שוב שתילי עגבנייה (5656), והוצאו חודש לאחר מכן, ונערכה הערכת דרגת נגיעות בשורשי העגבניות. באותו יום הוצאו צמחי הפיקריקום ונמדדו אחוז התמותה, מספר פרחים, משקל נוף ודרגת נגיעות בשורשים.

תוצאות:

קמח הכותנה בריכוז 0.5% היה פיטוטוקסי לצמחי הבוחן ושתילי ההיפריקום, כלומר הטיפול הרג שתילי היפריקום וגרם לריקבון שורש של צמחי העגבנייה (טבלה 1,2). לעומת זאת, טיפול בנימ קייק הוריד את דרגת הנגיעות בנמטודות בצמחי הבוחן בלי לפגוע בצמחים. זבל עופות גרם לעלייה במשקל הנוף, ירידה בשיעור הישרדות, ולהורדת דרגת הנגיעות. דרגת נגיעות בצמחי הבוחן שנשתלו בחצי שנה לאחר הטיפול הייתה נמוכה גם בביקורת. לכן, נרשם מספר עפצים למערכת שורש במקום דרגת הנגיעות (0-5). הטיפולים בתוספים גרמו לירידה במספר העפצים (טבלה 3). צמחי העגבנייה שגדלו בחלקות שקיבלו קמח כותנה היו גדולים במיוחד בגלל השפעת דשן של החומר. לצמחי ההיפריקום שגדלו בחלקות שקיבלו את התוספים היו פחות עפצים מאשר בצמחי ביקורת (טבלה 4). הטיפול בנימ קייק גרם לעלייה במשקל ובגובה הצמח. קמח הכותנה גרם לעלייה במשקל.

טבלה 1. השפעת תוספים אורגניים בנמטודות עפצים וצמחי עגבנייה

טיפול	משקל נוף (גר')	דרגת נגיעות (0-5)
ביקורת	28.5ב	2.7א
זבל עופות	56.8א	2.5א
ניימ קייק	40.8ב	0.9ב
קמח תכונה	2.8ג	(השורשים נרקבו)

ניתוח סטטיסטי ע"י מבחן LSD

טבלה 2. השפעת תוספים אורגניים על הישרדות שתילי היפריקום

טיפול	הישרדות (%)
ביקורת	100
זבל עופות	72.5
ניימ קייק	97.5
קמח תכונה	12.5

ניתוח סטטיסטי ע"י מבחן LSD

טבלה 3. השפעת תוספים אורגניים בנמטודות עפצים וצמחי עגבנייה

טיפול	משקל נוף	מס' עפצים
ביקורת	4.8ב	13.4א
זבל עופות	10.5ב	1.5ב
ניימ קייק	5.0ב	1.1ב
קמח תכונה	22.8א	0ב

ניתוח סטטיסטי ע"י מבחן LSD

טבלה 4. השפעת תוספים אורגניים על צמחי היפריקום בקרקע נגועה בנמטודות עפצים

טיפול	מס' עפצים	משקל נוף (גר')	גובה צמח (סמ')
ביקורת	14.8א	37.9ב	84.3ג
זבל עופות	3.4ב	40.6ב	96.3ב
ניימ קייק	0ב	54.8א	103.6א
קמח תכונה	0ב	64.8א	87.0ג

ניתוח סטטיסטי ע"י מבחן LSD

טבלה 5. השפעת תוספים אורגניים על צמחי היפריקום בקרקע נגועה בנמטודות עפצים

טיפול	דרגת נגיעות	משקל נוף	מס' תפרחים	אחוז תמותה
ביקורת	3.7	53.6א	3.6א	18.7
זבל עופות	3.5	86.0ב	8.0ב	14.3
ניימ קייק	2.8	81.4ב	8.1ב	25.8
קמח תכונה	2.2	98.3ב	9.1ב	5.2

2. הדברת נמטודות עפצים ומחלות קרקע ע"י שימוש בחומר חיטוי וצמח אנטגוניסט (ניסוי שדה בתחנת בשור).

