

748

2003-2005

תקופת המחקר:

459-0354-05

קוד מחקר:

Subject: ENHANCED DEGRADATION OF SOIL FUMIGANTS: CHARACTERIZATION AND AWAY TO PREVENT THE PHENOMENON

Principal investigator: AVRAHAM GAMLIEL

Cooperative investigator: MIRIAM AUSTERWEIL, YEPHET BEN YEPHET, YAAKOV KATAN, GIORA KRITZMAN, AVRAHAM GAMLIEL,

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O)

שם המחקר: פירוק מואץ של תכשירים לחיטוי קרקע: איפיון התופעה ודרכים למניעתה

חוקר ראשי: אברהם גמליאל

חוקרים שותפים: מרים אוסטרוביץ, יפת בן-יפת, יעקב קטן, גיורא קריצמן, אברהם גמליאל, יצחק פרץ

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

תקציר

פירוק מואץ של תכשירי הדברה (קוטלי עשבים, פטריות וחרקים) בקרקע מוכר וידוע ומהווה מגבלה ביישום מספר תכשירים ובהבטחת יעילות פעולתם. הפרוק המואץ מתבטא בהעלמות החומר הפעיל והתפרקותו לתוצרים לא פעילים בתוך פרק זמן קצר לפני. כתוצאה מכך יעילותו של התכשיר מתבטלת. לאחרונה תיעדנו תופעה של פרוק מואץ של תכשירים על בסיס מתאם סודיום בקרקעות שטופלו בעבר בתכשירים אלה. יישום מתאם סודיום בקרקעות כאלה מלווה בשחרור של MITC (המרכיב הפעיל) ופירוקו בתוך פרק זמן קצר ביותר. כתוצאה מהפרוק המהיר נפגמת יעילותו החומר והוא אינו מדביר את אוכלוסיות הפתוגנים בקרקע. פרוק מהיר של תכשירי מתאם סודיום נרשם בקרקעות חקלאיות וגם בניסויים במעבדה.

מטרת העבודה היא לאפיין את הגורמים לפרוק מואץ של חומרי חיטוי קרקע במטרה למנוע תופעה זו ולאפשר המשך שימוש יעיל בתכשירים אלה.

מהלך העבודה והתוצאות - בשנת העבודה הראשונה ניסינו לאפיין את עקומי היצירה והפרוק של MITC בקרקעות שונות ולבחון את השפעתם על קטילת פגעים בקרקע. מצאנו כי עקום היצירה והפרוק של MITC שונה בקרקעות. בחלק מהקרקעות שנבחנו, קצב העלמות MITC בקרקע הוא מהיר ומתבטא גם בחוסר קטילה של פתוגנים. לעומת זאת בקרקעות אחרות עקום היצירה והפרוק הוא גבוה וממושך יותר ומתבטא גם בקטילה טובה יותר של פגעים.

בניסוי שדה תיעדנו פרוק מואץ של מתאם סודיום בקרקע בה מיושם התכשיר להדברת פגעים בתפוא"ד ואגוזי אדמה. יישום חוזר של תכשיר מתאם סודיום גרם לפרוק מואץ של התכשיר ולהדברה לקויה של פטריית פיתיוס הגורמת לריקבון תרמילי אגוזי. כתוצאה מכך התפתח ריקבון בתרמילי אגוזי אדמה בשיעור גבוה בהשוואה לחלקות בהם בוצע חיטוי במתאם סודיום שנה ראשונה. יישום משולב של תכשירי מתאם סודיום ופורמלין הדביר בהצלחה את ריקבון התרמילים גם בחלקות בהם תועד פרוק מואץ של מתאם סודיום.

מצאנו כי הגורמים לפרוק מתעצמים בקרקע במהירות רבה. גורמים אלה ספוחים ככל הנראה לחלקיקי החרסית. ניתן למצות את הגורמים המפרקים ולהעבירם לקרקע אחרת ובכך להשרות את הפרוק המואץ. גורמים אלה אינם רגישים לתכשירים כימיים אך מעוכבים ביותר על ידי חימום. המשך המחקר יתמקד בזיהוי והגדרת הגורמים המפרקים.

פרוק מואץ ואובדן יעילות של תכשירים לחיטוי קרקע:

איפיון התופעה ודרכים למניעתה

דוח מסכם לתוכנית מחקר מס' 459-0354-05

מוגשת לקרן המדען הראשי

ע"י

אברהם גמליאל, מרים אוסטרוביל, המח' ליישום שיטות הדברה, המכון להנדסה חקלאי, מינהל המחקר

גיורא קריצמן, יפת בן יפת, המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי

יעקב קטן, המחלקה למחלות צמחים, הפקולטה לחקלאות, מדעי המזון ואיכות הסביבה, רחובות
איציק פרץ אלון, ועדה חקלאית, ישובי חבל מעון.

Abraham Gamliel, Institute of Agricultural Engineering, ARO, Volcani Center, Bet Dagan email: agamliel@agri.huji.ac.il

Giora Kritzman, Yepheth Ben Yepheth, Dept of Plant Pathology, ARO, Volcani Center, Bet Dagan

Yaacov Katan, Faculty of Agriculture, Rehovot.

Itzhak Peretz-Alon, Maon, Regional R&D, Magen.

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר

א. תקציר

פירוק מואץ של תכשירי הדברה (קוטלי עשבים, פטריות וחרקים) בקרקע מוכר וידוע ומהווה מגבלה ביישום מספר תכשירים ובהבטחת יעילות פעולתם. הפרוק המואץ מתבטא בהעלמות החומר הפעיל והתפרקותו לתוצרים לא פעילים בתוך פרק זמן קצר לפני. כתוצאה מכך יעילותו של התכשיר מתבטלת. לאחרונה תיעדנו תופעה של פרוק מואץ של תכשירים על בסיס מתאם סודיום בקרקעות שטופלו בעבר בתכשירים אלה. יישום מתאם סודיום בקרקעות כאלה מלווה בשחרור של MITC (המרכיב הפעיל) ופירוקו בתוך פרק זמן קצר ביותר. כתוצאה מהפרוק המהיר נפגמת יעילותו החומר והוא אינו מדביר את אוכלוסיות הפתוגנים בקרקע. פרוק מהיר של תכשירי מתאם סודיום נרשם בקרקעות חקלאיות וגם בניסויים במעבדה.

מטרת העבודה היא לאפיין את הגורמים לפרוק מואץ של חומרי חיטוי קרקע במטרה למנוע תופעה זו ולאפשר המשך שימוש יעיל בתכשירים אלה.

בשנת העבודה הראשונה ניסינו לאפיין את עקומי היצירה והפרוק של MITC בקרקעות שונות ולבחון את השפעתם על קטילת פגעים בקרקע. מצאנו כי עקום היצירה והפרוק של MITC שונה בקרקעות. בחלק מהקרקעות שנבחנו, קצב העלמות MITC בקרקע הוא מהיר ומתבטא גם בחוסר קטילה של פתוגנים. לעומת זאת בקרקעות אחרות עקום היצירה והפרוק הוא גבוה וממושך יותר ומתבטא גם בקטילה טובה יותר של פגעים.

בניסויי שדה תיעדנו פרוק מואץ של מתאם סודיום בקרקע בה מיושם התכשיר להדברת פגעים בתפוא"ד ואגוזי אדמה. יישום חוזר של תכשיר מתאם סודיום גרם לפרוק מואץ של התכשיר ולהדברה לקויה של פטריית פיתיוס הגורמת לריקבון תרמילי אגוזי. כתוצאה מכך התפתח ריקבון בתרמילי אגוזי אדמה בשיעור גבוה בהשוואה לחלקות בהם בוצע חיטוי במתאם סודיום שנה ראשונה. יישום משולב של תכשירי מתאם סודיום ופורמלין הדביר בהצלחה את ריקבון התרמילים גם בחלקות בהם תועד פרוק מואץ של מתאם סודיום.

מצאנו כי הגורמים לפרוק מתעצמים בקרקע במהירות רבה. גורמים אלה ספוחים ככל הנראה לחלקיקי החרסית. ניתן למצות את הגורמים המפרקים ולהעבירם לקרקע אחרת ובכך להשרות את

הפרוק המואץ. גורמים אלה אינם רגישים לתכשירים כימים אך מעוכבים ביותר על ידי חימום. המשך המחקר יתמקד בזיהוי והגדרת הגורמים המפרקים.

ב. מבוא ותיאור הבעיה

השימוש בתכשירי הדברה הוא מרכיב חשוב בעלויות הייצור של גידולים חקלאיים והכרחי להבטחת יכולת רב ורווחי. בעשורים האחרונים מתחזקת בחקלאות המגמה של משקים גדולים המתמחים במגוון צר של גידולים. מגמה זו מבססת צמצום השימוש במחזור גידולים ומעבר לגידול רצוף של גידול אחד (מונוקולטורה) או מחזור מצומצם של גידולים הסובלים מפגעי קרקע דומים. כך לדוגמה מחזור גידולים הכולל אגוזי אדמה ותפוחי אדמה מעודד גורמי פגעים דומים כגון דוררת, גרב, ופיתיוס. תוצאת לואי של המונוקולטורה היא התגברות והתעצמות פגעים ספציפיים, ובתוכם פגעי קרקע. הצורך בהגנה רצופה על הגידולים במשטר אגרוטכני כזה מחייב שימוש תכוף בתכשירים להדברה ובכללם חיטויי קרקע תכופים להדברת מחוללי מחלות שורש.

תכשירי הדברה המיושמים לקרקע נחשפים למגוון רב של תהליכים כימיים פיזיקליים וביולוגיים כגון, ספיחה, חלחול, ראקציות כימיות ופרוק ביולוגי על ידי מיקרואורגניזמים בקרקע. גורלו של תכשיר הדברה ומשך השרדותו בקרקע תלויים בין היתר במשטר ההדברה. בשלושת העשורים האחרונים מתרבים הדווחים על פחיתה ביעילותם של תכשירי הדברה שאינה מוסברת בהתפתחות עמידות לתכשירי הדברה. במרבית המקרים פחיתה היעילות קשורה ליישומים קודמים של אותו התכשיר הוא תכשירים בעל מבנה כימי דומה תופעה זו נקראת "פירוק מואץ" של תכשירי הדברה קוטלי עשבים, פטריות וחרקים) בקרקע מוכר וידוע ומהווה מגבלה ביישום מספר תכשירים ובהבטחת יעילות פעולתם. ידוע כי פעילותו של תכשיר תלויה במינון ובמשך החשיפה. יישום תכשירים לקרקע מתבסס על משך השרדות המאפשר פעילות הדברה מחד, והיעלמות לאחר סיום הפעילות על מנת למנוע הצטברות שאריות רעילות בקרקע ותופעות לוואי שליליות נוספות. הפרוק המואץ מתבטא בהעלמות החומר הפעיל והתפרקותו לתוצרים לא פעילים בתוך פרק זמן קצר לפני. כתוצאה מכך יעילותו של התכשיר מתבטלת.