נמטודות שורדות באופן פעיל בעומק הקרקע בשורשים חיוניים שנשארים לאחר הגידול במשך תקופה ארוכה. קטילת הנמטודות בעומק הינה בעייתית משום שתכשירי הדברה כימים אינם מגיעים בריכוזים אפקטיביים לעומק שמתחת לשכבת העיבוד. קטילת השורשים מאפשרת הפחתת אוכלוסיות הנמטודות הפעילות בשורשים. בעבודות מחו"ל נמצא כי כריתת עצים ששורשיהם נגועים בנמטודות וקטילת השורשים לאחר מכן על ידי שימוש בקוטלי עשבים גרם להפחתת אוכלוסיות הנמטודות בעומק ללא צורך בשימוש בתכשירי חיטוי נוספים. נגיעות עצי שקד שגדלו בחלקה לאחר מכן בנמטודות היה נמוכה בהשוואה לעצים שנשתלו על חלקה ללא טיפול. נמטודות עפצים בניגוד לנמטודות חופשיות שורדות כגופים רדומים. לכן על מנת לקטול אותם בשורשים יש צורך באמצעי כימי אשר יקטול גם את השורשים וגם את הנמטודות בשורשים. הניסוי המתואר להלן נועד לבחון השפעות ארוכות טווח של חיטוי קרקע, ושילוב עם צמחי ביניים. נבחרה חלקה בחוות הניסויים בבשור. החלקה בת 30 ערוגות באורך 15 מטר כל ערוגה. החלקה ללא נגיעות בנמטודות עפצים ולכן אולחה בתחילה על מנת ליצור קרקע מאולחת להמשך העבודה. תרשים סכמתי של מהלך העבודה ושנים מובא באיור מס' 1.

א. הכנת שטח הניסוי בתחנת בשור

שורשי טרכליום וסלרי נגועים בנמטודות עפצים נאספו מחלקה נגועה בערבה בקיץ 1999. השורשים פוזרו בחלקת הניסוי בחוות הבשור והוצנעו בתיחוח. מיד לאחר מכן (12.11.1999) נשתלו בחלקה שתילי עגבנייה הרגישים לנמטודות.

ב. טיפולי אביב

1. ב-1/2/2000, לפני עקירת צמחי העגבניות נלקחו דגימות קרקע להערכת אוכלוסיות נמטודות מכל החלקות. נשתלו שתילי מלפפון (מכיוון שהשטח היה נגוע בכימיון בעגבנייה) בדגימות הקרקע בעציצים של 500 סמ"ק. מספר עפצים של הנמטודות נספר שלושה שבועות לאחר השתילה.
2. כלמידוספורות של פטרית הפוזריום הגורם לריקבון הכתר בעגבניות בתוך קרקע הוכנסו לשקיות רשת שהוטמנו בעומקים של 20, 40 ו-60 סמ' לפני טיפולי האביב (טבלה 6). בכל חלקה הוטמנו 3 חבלים כל חבל 3 עומקים. החבלים נשלפו במועדים שונים על מנת להעריך את יעילות טיפולי האביב והקיץ.
3. צמחי העגבניות היו נגועים בכימיון, אך השורשים היו נגועים בנמטודות עפצים. הטיפולים באביב כללו (טבלה מס' 6):
 - א. ישום טלון בתאריך 16/2/2000 במינון של 15 סמ"ק למ"ר באמצעות מזרקי קרקע לעומק 30 ס"מ. שלושה שבועות לאחר היישום נעקרו הצמחים והחלקה הושארה ללא גידול עד לקיץ. בתום יישום הטילון נשלפו שקיות רשת עם הפטריות לקביעת השפעת הטיפול על קטילת הפטריות.
 - ב. שתילת צמחי טגטס (זן Polynema). הצמחים נשתלו ב-27/3/2000, והוסרו ב-10.7.00.
 - ג. כרב נח ללא כל טיפול (היקש). צמחי העגבניות נעקרו והחלקה הושארה נקיה עד לטיפול הקיץ.

ג. טיפולי קיץ

טיפולי הקיץ בוצעו בחודש אוגוסט 2000. בוצעו שני טיפולים:

1. חיטוי משולב טילון עם חיטוי סולרי. החיטוי בוצע במינרן של 20 סמ"ק למ"ר באמצעות מזרקי קרקע לעומק 30 ס"מ. לאחר יישום התכשיר חופתה החלקה ביריעות פוליאאתילן שקופות למשך 6 שבועות.