בניגוד לתופעת הפרוק המואץ של קוטלי חרקים, עשבים ופטריות רבים, מקובל ומדווח כי חיטויי קרקע האטו או בטלו את תופעת הפרוק המואץ (1,19). תכשירים לחיטוי קרקע הם בעלי טווח פעולה רחב בהשוואה לקוטלי פגעים אחרים ולכן הם עשויים לעכב את תופעת הפרוק המואץ.

פרוק מואץ של תכשירים לחיטוי קרקע

תכשירים לחיטוי קרקע כגון מתאם סודיום, ודזומט מקובלים בהדברת פגעי קרקע במגוון מערכות גידול. כאשר תכשירים אלה מיושמים לקרקע משתחרר המרכיב הפעיל – מתיל איזוטיאזיאנט (MITC), אשר מדביר תחום רחב של פטריות חרקים, נמטודות ועשבים. בארץ תכשירים על בסיס מתאם סודיום מיושמים באופן נרחב לחיטוי קרקע לפני גידול תפוא"ד, אגא"ד ומגוון גידולים אחרים. יצירה ופרוק של MITC בקרקע נשלטים בעיקר על ידי מיקרואורגניזמים ותנאים נוספים כגון רטיבות הקרקע וטמפרטורה. בתנאים רגילים בקרקעות ישראל משך הזמן ליצירה והיעלמות MITC בקרקע הוא 7-10 ימים.

דווח על פרוק מואץ של MITC בקרקע דווח לראשונה בהולנד. דווח דומה נתקבל לאחרונה גם מאוסטרליה. במשך השנים מתועדים בארץ מקרים של כישלונות בהדברת פגעי קרקע על ידי חיטויי קרקע. ייתכן כן בחלק מהמקרים ההסבר עלול להיות נעוץ בפרוק מואץ של תכשירי החיטוי בקרקע.

לכן, קיימת חשיבות רבה ללימוד תופעת הפירוק המואץ של תכשירי חיטוי אשר עלולה להותיר את החקלאים ללא אמצעים יעילים להדברת פגעי קרקע. לימוד זה יאפשר פיתוח אסטרטגיות למניעת התופעה והבטחת המשך יעילות החיטוי בתכשירים אלה.

ג. מטרת המחקר

מטרת העבודה הכללית היא לאפיין את הגורמים לפרוק מואץ של תכשירים מסוימים המשמשים לחיטוי קרקע ולפתח אמצעים למניעת הפרוק המואץ על מנת לאפשר המשך שימוש יעיל בתכשירים אלה.

שנה א'

בשנת המחקר הראשונה התמקדנו בשתי מטרות.

1. תעוד התנהגות MITC בקרקעות שונות
2. תעוד פרוק מואץ של תכשירי מתאם סודיום בקרקעות.

ניסויים ותוצאות לשנת המחקר הראשונה

תעוד תופעת הפרוק המואץ בקרקעות ישראל.

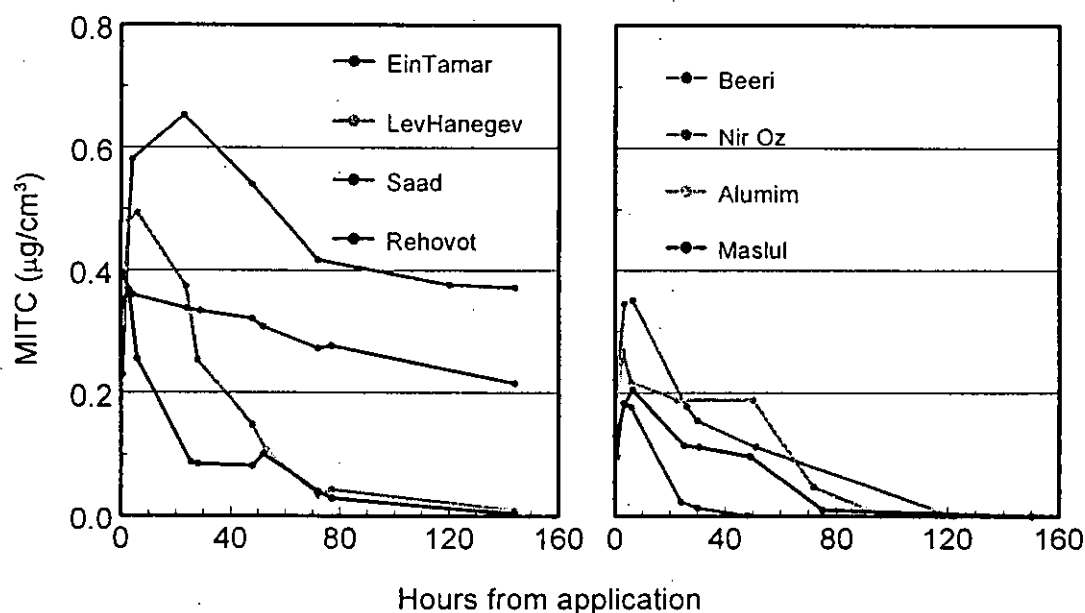
בשלב הראשון תעדנו את פוטנציאל הפרוק של MITC בקרקעות ישראל. נאספו קרקעות ממקומות שונים ורבים בארץ. נאספו קרקעות מחלקות חקלאיות אשר טופלו בעבר בתכשירי החיטוי בהתאם לתוכנית הגידולים.

בחינת פרוק MITC בקרקעות בוצע במערכת כלים המאפשרת יישום מדויק של תכשירי חיטוי וקביעת קצב התפרקות התוצרים באמצעים כימיים. המערכת מבוססת על מיכלי זכוכית אטומים בעלי מכסה שבו מותקן ספטום לדגימת גזים. דוגמת קרקע על פי הטיפולים (1 ק"ג) הוכנסה למיכל וכמות מדויקת של תכשיר חיטוי מתאם סודיום (60 ח"מ) מוכנסת למיכל יחד עם כמות המים המתאימה לקבלת רטיבות בקיבול שדה (לכל קרקע בנפרד). גופי קיימא של פוזריום הוצנעו בכלים לפני יישום תכשירי החיטוי, על מנת לבחון במקביל לקצב פרוק החומרים גם את השפעתם על קטילת הפתוגנים.

יצירת והיעלמות MITC באוירת הקרקע נבחנו על ידי דגימת האוירה מהפאזה הגאזית באמצעות SPME Solid Phase Microtextraction). מערכת דגימה זו רגישה מאד ומאפשרת מעקב אחר כמויות קטנות מאד של תכשירים נדיפים. דגימות נלקחו בפרקי זמן מדודים, ומוזרקים לגז כרומטוגרף. באופן זה מתקבל עקום המתאר קצב יצירת והעלמות MITC.

בשלב הראשון נסרקו כ-20 קרקעות ממקומות שונים בארץ. תוצאות הסריקה (איור 1) מצביעות על הבדלים בולטים ביותר בעקום היצירה והפירוק של MITC בקרקעות אלה. בקרקעות דוגמת רחובות או עין תמר מתקבל עקום יצירה ופרוק גבוה וערך מכפלת CXT הוא גבוה (טבלה 1). לעומתם בקרקעות מחלקות כמו סעד, מסלול עקום היצירה והפרוק הוא נמוך יותר וגם ערך CXT נמוך בהתאם.

קטילת פטרית הבוחן פוזריום היא בהתאם לעקום היצירה והפרוק של MITC (טבלה מס' 2. ניתן לראות כי בקרקעות בהם ערכי CXT הם נמוכים במיוחד דוגמת הקרקעות שנאספו מבארי או מסלול. בחלקות אלה העלמות MITC היא מהירה ביותר ואינה מאפשרת פעילות ביולוגית על הפגעים שבקרקע.



איור 1. עקום יצירה ופרוק של MITC בקרקעות בעקבות יישום מתאם סודיום (60 ח"מ) בקרקע במיכלים מבוקרים.

טבלה 1. יצירה ופרוק של MITC בקרקעות בעקבות יישום מתאם סודיום (60 ח"מ) בקרקע במיכלים מבוקרים והשפעתם על קטילת פוזרים בקרקע.

קרקע	ערך CXT (מקורגם שעה/סמ"ק)	שעור קטילה
עין תמר	67.5	100
לב הנגב	19.4	100
סעד	10.1	65
רחובות	41.1	100
בארי	2.9	20
ניר עוז	14.5	73
עלומים	13	55
מסלול	8.36	90

בחינת פרוק מואץ של מתאם סודיום בעקבות יישום חוזר של תכשירים בניסוי

שדה

בשנת 2003 הוצב ניסוי בחלקה בגוש אורים. השייכת למושבי הנגב ליד מושב מסלול. החלקה בקרקע לס. מחצית החלקה היתה על רקע גידול אגוזי אדמה באביב 2002 ומחציתה על רקע חלקה במחזור גידול רגיל. החלקה אובחנה כנגועה בפיתוס בשכיחות גבוהה. מאחר שעקום הפרוק של MITC בקרקע זו (קרקע מסלול, איור מס' 1) הוחלט לבצע ניסוי לבחינת האפשרות כי בקרקע זו ישנו פרוק מואץ של MITC בעקבות יישום מתאם סודיום בקרקע.

הניסוי כלל שתי תת חלקות בעלות היסטוריה שונה של גידול אגוזי אדמה וחיטוי במתאם סודיום בשנה שקדמה לניסוי. מחצית כל חלקה היתה על רקע גידול אגוזי בשנת 2002. המחצית השנייה בכל חלקה היתה על רקע גידול חיטה בשנת 2002 ללא כל חיטוי לפני הגידול הנוכחי. בכל תת-חלקה (היסטוריה) בוצעו חמשת טיפולי החיטוי טיפולי החיטוי בכל חלקה:

1. היקש ללא חיטוי כלל
 2. פורדור 37 במינון 225 ליטר/דונם.
 3. אדיגן במינון 30 ליטר/דונם.
 4. שילוב 1, שילוב פורדור 37 ואדיגן במינון מלא (225 ליטר/דונם ו- 30 ליטר/דונם, בהתאמה)
 5. שילוב 2, שילוב פורדור 37 ואדיגן במינון מופחת של פורדור (150 ליטר/דונם ו- 30 ליטר/דונם, בהתאמה).
- התכשירים אדיגן ופורדור יושמו בחלקת ההיסטוריה באותם קטעים בהם בוצע החיטוי באותו תכשיר גם בשנה הקודמת. כלומר נבחנה יעילות התכשירים פורדור ואדיגן בגידול רצוף ובשום חוזר של התכשירים במשך שנתיים ברציפות.**

כל חזרה ביישום במטרות היא ברוחב 9 ערוגות בין קווי ההשקיה ובאורך 24 מטר, סה"כ 6 מטרות לחלקה. הטיפול בוצעו ביישום בממטירונים (דגם 5022 נען-דן) היו ברוחב 12 מטר בין קווי השקיה (6 ערוגות) ובאורך 24 מטר.

לפני ביצוע החיטויים נלקחו דוגמאות קרקע מהחלקות המיועדות לחיטוי באדיגן לבחינת קצב פרוק התכשיר. נלקחו דוגמאות מהחלקות בהם בוצע חיטוי באדיגן בשנה הקודמת ואשר מיועדות לחיטוי בתכשיר בעונה זו. במקביל נלקחו דוגמאות קרקע מחלקות חדשות שמיועדות לחיטוי באדיגן ושבהם לא בוצע חיטוי בתכשיר בשנה שעברה. כביקורת נלקחו דוגמאות קרקע ללא היסטוריה של יישום באדיגן. במעבדה הוכנסו הקרקעות למכלי זכוכית ייעודיים המאפשרים יישום תכשירי הדברה, קטילת פטריות בוחן, ומדידה כמותית של MITC שהוא החומר הפעיל המשתחרר לקרקע לאחר יישום מתאם סודיום. לפני יישום מתאם סודיום הוטמנו במכלים שקיות רשת ובהם גופי השתמרות של פוזריום. לאחר יישום התכשיר נבדק ריכוז MITC באוירת הקרקע במשך 7 ימים. לאחר שבעה ימים הוצאו שקיות הרשת ונבחנה חיוניות גופי ההשתמרות של הפוזריום. מבחן מקדים זה מאפשר לחזות את התנהגות תכשיר החיטוי בקרקע, את עקום היצירה והפירוק של החומר הפעיל MITC בקרקע ואת השפעת היישום החוזר על התנהגות MITC בהשוואה לקרקע ללא היסטוריה של יישום מתאם סודיום.

בשדה לפני ביצוע החיטויים, הוטמנו בקרקע בכל חלקה שקיות רשת ובהם גופי השתמרות של פוזריום הגורם לריקבון הכתר בעגבניות. פטריה זו עמידה יחסית לאמצעי חיטוי ולכן מהווה אמצעי טוב לבחינת כישלונות בביצוע החיטוי. במקביל נאספו דוגמאות קרקע מכל החלקות לקביעת אוכלוסיות פיתום לפני החיטוי. שבועיים לאחר ביצוע החיטוי נשלפו שקיות הרשת ונקבע שיעור חיוניות הפטריות. במקביל נלקחו שוב דוגמאות קרקע מכל החלקות ונקבע שיעור הישרדות הפטריה פיתום בכל החלקות.

מספר שעות לפני ביצוע החיטויים פוזרו בחלקות כלי קיבול לצורך קביעת אחידות פיזור התכשירים בחלקה. מיד בתום יישום התכשיר, נאספו הכלים ונמדדו כמות המים בכל מקום וריכוז התכשיר (פורמלין) בדוגמא שנאספה. בחלק השדה שבוצע בו יישום פורדור בממטירונים נתגלתה תקלה שגרמה לפיזור לקוי ביותר של התכשיר. לכן תוצאות הקטילה והיבול בעקבות יישום תכשיר פורדור אינן מובאות בטבלאות ובאיורים.

אגוזי אדמה מהזן חנוך נורעו בחלקה ב-10 באפריל 2003. מתחילת חודש יולי דגמנו שיחים מכל החלקות ונקבע שיעור ריקבון תרמילים כתוצאה מפיתום ונגיעות בכתמי רשת בתרמילים. הנגיעות בפיתום סווגה לשלוש דרגות נגיעות נגיעות קלה – כתם או מספר כתמים קטנים; נגיעות קשה – השחרת התרמיל; ריקבון תרמיל.

חלקת הניסוי נעקרה בתאריך 10 ספטמבר 2003, ובתאריך 18 ספטמבר נדושה החלקה והתרמילים נאספו, ונשקלו. דגימות תרמילים מכל החלקות נבחנו לשכיחות נגיעות במחלות במעבדה במפעלים האזוריים בחבל מעון. במקביל נשלחו דגימות לחברת "תנובות שדה" בבאר שבע לצורך מיון התרמילים על פי מדדי איכות לשווק (התפלגות גודל תרמילים ואיכותם).

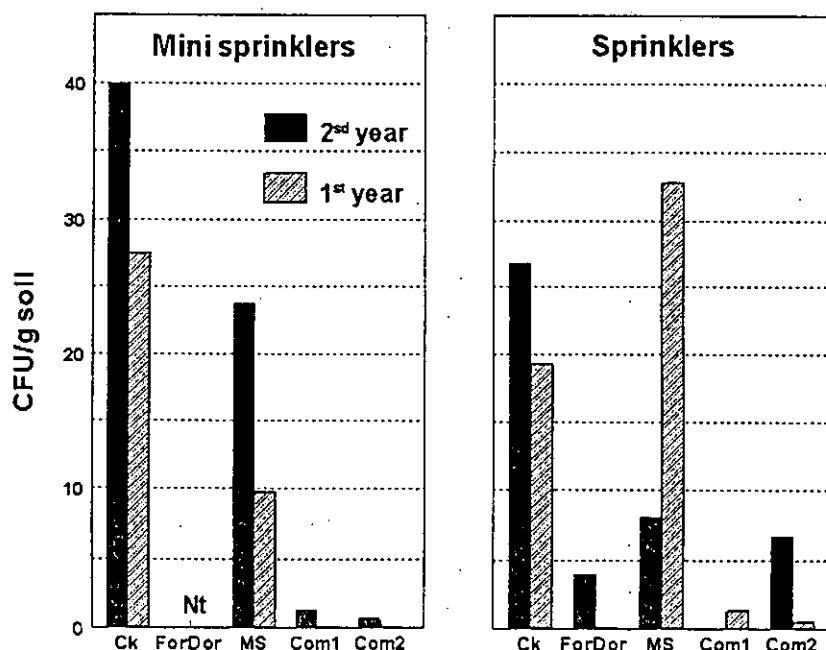
תוצאות

השפעת יישום חוזר של מתאם סודיום בקרקעות על יעילותו: בחינה במערכת מבוקרת.

יעילות קטילת אוכלוסיית פוזריום באמצעות מתאם סודיום פוחתת עם מספר יישומי התכשיר. בקרקע ללא היסטוריית יישום מתאם סודיום (1st application), התקבלה קטילה יעילה ביותר. לעומת זאת יישום מתאם סודיום בקרקע עם היסטוריה של יישום קודם (2nd application) היתה קטילה חלקית בלבד. מינון התכשיר שניתן בניסוי זה הוא 60 ח"מ, ריכוז גבוה אשר גורם לקטילה מלאה של הפטריה בתנאים רגילים. חוסר הקטילה בקרקע בעלת היסטוריה של יישום קודם של התכשיר מוסבר על ידי העלמות מהירה של MITC שהוא החומר הפעיל שמשחרר בקרקע בעקבות יישום מתאם סודיום. התוצאה של פרוק מואץ של MITC בקרקע היא כמות חומר פעיל נמוכה מהדרוש וחוסר הדברה יעילה.

קטילת גופי ריבוי בקרקע

היישומים המשולבים (מינון מלא ומופחת) קטלו ביעילות את גופי הריבוי של הפיתיוס בקרקעות ללא קשר להיסטוריה של יישום קודם של מתאם סודיום בחלקה (איור 2). בחלקות ההיקש נמצאה אוכלוסיה רבה של הפטריה ללא קשר להיסטוריה של גידול קודם. יישום אדיגן היה יעיל חלקית בקטילת פיתיוס בקרקע. בחלקות שבהם בוצע חיטוי באדיגן שנה קודם היתה פחיתה ביעילות התכשיר ביישום באמצעות ממטירונים (איור 3). יישום אדיגן בממטרות נתן תוצאות בעלות שונות גבוהה ולכן לא ניתן להסיק מהתוצאות על השפעת היסטוריה אדיגן על קטילת הפטריה. באופן כללי ניתן לראות כי יעילות הקטילה פוחתת כאשר מבוצע יישום חוזר בחלקה.



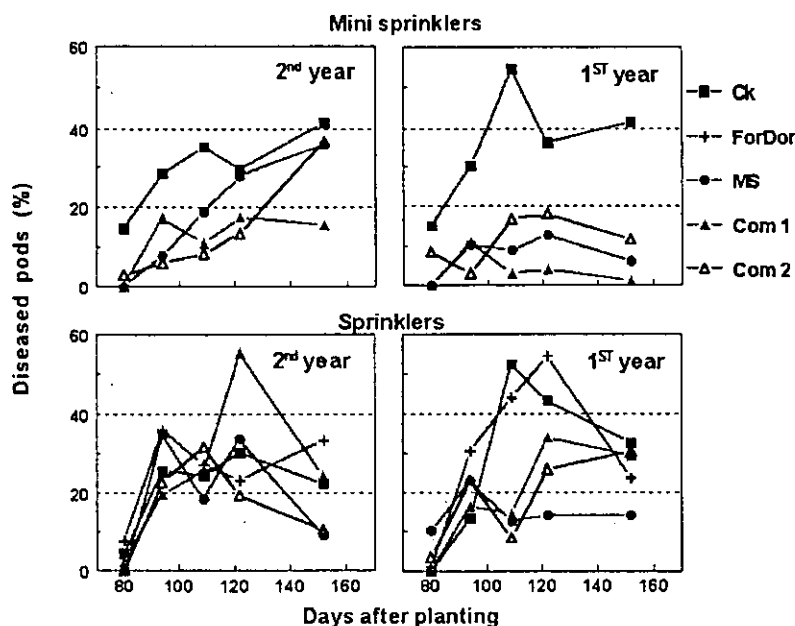
איור 2. השפעת חיטוי קרקע והיסטוריית יישום קודם של מתאם סודיום על הישרדות גופי ריבוי של פיתיוס. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2003, ביישום דרך מערכת ההשקיה (קווי ממטרות Sprinkler, או ממטירונים Mini sprinkler). טיפולי החיטוי כללו: פורדור 37 (ForDor, 225 ליטר/דונם), אדיגן (MS, 30 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא (Com1): פורדור 37 ואדיגן (225 ליטר/דונם ו-30 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת (Com2): פורדור 37 ואדיגן (150 ליטר/דונם ו-30 ליטר/דונם, בהתאמה). חלקות היקש לא חוטאו כלל. דגימות הקרקע נלקחו כשלושה שבועות לאחר החיטוי מעומק 5-20 ס"מ. ניתוח סטטיסטי מובא בטבלה להלן. Nt = לא נבדק.

התפתחות הצמחים ונגיעות תרמילים במהלך הגידול

התפתחות הצמחים בכל החלקות שחוטאו היתה דומה. בחלקות ההיקש היה הגידול נחות במעט מגידול הצמחים בשאר החלקות. מתחילת חודש יולי (80 ימים מזריעה) נעקרו מדגמים של שיחים מכל החלקות למעקב אחר התפתחות פגעים בתרמילים הנוצרים. בחלק הדרומי של השדה, שחוטא באמצעות ממטירונים הצמחים שגדלו בקרקע היסטוריה בכל הטיפולים, התפתחו פחות טוב והנוף הצהיב בהשוואה לצמחים שגדלו בקרקע ללא היסטוריה של גידול אגא"ד בעונת 2002.