2. היקש

בתום תקופת החיטוי נלקחו דוגמאות קרקע לנגיעות בנמטודות וכן נשלפו שקיות הרשת עם הפטריות להערכת הקטילה. כל הטיפולים נערכו ב- 5 חזרות (ערוגות) באורך 7.5 מטר.

ד. השפעת הטיפולים המשולבים על גידול היפריקום והדברת נמטודות

שתילי היפריקום נשתלו ב- 27/9/2000 וגודלו עד ליולי 2001. עקב גודל החלקות המצומצם לא נתאפשר לקבוע נגיעות השורשים בנמטודות במהלך העונה. לכן במשך הגידול נבחנה נגיעות בנמטודות באמצעות הוצאת דגימות קרקע עד לעומק 90 ס"מ ושתילת צמחי בוחן (עגבניות) לקביעת התבססות הנמטודות בקרקע ובשורשים. בתום הגידול נעקרו הצמחים ונקבעה נגיעות השורשים בנמטודות. במהלך הגידול נבחן הגידול והיבול.

איור מס' 1: סיכום התהליכים הקשורים בביצוע הניסוי.

1999	<u>אילוח החלקה בנמטודות:</u> הצנעת שורשי תרכליום נגועים, שתילת צמחי עגבניות לביסוס הנמטודות.
פברואר 2000	<u>טיפול אביב:</u> קטילת שורשי העגבניות בטילון כרב נח שתילת טגטס
יולי 2000	חיטוי קיץ טילון + סולרי היקש
ספטמבר	שתילת היפריקום
יולי 2001	סיום עונת גידול היפריקום

טבלה 6: טיפולים להדברת נמטודות בגידול היפריקום

טיפול קיץ	טיפול אביב
I-א. ללא טיפול	I. ביקורת
I-ב. טלון + חיטוי סולרי	
II-א. ללא טיפול	II. צמחי טגטס
II-ב. טלון + חיטוי סולרי	
III-א. ללא טיפול	III. טלון
III-ב. טלון + חיטוי סולרי	

תוצאות:

א. השפעת טיפולי אביב על הישרדות נמטודות ופטריות.

הישרדות נמטודות

לפני טיפולי האביב נבדקה אוכלוסיות הנמטודות על ידי זריעת מלפפונים בדוגמאות קרקע שנאספו בחלקות. בשורשי הצמחים נמצאו 11.4 עפצים בממוצע.

הישרדות הנמטודות לאחר הטיפול בטלון. לא נמצאו עפצים בצמחי הבוחן (מלפפון) שגדלו בדגימות הקרקע מהחלקות שטופלו בטלון. לצמחים שגדלו בדגימות מהחלקות ללא טיפול היו 22.6 עפצים בממוצע.

הישרדות הנמטודות לאחר גידול הטגס. דרגת הנגיעות (0-5) של צמחי הבוחן שגדלו בדגימות הקרקע מהחלקות שבהן גדלו צמחי הטגס הייתה 4.0 בממוצע. לעומת זאת, זו של החלקות ללא טיפול אביב (כרב נח) הייתה 0.2, וזו של החלקות לאחר טיפול בטלון הייתה 0. בחלקות שגדל טגס נמצאו עשבים שבשורשיהם נראו עפצים. לפי הספרות, צמחי הטגס מהזן שהשתמשנו לא לסייע להתרבות הנמטודות. הגורם לאוכלוסייה גדולה של נמטודות בחלקות של טגס, הוא העשבים הרגישים לנמטודות, שגדלו בין צמחי הטגס. ידוע כי צמחי הטגס לא מפרישים רעלים לנמטודות, אלא נמטודות מתות רק כאשר חודרות לתוך שורשי טגס.