נגיעות תרמילים בפיתיוס. נגיעות רבה בפיתיוס נצפתה בתרמילים בחלקות ההיקש כבר בשלב הראשון להיווצרותם, 80 ימים מזריעה (איור 3). הנגיעות בחלקות ההיקש בכל מועדי הדגימה היתה דומה ומרמזת כי התרמילים נתקפים בשלבים הראשונים להתפתחותם בקרקע. ניתן לזהות שיחים שתרמיליהם נגועים על פי סימנים של כלורוזה והצהבת עלים. הנגיעות בתרמילים מגיעה לשיא בשיעור 40-55% בחלקות ההיקש לאחר 110 ימים מזריעה. יישום חוזר של אדיגן בקרקע היסטוריה לא היה יעיל בהדברת פיתיוס בתרמילים. שיעור הנגיעות בתרמילים בעקבות יישום אדיגן בקרקע היסטוריה היה 38%, בהשוואה ל-8% נגיעות בחלקות ללא היסטוריה שבהם בוצע חיטוי באדיגן. מגמה זו מובהקת ובולטת בשתי החלקות (ממטרות וממטירונים). בקרקע היסטוריה היה שיעור הנגיעות בתרמילים בחלקות המחוטאות דומה לנגיעות בחלקות ההיקש, מלבד החיטוי בשילוב תכשירים במינון מלא.

יישום משולב של פורדור ואדיגן במינון מלא ומינון מופחת באמצעות ממטירונים היה יעיל בהדברת פיתיוס גם בקרקע ללא היסטוריה וגם בקרקע שבה גודלו אגא"ד בשנה שקדמה לניסוי (איור 4). יישום התכשירים בממטרות מאופיין בשונות רבה מאד אשר נובעת ככל הנראה מהפיזור הלקוי של תכשירי החיטוי.

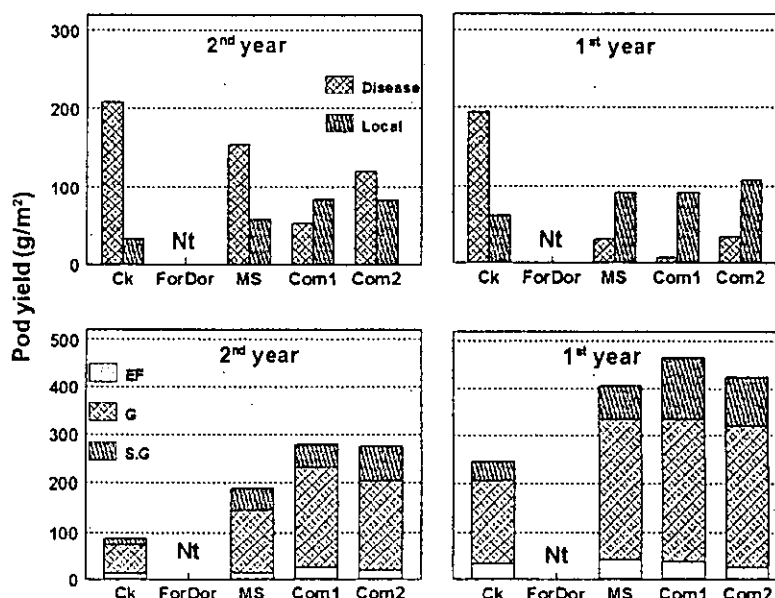


איור 3. השפעת חיטוי קרקע והיסטוריית יישום קודם של מתאם סודיום על התפתחות מחלת הפיתיוס בתרמילי אגוזי אדמה. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2003, ביישום דרך מערכת ההשקיה (קווי ממטרות Sprinkler, או ממטירונים Mini sprinkler). טיפולי החיטוי כללו: פורדור 37 (ForDor, 225 ליטר/דונם), אדיגן (MS, 30 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא (Com1): פורדור 37 ואדיגן (225 ליטר/דונם ו-30 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת (Com2): פורדור 37 ואדיגן (150 ליטר/דונם ו-30 ליטר/דונם, בהתאמה). חלקות היקש לא חוטאו כלל. דיגום התרמילים לנגיעות במחלות החל 80 יום לאחר זריעה. ניתוח סטטיסטי לשיעור התרמילים הנגועים בוצע בזמן האסיף לכל שיטת השקיה בנפרד ומובא בטבלה להלן.

השפעת טיפולי החיטוי על היבול ואיכות התרמילים.

יבול התרמילים בקרקע ללא היסטוריה היה רב יותר באופן מובהק מהיבול בקרקע עם היסטוריה בכל הטיפולים. היבול הנמוך יותר בכל החלקות בקרקע היסטוריה הוא תולדה של התגברות המחלות, אך יתכן כי גם בעקבות הצטברות מרכיבים אגרוטכניים נוספים כתוצאה מגידול חוזר (שאינו מקובל במערכת משקית מסחרית). היבול בקרקע היסטוריה בחלקות שחוטאו במתאם סודיום היה נמוך ודומה ליבול בחלקות ההיקש. טיפולי החיטוי המשולבים במינון מלא ומופחת תרמו ליבול הרב ביותר ללא קשר להיסטוריה הקרקע בשתי החלקות. בחלקה שחוטאה בממטירונים, כל טיפולי החיטוי תרמו תוספת משקל מובהקת, מעל 100 ג' למ"ר. מאידך, תרומת החיטויים המשולבים בהגדלת היבול היתה רבה יותר בקרקע ללא היסטוריה של גידול אגאייד בשנה שקדמה לניסוי. פורדור לבדו תרם ליבול גבוה בקרקע ללא היסטוריה אך לא הגדיל אותו בקרקע היסטוריה, בהשוואה לחלקות היקש באותה היסטוריה גידול. בחלקה שחוטאה בממטירות נרשמו הבדלים קטנים יותר ביבול בקרקע היסטוריה לעומת קרקע ללא היסטוריה אך המגמה הכללית בהגדלת היבול על ידי החיטוי המשולב דומה לאשר הוצג לגבי החיטויים שבוצעו באמצעות ממטירונים.

איכות התרמילים (שעור התרמילים באיכות יצוא לעומת התרמילים המיועדים, לשוק מקומי) פחתה באופן מובהק בחלקות המחוטאות בגידול אגאייד ברציפות (איור 4). יישום חוזר של אדיגן בממטירונים בקרקע היסטוריה לא הדביר את המחלות ומשקל התרמילים הנגועים בקרקע זו היה פי 5 (153 ג' מ"ר), בהשוואה למשקל תרמילים נגועים בקרקע ללא היסטוריה שחוטאה באדיגן (29 ג' מ"ר). יבול התרמילים באיכות יצוא בקרקע היסטוריה שחוטאה באדיגן היה 45% מהיבול המקביל בקרקע ללא היסטוריה. בחלקות ההיקש איכות התרמילים היתה ירודה גם בקרקע היסטוריה וגם בגידול ראשון ללא הבדל בין שתי החלקות. החיטויים המשולבים, במינון מלא ובמינון מופחת, הגדילו את יבול התרמילים באיכות יצוא (150 ג' למ"ר במוצע בהשוואה לביקורת).



איור 4. השפעת חיטוי קרקע והיסטוריית יישום קודם של מתאם סודיום על התפלגות יבול תרמילי אגוזי אדמה: ייצוא (E.F, G., S.G.), שוק מקומי (Local) ומחלות (Disease). חיטוי הקרקע בוצעו באמצעות מערכת ההשקיה (ממטירונים) בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2003. טיפולי החיטוי כללו: פורדור 37 (ForDor), 225 ליטר/דונם, אדיגן (MS, 30 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא (Com1): פורדור 37 ואדיגן (225 ליטר/דונם ו-30 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת (Com2): פורדור 37 ואדיגן (150 ליטר/דונם ו-30 ליטר/דונם, בהתאמה). חלקות היקש לא חוטאו כלל. בעת הדיש נאספו התרמילים מחלקות בשטח 10 מ"ר ונקבע שעור יבול התרמילים בטיפולים השונים. ניתוח סטטיסטי מופיע בטבלה להלן. Nt = לא נבדק.

שנה ב'

מטרת המחקר

מטרת העבודה בשנת 2004 היתה לבחון בהיקף נרחב יותר את התנהגותו של מתאם סודיום בשדה והקשר בין הממצאים במעבדה ליעילות ההדברה בשדה.

בשנת המחקר השניה התמקדנו בשתי כוונות.

1. תיעוד התנהגות MITC בקרקעות שונות והמתאם בין תוצאות במעבדה לתוצאות בשדה
2. השפעת טיפולים שונים בקרקע שהתפתח בה פרוק מואץ על התעצמות התופעה או הפחתתה

1. תיעוד התנהגות MITC בקרקעות שונות והמתאם בין תוצאות במעבדה לתוצאות בשדה

פירוט ניסויים

בקיץ 2003 הוצבו שלושה ניסויי שדה בחלקות בהן מנוהל מחזור גידולים מקובל באזור ושהן קיימת נגיעות בדוררת. הניסויים בוצעו במשקים כמפורט להלן:

א. עלומים (גד"ש עלומים - סעד) בחלקות לב הנגב

הניסוי בוצע בקרקע חולית מושקית בממטירים. טיפולי החיטוי בוצעו בין שני קווי השקיה (6 ממטירים לטיפול). כל חלקה היתה ברוחב 18 מטר ובאורך 36 מטר.

ב. עין השלושה

הניסוי בוצע בקרקע לס כבדה מושקית בממטירים. הטיפולים בוצעו בין שני קווי השקיה (6 ממטירים לטיפול). כל חלקה היתה ברוחב 18 מטר ובאורך 36 מטר.

ג. אופקים (גד"ש הר חברון)

הניסוי בוצע בקרקע לס מושקית בקונוע מחוגי. הטיפולים בוצעו בגזרה אחת, בהיקף הממתח האחרון (60 מטר אורך). בממתח זה נסגרו 6 ממטירי השקיה כדי ליצור חלקת היקש (ללא חיטוי) אשר היתה צמודה לכל טיפול בנפרד. כל חלקה היתה ברוחב 20 מטר ובאורך 30 מטר.

טיפול החיטוי שנבחנו היו:

1. היקש ללא חיטוי.
2. (*) אדיגן/מתמור במינון 60 ליטר לדונם – יישום פרופורציונלי.
3. פורדור 37 במינון 250 ליטר לדונם – יישום פרופורציונלי (למעט בניסוי אופקים).
4. שילוב מופחת – אדיגן/מתמור 30 ליטר לדונם ופורדור 150 ליטר לדונם – יישום פרופורציונלי.
5. שילוב מסחרי – אדיגן/מתמור 60 ליטר לדונם ופורדור 250 ליטר לדונם – יישום פרופורציונלי.