הישרדות פטריות לאחר טיפול בטלון ושתילת טגס

שקיות רשת ובהם קרקע מאולחת באופן טבעי בפטריה *Fusarium oxysporum f. sp. radicans* ובהם קרקע מאולחת באופן טבעי בפטריה *lycopersici* הגורמת למחלת רקבון הכתר בעגבניות הוטמנו בקרקע בעומקים שונים לפני הטיפול האביבי. בתום כל טיפול קרקע נשלפה סדרה של שקיות מכל טיפול והוערכה חיוניות הפטריה בטיפולים השונים. השפעת יישום טלון באביב או גידול טגס על הישרדות פוזריום בקרקע. מוצגת בטבלה מס' 7. יישום טלון גרם להפחתת אוכלוסיות הפוזריום בקרקע. הפחתה זו היתה בולטת יותר בעומק 20 ס"מ אך ההשפעה לעומק פחתה. חשוב לציין כי הפחתה זו אף שהיא חשובה אינה בגדר הדברה יעילה של הפטריה. לגידול טגס לא היתה השפעה על אוכלוסיות הפוזריום. גידול הצמח טגס לא השפיע על חיוניות הפטריה.

טבלה מס' 7. השפעת טפולי הדברה בטלון ושתילת טגס על הישרדות פוזריום בקרקע.

הישרדות הפטריה (CFU/גרי קרקע)		עומק (ס"מ)	טיפול אביב
יולי 2000 אחרי קציר טגס	ינואר 2000 לפני שתילת טגס		
492	4745	20	היקש
628	4850	40	
733	4362	60	
7	128	20	טלון
463	274	40	
578	1592	60	
665	4745	20	טגס
575	4850	40	
1825	4362	60	

ב. השפעת חיטוי קרקע בקיץ על הישרדות נמטודות ופטריות בקרקע

נמטודות

דוגמאות קרקע נלקחו מכל חלקה באמצעות מקדח קרקע בתום חיטוי הקיץ. דוגמאות הקרקע הועברו לעציצים ונשתלו בהם שתילי עגבניות. לאחר שלושה שבועות נעקרו הצמחים ונקבע

אינדקס נגיעות שורשים בעפצים בסולם 0-3 (0 – שורש נקי, 3 – שורש נגוע במלואו בעפצים) (טבלה 8).

טבלה מס' 8. השפעת חיטוי קרקע בקיץ על הישרדות נמטדות

אינדקס נגיעות בצמחי בוחן (בסולם 0-3)		עומק (ס"מ)	טיפול אביב
לאחר חיטוי טילון+סולרי	ללא חיטוי		
0	0.4	20	היקש
0	0.4	40	
0	0.6	60	
0	0	20	טילון
0	0.2	40	
0	0.4	60	
0	1	20	טגטס
0	1	40	
0.2	1	60	

פטריות

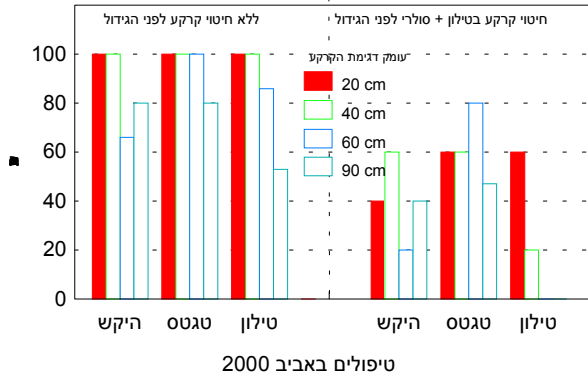
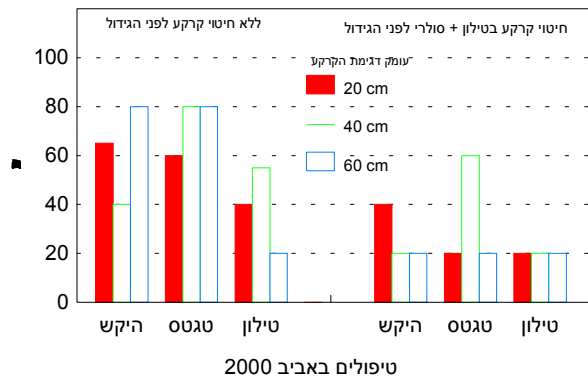
חיטוי הקרקע בטיילון משולב בסולרי הפחית את אוכלוסיות הפוזריום באופן חד. החיטוי היה יעיל ביותר על גבי חיטוי אביב בטיילון או על גבי חלקה ללא טיפול באביב. בחלקות בהם גדל טגטס היתה יעילות החיטוי חלקית (טבלה מס' 9)

טבלה מס' 9 : השפעת חיטוי קרקע על הישרדות פוזריום בקרקע בעומקים שונים.

הישרדות הפטריה (CFU/גר' קרקע)		עומק (ס"מ)	טיפול אביב
לאחר חיטוי טילון+סולרי	ללא חיטוי		
0	273	20	היקש
0	670	40	
0	1020	60	
0	0	20	טילון
0	463	40	
0	293	60	
13	921	20	טגטס
233	1321	40	
220	1197	60	

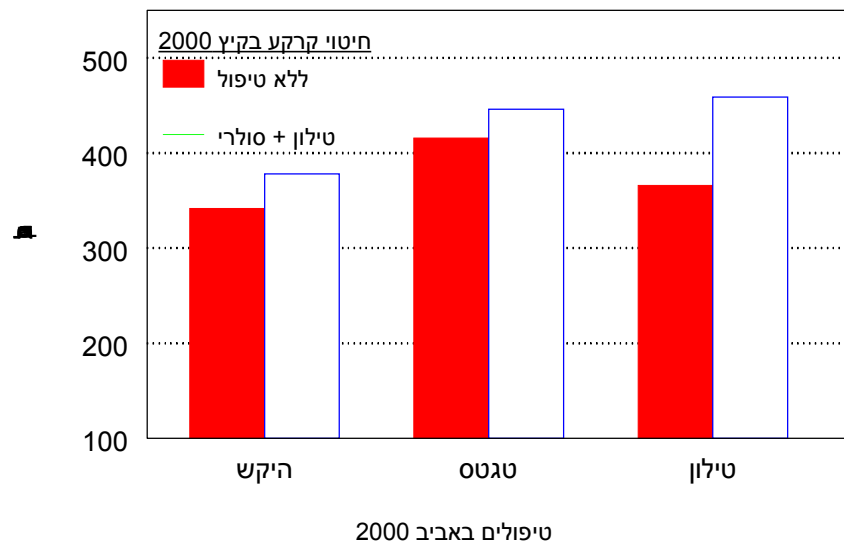
ג. השפעת טיפולים באביב וחיטויים בקיץ על גידול היפריקום

גידול צמחי ההיפריקום היה טוב יותר בחלקות המחוטאות בהשוואה לחלקות ללא חיטוי קיץ (איור מס' 2). משקל הגזם בקציר הטכני שבוצע בחודש פברואר 2001 היה רב יותר בחלקות המחוטאות בקיץ. משקל רב נרשם גם בחלקות בהם גודל טגטס באביב 2000.



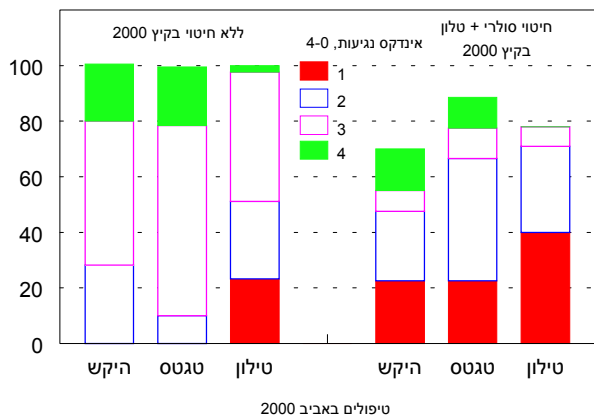
איור מס' 2. השפעת טיפולים באביב וחיטוי קרקע בקיץ על משקל הגזם הירוק של צמחי היפריקום לאחר קציר טכני (פברואר 2001).