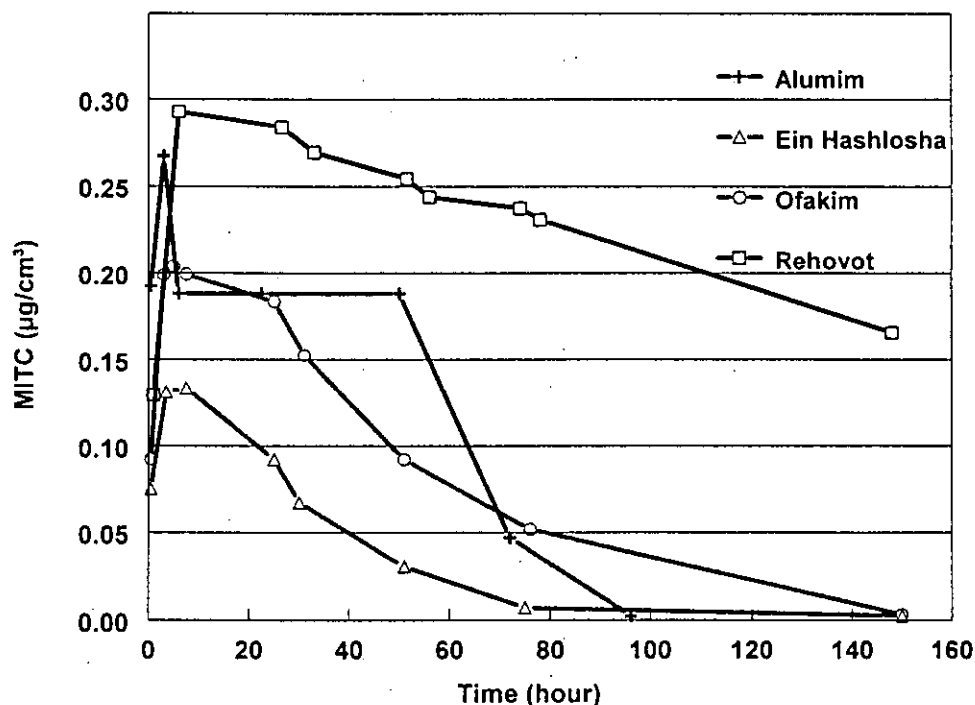
(*) אדיגן יושם בניסויים באופקים ועלומים, ומתמור יושם בניסוי עין השלושה.

דגימות קרקע נלקחו מהחלקות טרם חיטוי הקרקע, לשם קביעת עקום היצירה והפירוק של MITC בתנאי יישום מבוקרים. MITC הינו החומר הפעיל המשתחרר ממתאם סודיום בקרקע, משך הישארותו בקרקע קובע את פעילות התכשיר בקטילת הפגעים בקרקע. לפני ביצוע החיטויים, הוטמנו בקרקע בכל חלקה שקיות רשת ובהם גופי השתמרות של פטריות לצורך הערכת יעילות הקטילה בתום החיטוי, השקיות הוטמנו בעומק 20, 40 ס"מ. כל החיטויים בוצעו ביישום פרופורציונלי, כלומר הזרמת תמיסת תכשיר במשך כל ההשקיה. יישום התכשירים בכל הטיפולים בוצע ב- 40 מ"ק מים לדונם. שלושה שבועות לאחר ביצוע החיטוי נשלפו שקיות הרשת ונקבע שיעור חיוניות הפטריות.

תוצאות:

א. יצירת MITC בקרקעות בתנאים מבוקרים:

עקום יצירת MITC שונה בשלושת הקרקעות הנבחנו. כמות MITC הקטנה ביותר נרשמה בקרקע עין השלושה והגבוהה ביותר בקרקע עלומים. בכל הקרקעות העקום נמוך מקרקע רחובות אשר שימשה כקרקע ייחוס. מצאנו קשר ישיר בין כמות MITC לקטילת גופי הריבוי של פוזריום בקרקע. כלומר, יצירה מעטה של MITC והעלמותו המהירה מקטינים את הסיכוי לקטילת הפגעים בקרקע (איור 5 וטבלה 2).



איור 5. עקום יצירת MITC בקרקעות השונות (ללא היסטוריה קודמת של יישום מתאם סודיום) לאורך זמן. יישום 70 ppm של מתאם סודיום בקרקע, בתוספת כמות מים לקבלת רטיבות קרקע של 80% מקיבול שדה (25 מ"צ).

טבלה 2 – השפעת יישום MITC לקרקע על עקום יצירת MITC מבוסא בערכי CxT^(*) ועל הישרדות גופי ריבוי של פוזריום.

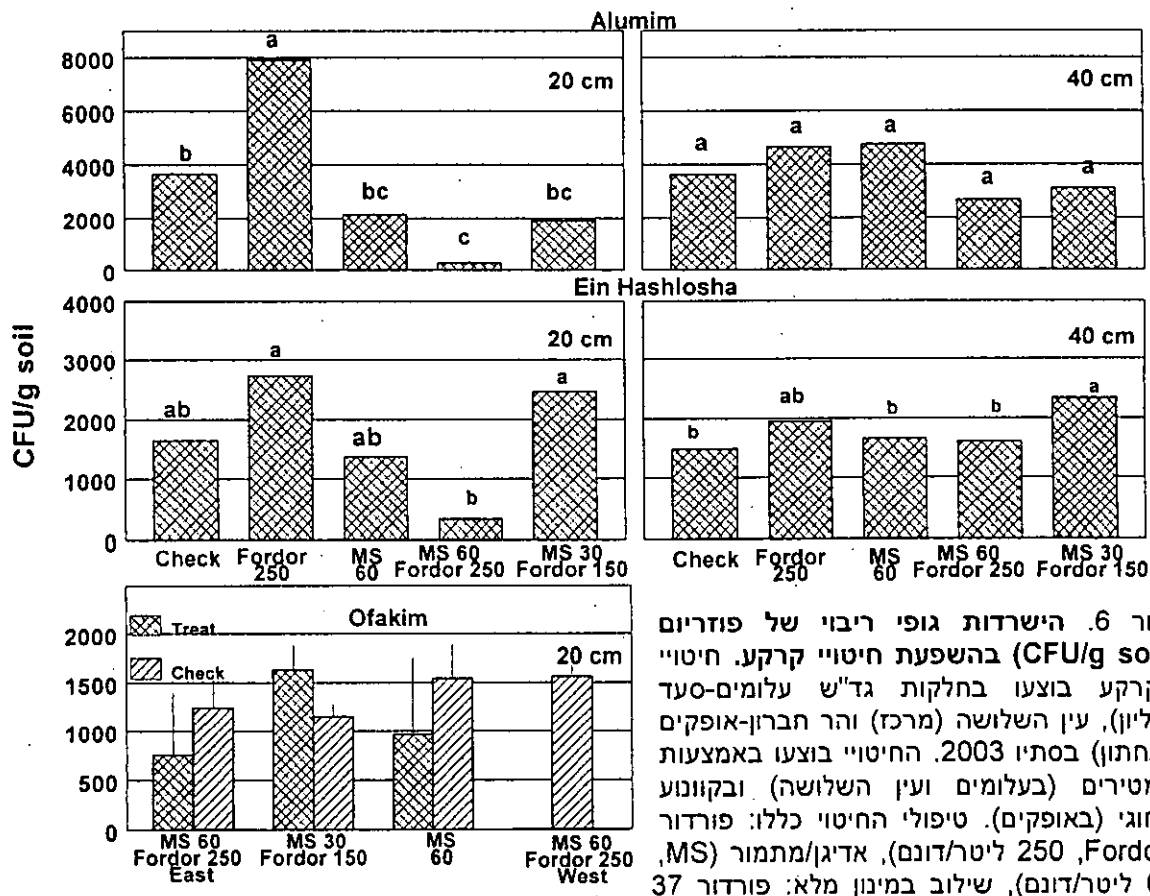
קרקע	כמות בקרקע (µg*h)	MITC CxT	FORL % מביקורת הישרדות
רחובות	33.87		0
עלומים	12.71		40
אופקים	11.91		38
עין השלושה	5.04		100

^(*) CxT מכפלת ריכוז MITC בקרקע במשך החשיפה בשעות.

ב. ניסויי שדה:

1. קטילת פטריות מבחן:

שילוב מתאם סודיום ופורמלין במינון מלא קטל את פטרית המבחן בעומק 20 ס"מ, בחלקות עלומים ועין השלושה (איור 6). לעומת זאת, טיפולי החיטוי, מתאם סודיום (אדיגן/מתמור) ושילוב במינון מופחת היו יעילים חלקית בקטילת הפטריה בעומק 20 ס"מ. חיטוי פורמלין לבדו לא היה יעיל בקטילת הפטריה בקרקע בכל הניסויים ובכל העומקים שנבדקו.



איור 6. הישרדות גופי ריבוי של פוזריום (CFU/g soil) בהשפעת חיטוי קרקע. חיטוי הקרקע בוצע בחלקות גד"ש עלומים-סעד (עליון), עין השלושה (מרכז) והר חברון-אופקים (תחתון) בסתיו 2003. החיטוי בוצע באמצעות ממטרים (בעלומים ועין השלושה) ובקונוע מחוגי (באופקים). טיפולי החיטוי כללו: פורדור (Fordor 250 ליטר/דונם), אדיגן/מתמור (MS 60 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא: פורדור 37

ואדיגן/מתמור (250 ליטר/דונם ו- 60 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת: פורדור 37 ואדיגן/מתמור (150 ליטר/דונם ו- 30 ליטר/דונם, בהתאמה). חלקות היקש ללא חיטוי קרקע (Check). שקיות רשת ובהם גופי הריבוי הוטמנו בקרקע לפני ביצוע החיטויים, בעומק 20 ו-40 ס"מ, ונשלפו שלושה שבועות לאחר מכן. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$). ניתוח סטטיסטי לניסוי אופקים מובא בטבלה מס' 3.

2. גידול מחלה ויבול:

בחדשים ספטמבר ואוקטובר 2003 נזרעו בחלקות תפוחי אדמה כמפורט להלן:

- אופקים: תפוחי אדמה מזן בארן נזרעו ב- 18 בספטמבר 2003. הערכת נגיעות גבעולים בדוררת בוצעה בחלקה לאחר 80 יום ו- 100 יום מזריעה. הפקעות נאספו ב- 1.1.04.
- עלומים: תפוחי אדמה מזן רוזנה נזרעו ב- 1 באוקטובר 2003. הערכת נגיעות גבעולים בדוררת בוצעה בחלקה לאחר 85 יום ו- 110 יום מזריעה. הפקעות נאספו ב- 9.2.04.