אילוח הקרקע והשורשים בנמטודות במהלך הגידול נבחן באמצעות איסוף דוגמאות קרקע מעומקים שונים ושתילת צמחי בוחן בחממה לקביעת שיעור הנגיעות בנמטודות בחודש מאי 2001 נראתה נגיעות רבה בנמטודות בחלקות שלא חוטאו בקיץ עד לעומק 40 ס"מ (איור מס' 3). שיעור נמוך יחסית בנמטודות נרשם בחלקות ההיקש שטופלו בטיילון באביב 2000. אילוח השורשים בנמטודות בחלקות שחוטאו בקיץ היה נמוך מאד עד לעומק 60 ס"מ. בחלקות בהם גדל טגטס היתה נגיעות גבוהה יותר גם בחלקות המחוטאות. בחודש יוני נבדקה שוב הנגיעות בנמטודות באופן דומה עד לעומק 90 ס"מ. התקבלה מגמה דומה לזו שבחודש מאי. האילוח בכל החלקות גבר ובחלקות ההיקש נרשמה נגיעות מלאה בכל העומקים (למעט עומק 90 ס"מ בחלקות ההיקש שטופלו בטיילון באביב 2000). בחלקות המחוטאות נרשם שיעור נגיעות נמוך יותר אשר פחת לעומק (איור 3).

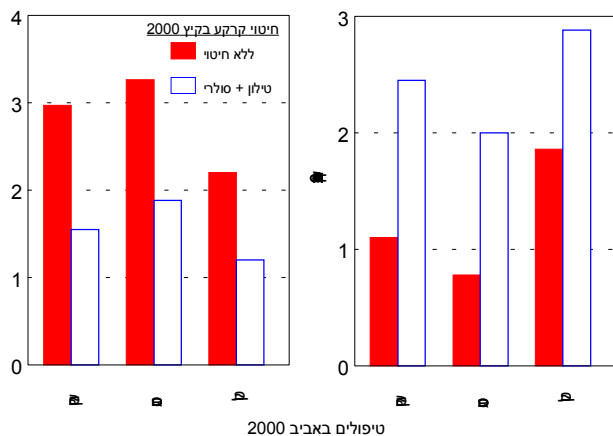


איור מס' 3. השפעת טיפולים באביב וחיטוי קרקע בקיץ על אילוח הקרקע בנמטודות במהלך גידול צמחי הפריקום. איור עליון - בדיקה בחודש מאי 2001. איור תחתון - בדיקה בחודש יוני 2001

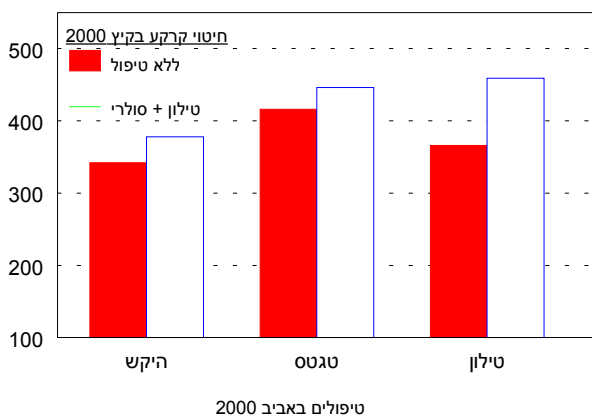
יבול גבעולי פרחים נקטף ונאסף בחודש יוני. היבול הרב ביותר התקבל בחלקות שחוטאו בקיץ (איור 4). בתום הקטיף נעקרו הצמחים ונקבע אינדקס נגיעות השורשים בעפצים וכן נקבע אינדקס להתפתחות השורשים המציין גם נגיעות בגורמים נוספים כגון פטריות הגורמות לרקבונות שורשים. שיעור נגיעות מלא נרשם בחלקות ההיקש שלא חוטאו בקיץ (איור 5). גם חומרת הנגיעות בחלקות אלה היה בדרגות האינדקס הגבוהות. שיעור נגיעות גבוה נרשם גם בחלקות המחוטאות, אם כי בדרגת חומרה נמוכה יותר. בהשוואת דרגות הנגיעות בעפצים עם התפתחות השורשים נראה כי התפתחות השורשים בצמחים על גבי החיטוי היתה טובה מאד בהשוואה לחלקות ללא חיטוי ללא קשר לטיפול האביב. העובדה כי הנגיעות בעפצים היתה גבוהה בחלקות המחוטאות ולמרות זאת נרשם יבול גבוה והתפתחות שורשים טובה מצביע על האפשרות כי האילוח בנמטודות התבצע בשלב מאוחר של הגידול. אפשרות נוספת היא מעורבות של גורמים נוספים כגון פטריות פתוגניות. עדות לכך ניתן היה לראות באופי השורשים.