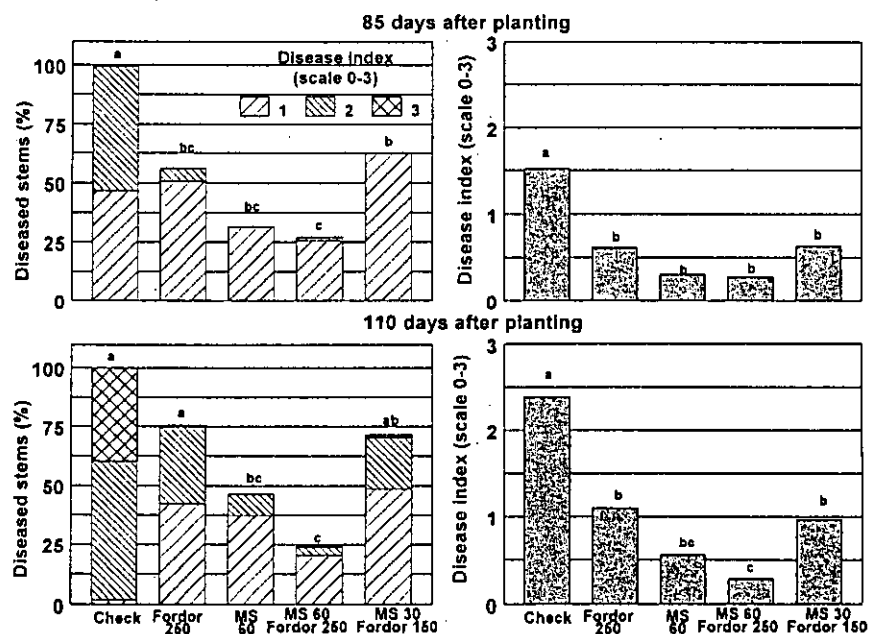
- עין השלושה: תפוחי אדמה מזן ויואלדי נורעו ב - 10 באוקטובר 2003. הערכת נגיעות גבעולים בדוררת בוצעה בחלקה לאחר 60 יום ו- 75 יום מזריעה. הפקעות נאספו ב - 19.2.04.

3. התפתחות מחלה:

עלומים:

לאחר 85 יום מזריעה בוצעה הערכת נגיעות של הצמחים בדוררת ונראו סימני החמה ונבילה בצמחים בכל הטיפולים (איור 7). נגיעות נמוכה בדוררת נרשמה בחלקות שחוטאו בשילוב התכשירים במינון מלא, כ- 27% צמחים נגועים, ובאדיגן לבד, 32% צמחים נגועים בהשוואה ל - 100% בחלקות ההיקש. בחלקות שחוטאו בפורדור לבד ובשילוב התכשירים במינון מופחת, נגיעות הצמחים בדוררת היתה בשיעור של- 56% ו- 63%, בהתאמה. נגיעות גבוהה בדוררת בשלבים מתקדמים של הגידול היא שכיחה בחלקות לב הנגב ונובעת ככל הנראה גם משילוב של נגיעות בנמטודות חופשיות. בכל הטיפולים נבדלה הנגיעות במובהק הן בשכיחות המחלה והן בחומרתה מחלקות הביקורת.

שכיחות המחלה וחומרתה התגברו לאחר 110 יום מזריעה והפערים בעיילות ההדברה בין החיטויים, התחדדו עוד יותר. נגיעות הצמחים בחלקות שחוטאו באדיגן או בשילוב תכשירים במינון מלא נשארה נמוכה (כ- 25%). לעומת זאת, נגיעות הצמחים התגברה בחלקות שחוטאו בפורדור ובשילוב תכשירים במינון מופחת, אך גם כאן הנגיעות בטיפולים אלה היתה נמוכה מהנגיעות בחלקות ההיקש באופן מובהק.

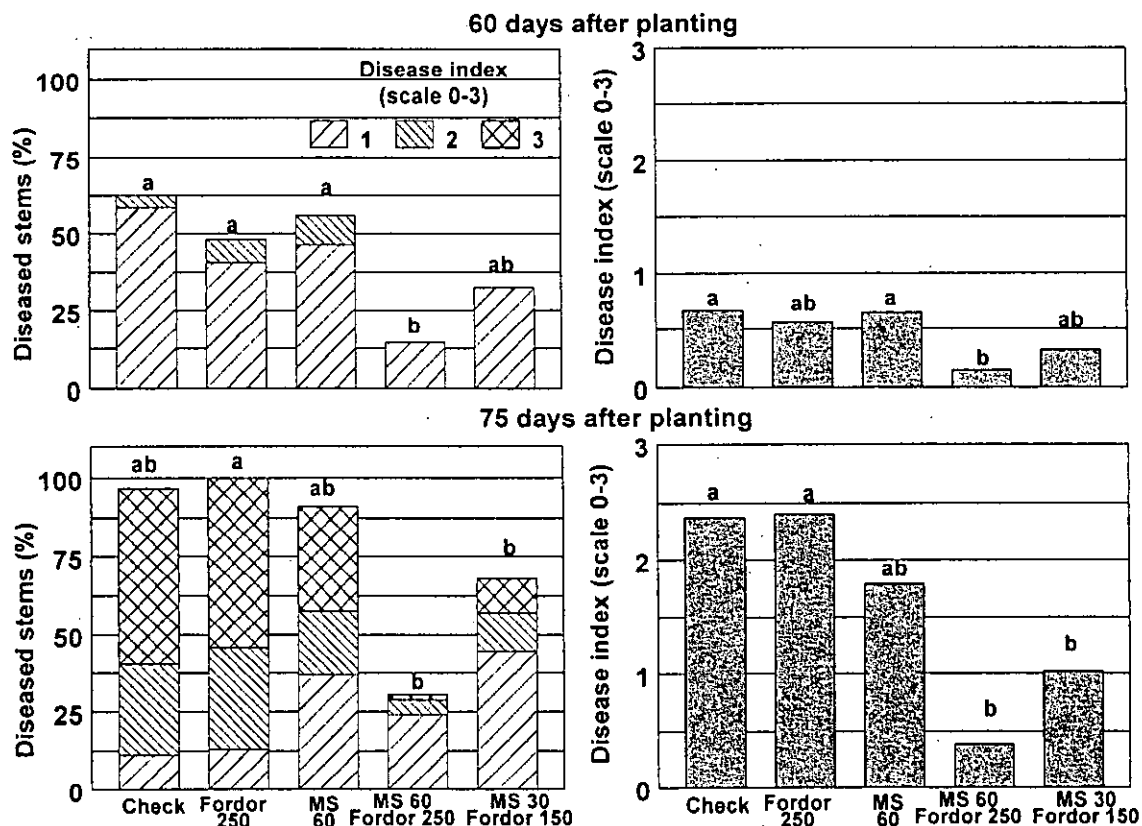


איור 7. השפעת חיטוי קרקע על נגיעות צמחי תפוחי אדמה בדוררת (Diseased stems, %) ועל חומרת המחלה (Disease index), לאחר 85 ו- 110 יום מזריעה. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת גד"ש עלומים-סעד (גוש לב הנגב), סתיו 2003, באמצעות ממטירים. טיפולי החיטוי כללו: פורדור (250 ליטר/דונם), אדיגן (60 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא: פורדור 37 ואדיגן (250 ליטר/דונם ו- 60 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת: פורדור 37 ואדיגן (150 ליטר/דונם ו- 30 ליטר/דונם, בהתאמה). חלקות היקש ללא חיטוי קרקע (Check). הערכת נגיעות הצמחים בוצעה באמצעות אינדקס חומרה, החמת צינורות ההובלה בבסיס הגבעול (סולם 0-3), 0 = צינורות הובלה נקיים ו- 3 = יצירת גופי פרי של דוררת ונבילת הצמח. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$).

עין השלושה:

הצמחים נתקפו בדוררת כבר בשלב מתקדם בגידול. סימפטומים של דוררת בצמחים נרשמו כבר לאחר 60 יום מזריעה. בחלקות ההיקש נרשמה נגיעות גבוהה בגבעולים, 62% (איור 7). בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מלא ובשילוב במינון מופחת, נרשמה נגיעות נמוכה בשיעור של 27% ו- 33%, בהתאמה. בחלקות שחוטאו בפורדור ובמתמור לבד נרשמה נגיעות גבוהה יותר בשיעור של 47% ו- 55%, בהתאמה.

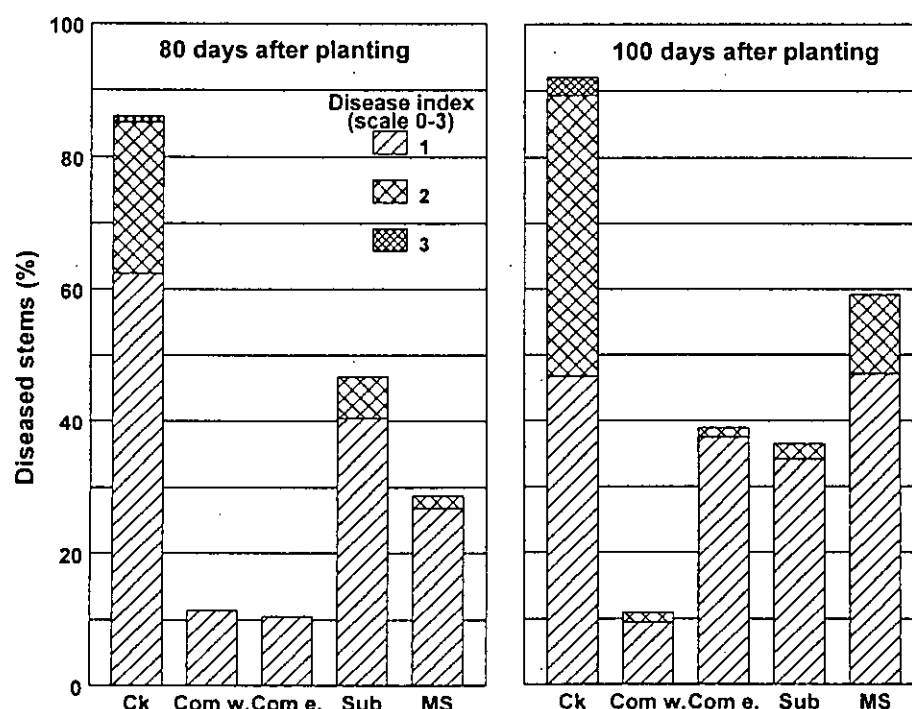
שכיחות המחלה וחומרתה התגברו לאחר 75 יום מזריעה בכל החלקות (איור 7). בחלקות שחוטאו במתמור ופורדור נרשמה נגיעות בצמחים בשכיחות גבוהה, 90% ו- 100%, בהתאמה. חומרת מחלה גבוהה (דרגה 3) בשיעור גבוה נרשמה בחלקות ההיקש ובחלקות שחוטאו בפורדור ובמתמור. בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מלא, נשמרה נגיעות הצמחים נמוכה (כ- 30%). החיטוי בשילוב תכשירים במינון מופחת היה יעיל חלקית (נגיעות הצמחים היתה כ- 70%), אך הנגיעות בצמחים לא נבדלה באופן מובהק מזו בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מלא.



איור 7. השפעת חיטוי קרקע על נגיעות צמחי תפוחי אדמה בדוררת (Diseased stems, %) ועל חומרת המחלה (Disease index), לאחר 60 ו- 75 יום מזריעה. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת גד"ש עין השלושה, סתיו 2003, באמצעות ממטירים. טיפולי החיטוי כללו: פורדור (Fordor 250, 250 ליטר/דונם), מתמור (MS, 60 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא: פורדור 37 ומתמור (250 ליטר/דונם ו- 60 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת: פורדור 37 ומתמור (150 ליטר/דונם ו- 30 ליטר/דונם, בהתאמה). חלקות היקש ללא חיטוי קרקע (Check). הערכת נגיעות הצמחים בוצעה באמצעות אינדקס חומרה, החמת צינורות ההובלה בבסיס הגבעול (סולם 0-3), 0 = צינורות הובלה נקיים ו- 3 = צירת גופי פרי של דוררת ונבילת הצמח. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$).

אופקים:

גידול נחות של הצמחים נצפה בחלק מחלקות ההיקש בהשוואה לחלקות החיטוי הסמוכות בשלבי הגידול הראשונים. לאחר 80 יום מזריעה נקבעה נגיעות גבעולים בדוררת (איור 8). נגיעות נמוכה בדוררת נרשמה בחלקות שחוטאו בטיפול מסחרי (מזרח ומערב), כ- 10% צמחים נגועים, בהשוואה ל- 85% בחלקות ההיקש. בחלקות שחוטאו באדיגן ובשילוב התכשירים במינון מופחת, נגיעות הצמחים בדוררת היתה בשיעור של 29% ו- 47%, בהתאמה. תפוחי אדמה נאספו מהחלקה לאחר 100 יום מזריעה ללא הקמלת הנוף, ולכן בוצעה הערכת נגיעות נוספת ביום האסיף. במועד האסיף, נרשמה נגיעות נמוכה, כ- 10%, רק בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מלא (מערב). טיפולי החיטוי, באדיגן או שילוב במינון מופחת היו יעילים בהדברת הדוררת, אך בשיעור פחות מאשר החיטוי המשולב במינון מלא (39% נגיעות בשילוב מסחרי מזרח, 36% נגיעות בשילוב מופחת ו- 59% נגיעות באדיגן). בכל החלקות היתה נגיעות הגבעולים נמוכה באופן מובהק מהנגיעות בחלקות ההיקש (טבלה 3). כמו כן, נמצא הבדל מובהק בנגיעות הגבעולים בחלקות שחוטאו באדיגן בהשוואה לגבעולים בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מלא בצד המערבי. לא נמצא הבדל מובהק בשאר ההסתכלויות הצמודות. נמצאו הבדלים מובהקים בהסתכלויות צמודות כמו בנגיעות במחלה. למרות שכיחות גבוהה של צמחים נגועים, בחלקות שחוטאו באדיגן, חומרת המחלה (אינדקס) אינה גבוהה, 1.69, בהשוואה להיקש הסמוך.



איור מס' 8. השפעת חיטוי קרקע על נגיעות צמחי תפוחי אדמה בדוררת (Diseased stems, %), לאחר 80 ו-100 יום מזריעה. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת ג"ש הר חברון (גוש אופקים), סתיו 2003, באמצעות קונוע מחוגי. טיפולי החיטוי כללו: אדיגן (MS, 60 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא, מזרח ומערב (Com e., Com w.): פורדור 37 ואדיגן (250 ליטר/דונם ו- 60 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת (Sub): פורדור 37 ואדיגן (200 ליטר/דונם ו- 30 ליטר/דונם, בהתאמה). לכל טיפול הוצבה חלקת היקש סמוכה (ללא חיטוי). הערכת נגיעות הצמחים בוצעה באמצעות אינדקס חומרה, החמת צינורות ההובלה בבסיס הגבעול (סולם 0-3), 0= צינורות הובלה נקיים ו- 3= יצירת גופי פרי של דוררת ונבילת הצמח. ניתוח סטטיסטי מובא בטבלה מס' 1 בעמ' 11.

3. יבול:

עלומים:

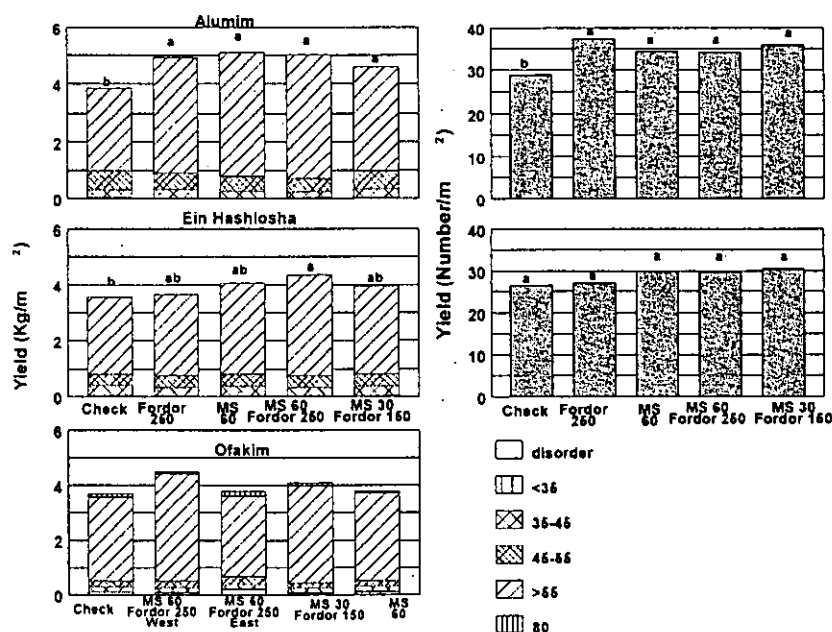
לאחר 110 יום מזריעה הוקמל הנוף ולאחר שלושה שבועות נוספים נאספו הפקעות (נדגמו 3 ערוגות באורך 6 מ' כל אחת בכל חלקה). בכל החלקות שחוטאו התקבל יבול פקעות רב יותר מאשר בחלקות ההיקש (מעל 4.5 ק"ג למ"ר בחלקות שחוטאו ו- 3.8 ק"ג למ"ר בחלקות ההיקש, איור 6). בחלקות שחוטאו בפורדור, באדיגן ובשילוב תכשירים במינון מלא, יבול פקעות גדולות (מעל 50 מ"מ) היה 4 ק"ג למ"ר. לעומת זאת, בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מופחת יבול פקעות גדולות היה קטן יותר, 3.5 ק"ג למ"ר, בהשוואה לחיטויים האחרים. תרומת החיטויים לתוספת היבול במשקל נובעת בעיקר מגידול במספר הפקעות, שהיה גדול יותר בהשוואה לחלקות ההיקש, ללא חיטוי קרקע.

עין השלושה:

לאחר 110 יום מזריעה הוקמל הנוף ולאחר שלושה שבועות נוספים נאספו הפקעות (נדגמו 4 ערוגות באורך 6 מ' כל אחת בכל חלקה). יבול רב נרשם בכל החלקות. היבול בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מלא היה רב באופן מובהק מהביקורת, 4.4 ק"ג למ"ר לעומת 3.6 ק"ג למ"ר (איור 6). היבול בשאר הטיפולים אינו נבדל מיבול הביקורת. לא נמצא הבדל מובהק במספר הפקעות בין החיטויים ולביקורת. כלומר, תרומת המשקל ליבול נבעה מפקעות גדולות יותר ולא מגידול במספר הפקעות.

אופקים:

לאחר 100 יום מזריעה נאסף היבול ללא הקמלת הנוף (נדגמו 6 מ' מארבע ערוגות בחלקות שחוטאו ושלוש ערוגות מחלקות ההיקש). יבול הפקעות היה הרב ביותר בחלקות שחוטאו בשילוב תכשירים במינון מלא (מערב), כ- 4.5 ק"ג למ"ר (איור 6). יבול הפקעות בכל החלקות היה מעל 3.5 ק"ג למ"ר. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ביבול הפקעות (טבלה 1).



איור 6. השפעת חיטוי קרקע על התפלגות פקעות של תפוחי אדמה (לאחר 130 יום מזריעה). חיטוי הקרקע בוצעו בחלקות גד"ש עלומים-סעד (עליון), עין השלושה (מרכז) והר חברון-אופקים (תחתון) בסתיו 2003. החיטוי בוצעו באמצעות ממטירים (בעלומים ועין השלושה) ובקונוע מחוגי (באופקים). טיפולי החיטוי כללו: פורדור (Fordor, 250 ליטר/דונם), אדיגן/מתמור (MS, 60 ליטר/דונם), שילוב במינון מלא: פורדור 37 ואדיגן/מתמור (250 ליטר/דונם ו- 60 ליטר/דונם, בהתאמה) ושילוב במינון מופחת: פורדור 37 ואדיגן/מתמור (150 ליטר/דונם ו- 30 ליטר/דונם, בהתאמה). חלקות היקש ללא חיטוי קרקע (Check). בהתאמה. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$).

טבלה מס' 3 – סיכום סטטיסטי של ניסוי אופקים.

יבול	נגיעות גבעולים בדוררת				הישרדות (CFU/g FORL soil)	טיפול	השוואת זוגות
	100 יום		80 יום				
	אינדקס	מחלה	אינדקס	מחלה			
3.86 A	1.46 A	93.60 A	1.26	81.48	A ⁽¹⁾ 1562	מסחרי היקש מערב	1
4.50 A	0.12 B	11.04 B	0.11	11.43	B 6	מסחרי מערב	
3.61 A	1.15 A	85.99 A	1.11	88.89	A 1241	מסחרי היקש מזרח	2
3.77 A	0.40 B	38.83 B	0.11	10.53	A 754	מסחרי מזרח	
3.84 A	1.31 A	90.62 A	1.10	90.00	B 1150	היקש שילוב מופחת	3
4.11 A	0.38 B	36.31 B	0.53	46.81	A 1633	שילוב מופחת	
3.55 A	1.69 A	98.09 A	0.96	84.00	A 1541	היקש אדיגן	4
3.78 A	0.71 B	59.18 B	0.31	28.85	A 962	אדיגן	
4.50 A	0.12 B	11.04 B	0.11	11.43	A 6	מסחרי מערב	5
3.78 A	0.71 A	59.18 A	0.31	28.85	A 962	אדיגן	
3.78 A	0.71 A	59.18 A	0.31	28.85	A 962	אדיגן	6
4.11 A	0.38 A	36.31 A	0.53	46.81	A 1633	שילוב מופחת	
4.11 A	0.38 A	36.31 A	0.53	46.81	A 1633	שילוב מופחת	7
3.77 A	0.40 A	38.83 A	0.11	10.53	A 754	מסחרי מזרח	