איור מס' 4. השפעת טיפולים באביב וחיטוי קרקע בקיץ על גבעולי פריחה בהיפריקום.



איור מס' 5. השפעת טיפולים באביב וחיטוי קרקע בקיץ על נגיעות שורשים היפריקום בעפצים בתום עונת הגידול בדיקה בחודש יוני 2001



איור מס' 6. השפעת טיפולים באביב וחיטוי קרקע בקיץ על חומרת נגיעות שורשים בעפצים ואיכות התפתחותם בהיפריקום בתום עונת הגידול בדיקה בחודש יוני 2001

מסקנות:

הדברת נמטודות יוצרות עפצים נבחנה בניסוי זה במספר גישות ושילובים.

א. שימוש בתוספים אורגניים: טיפול בקמח כותנה בריכוז של 0.5% הדביר את הנמטודות אך גרם לפיטוטוקסי לצמחים. הפיטוטוקסיות נעלמה אחרי חצי שנה, והתקבלה השפעת דישון. קמח כותנה יכול לשמש כתוסף אורגני להדברת נמטודות ולדישון, אבל היישום חייבים להיות מספר חודשים לפני שתילה. לעומת זאת, ניים קייק באותו מינון הוריד את אוכלוסיית הנמטודה בלי תופעת הפיטוטוקסיות. כדאי לבדוק פעילות נמטוצידית של קמח כותנה בריכוזים נמוכים יותר, או שילובים עם חומרים אחרים, כגון זבל עופות, כדי להוריד רמת הפיטוטוקסיות. הירידה החדה באוכלוסיית הנמטודה בחלקות הביקורת בחצי שנה לאחר הטיפול לא הייתה צפויה, משום שנשתלו ששתילי היפריקום שבועיים לאחר הטיפול. הסיבה לירידת לא ברורה. ייתן שזן ההיפריקום פחות רגיש לנמטודות מזנים אחרים. בהמשך הניסוי תיבדק רמת נגיעות הנמטודות בצמחי היפריקום שנשארו בחלקות.

ב. קטילת השורשים של הגידול הקודם על מנת לקטול את הנמטודות הפעילות. פעולה זו היתה יעילה במידה מסויימת. השפעתו של טפול זה ניכרה לאורך כל הגידול. אולם טפול זה לבדו אינו מספק וחייב להיות חלק משרשרת פעולות הדברה.

ג. גידול טגטס כצמח מדביר. גישה זו לא הוכחה כיעילה בהפחתת אוכלוסיית הנמטודות. צמחי הטגטס מהזן שהשתמשנו לא סייעו להתרבות הנמטודות. הגורם לאוכלוסייה גדולה של נמטודות בחלקות של טגטס, הוא העשבים הרגישים לנמטודות, שגדלו בין צמחי הטגטס. ידוע כי צמחי הטגטס לא מפרישים רעלים לנמטודות, אלא פוגעים בנמטודות רק כאשר חודרות לתוך שורשי הצמח. כמו כן גדלו עשבים בחלקות הטגטס ושורשיהם נוגעו בעפצים שהיו מקור נוסף לאילוח. **חיטוי הקרקע בקיץ.** חיטוי קרקע בקיץ היה היעיל ביותר.

שילוב חיטוי בקיץ בקטילת השורשים באביב היה יעיל ביותר. לפעולה זו פוטנציאל רב ביותר שכן היא מבטיחה סניטציה וצמצום האינקולום בתום עונת הגידול בשילוב עם הדברת הפגעים בקרקע לפני הגידול הרגיש. בניסוי שערכנו התוצאות לא היו חד משמעיות גם בגלל גודל חלקות הניסוי. במהלך עונת הגידול נראה בבירור כי ישנה השפעה של חלקות שכנות על אילוח בנמטודות. לכן, על מנת לבסס (או לדחות) גישות הדברה אלה, יש צורך בעריכת הניסויים בחלקות גדולות יותר שבהם השפעת השוליים אינה משמעותית.

תוצאות הניסוי מצביעות על מעורבות גורמים נוספים. בתום עונת הגידול נראה כי על השורשים קיימים גורמים פתוגניים נוספים. בירור זהותם של הגורמים הנוספים יאפשרו גיבוש אמצעים להדברה משולבת של כל גורמי הפגעים.