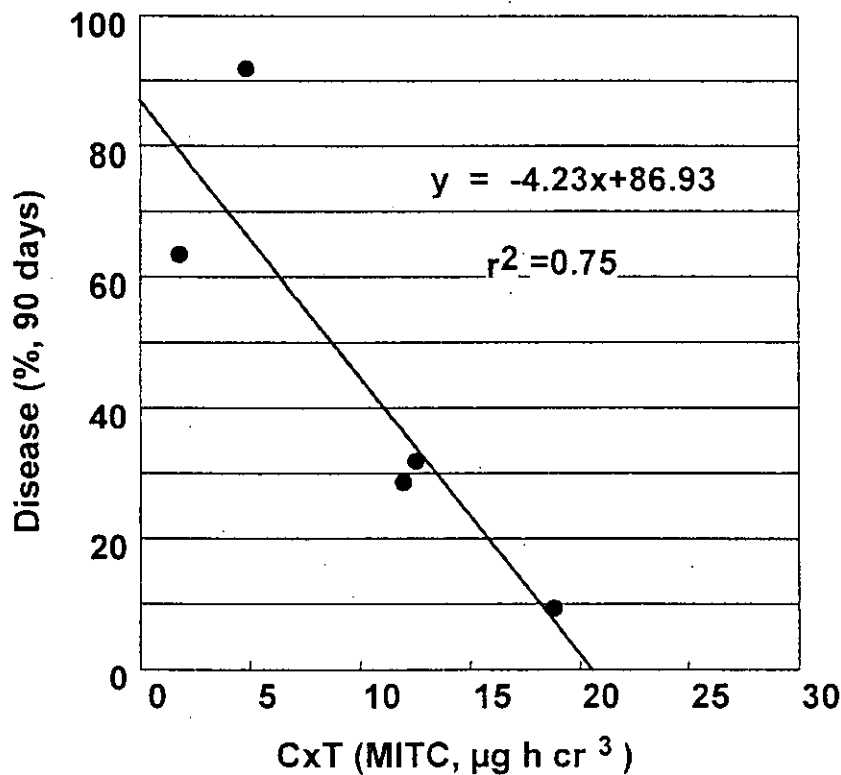
⁽¹⁾ ניתוח סטטיסטי בוצע לכל זוג הסתכלויות בנפרד. אותיות שונות מייצגות הבדל מובהק בין הזוגות ($P \leq 0.05$).

- הישרדות FORL - הישרדות גופי קיימא של פוזריום ביחידות של מספר מושבות בגרם קרקע (CFU/g soil).
- שכיחות מחלה - אחוז גבעולים נגועים בדוררת מסך כל הגבעולים שנדגמו.
- אינדקס מחלה - חומרת מחלה ממוצעת, מחושבת מהערכת נגיעות של החמת צינורות ההובלה בבסיס הגבעול (סולם 0-3), 0 = צינורות הובלה נקיים ו-3 = יצירת גופי פרי של דוררת ונבילת הצמח.
- יבול - משקל פקעות בק"ג למ"ר.

דיון ומסקנות

החלקות בנגב המערבי מאולחות בדוררת אשר גורמת נזק כלכלי משמעותי. חיטוי קרקע מפחית את הנזק באופן משמעותי. השגת יעילות מירבית של התכשירים תלויה בהבנת המשתנים הרבים המשפיעים כמו שיטת היישום והתנהגות התכשירים בקרקע. עקום היצירה והפירוק של MITC בקרקע שונה בקרקעות השונות ומשפיע על יעילות החיטוי. לכן, חשוב לדעת מראש את התנהגותו של התכשיר בקרקע ולהתאים את תכשיר החיטוי והמינון הדרוש על מנת להשיג הדברה טובה. שילוב התכשירים שיפר את ההדברה בכל החלקות ומהווה אמצעי להבטחת יעילותו של החיטוי בתנאי אי וודאות לגבי התנהגותו של התכשיר בקרקע.

חיטוי קרקע ע"י שילוב מתאם סודיום ופורדור היה היעיל ביותר בהדברת הדוררת בכל שלושת החלקות (איור 10). החיטוי במתאם סודיום לבדו היה יעיל בהדברת הדוררת בחלקת עלומים ואופקים, אך לא בחלקת עין השלושה. תוצאות ההדברה ע"י מתאם סודיום מקבילות לקצב העלמות MITC בקרקע כפי שנקבעה במעבדה (איור 7). היעלמותו של MITC בקרקע עין השלושה היתה המהירה ביותר. הניסויים בוצעו בחלקות בהן יושם בעבר מתאם סודיום. מאידך, לא נבדקה השוואה בין קרקע שבה יושם התכשיר בעבר לבין קרקע ללא יישום קודם. לכן, לא ניתן להקיש על הגורמים ליעילותו הנמוכה של מתאם סודיום בקרקע עין השלושה. שילוב מתאם סודיום ופורדור במינון מופחת היה יעיל גם כן בהדברת הדוררת, אך ביעילות שנפלה לעיתים מזו שהושגה ע"י שילוב התכשירים במינון מלא. חיטוי בפורדור היה יעיל בהדברת הדוררת בחלקת עלומים, אך לא בעין השלושה.



איור 7. הקשר בין קצב היעלמות MITC כפי שנמצא במעבדה לבין יעילותו של מתאם סודיום כפי שנבחן בניסוי השדה בהדברת דוררת בגבעולי תפוחי אדמה. כל נקודה מייצגת ניסוי שדה בחלקה אחרת

2. השפעת טיפולים שונים בקרקע שהתפתח בה פרוק מואץ על התעצמות התופעה או הפחתתה

בוצע ניסוי שדה על מנת לבחון את יעילותם של תכשירי החיטוי בהדברת פיתיוס על רקע גידול רצוף של אגוזי אדמה ולחץ פתוגנים רב ביותר. בנוסף בחנו מהי יעילותם של התכשירים כאשר הם מיושמים בחלקות על רקע חיטויים שונים בעונה שקדמה לניסוי. לצורך כך נשמר מבנה הניסוי משנת 2003 ועליו הוצב הניסוי בשנת 2004. הניסוי כלל שלוש משבצות שטח צמודות לאורך החלקה (איור 8). בשתי משבצות בוצעו בשנת 2003 חיטוי קרקע שונים כפי שמפורט באיור 7, וגודלו אגוזי אדמה. במשבצת השלישית לא בוצע בשנת 2003 חיטוי וגודלה חיטה. בניסוי הנוכחי ביצענו חיטוי קרקע לרוחב השדה. באופן זה חיטוי קרקע דומה חצה את שלוש המשבצות, כלומר כל חיטוי קרקע שבוצע בשנה זו נבחן על רקע ארבעה סוגים של חיטוי קרקע שבוצעו בשנת 2003 (ללא חיטוי, אדיגן 30, פורדור 225, ושילוב אדיגן פורדור). במתכונת הניסוי כפי שהוצבה חיטוי קרקע בתכשירים אדיגן, פורדור נבחן אותם חלקות בהם בוצע יישום של אותו התכשיר בשנה קודמת (חיטוי במשך שנתיים ברציפות באותה חלקה), ובנוסף גם על רקע חיטוי אחר.

טיפול החיטוי בשנת 2004 כללו:

1. היקש ללא חיטוי כלל
2. פורדור 37 במינון 225 ליטר/דונם.
3. אדיגן במינון 30 ליטר/דונם.
4. שילוב 1, שילוב במינון מלא - פורדור 37 (225 ל/דונם) ואדיגן (30 ל/דונם)

איור 8. תיאור חלקת הניסוי ומתכונת טיפולי החיטוי על רקע הטיפולים בשנה קודמת

טיפולים בשנת 2003			טיפולים בשנת 2004
בלוק 1	בלוק 2	בלוק 3	
פורדור 225	היקש	ללא	היקש
אדיגן 30	שילוב 30+225	ללא	אדיגן 30
שילוב 30+150	פורדור 225	ללא	שילוב 30+225
היקש	שילוב 30+150	ללא	היקש
אדיגן 30	שילוב 30+225	ללא	אדיגן 30
שילוב 30+225	פורדור 225	ללא	פורדור 225
שילוב 30+150	אדיגן 30	ללא	שילוב 30+225

כל שילוב של טיפול חיטוי נבחן בשלוש חזרות לפחות. כל חלקה ברוחב 12 מטר בין קווי השקיה (6 ערוגות) ובאורך 24 מטר יישום התכשירים בוצע באמצעות ממטירונים (דגם 5022 נע-דן) היו. יישום התכשירים בממטירונים הוא בדחיקה ובספיקה של 4.5 מ"ק לדונם. כל תכשירים בכל הטיפולים הוחדרו בנפח מים 40 מ"ק מים לדונם.

לפני ביצוע החיטויים נלקחו דוגמאות קרקע מהחלקות המיועדות לחיטוי באדיגן לבחינת קצב פרוק התכשיר. נלקחו דוגמאות מהחלקות בהם בוצע חיטוי באדיגן בשנה הקודמת ואשר מיועדות לחיטוי בתכשיר בעונה זו. במקביל נלקחו דוגמאות קרקע מחלקות חדשות שמיועדות לחיטוי באדיגן ושבהם לא בוצע חיטוי בתכשיר בשנה שעברה. כביקורת נלקחו דוגמאות קרקע ללא היסטוריה של יישום באדיגן. התוצאות במעבדה הצביעו כי בקרקעות שבהם בוצע חיטוי חוזר במתאם סודיום היה קצב העלמות החומר הפעיל MITC מהיר יותר מאשר בחלקות שחוטאו בפעם הראשונה. תוצאות אלה דומות לממצאים משנה קודמת.

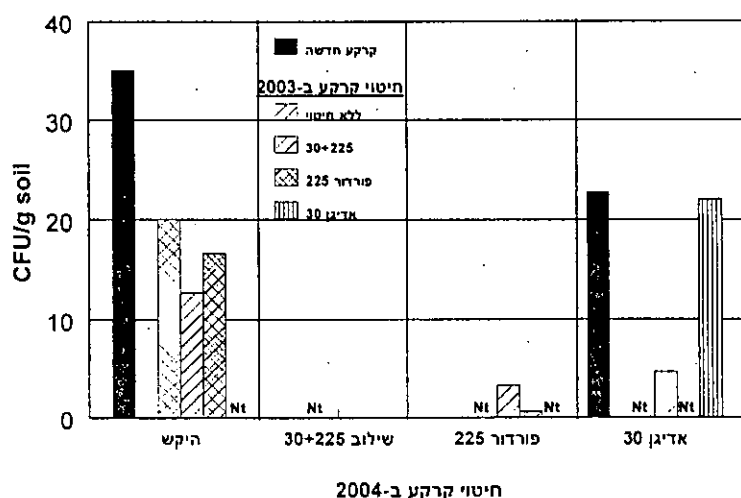
לאחר ביצוע החיטויים, נאספו דוגמאות קרקע מכל החלקות לקביעת אוכלוסיות פיתיוס ששרדה בקרקע לאחר החיטוי. אגוזי אדמה מהזן חנוך נזרעו בחלקה ב-18 באפריל 2004. בתחילת חודש אוגוסט דגמנו שיחים מכל החלקות ונקבע שעור ריקבון תרמילים כתוצאה מפיתיוס ונגיעות בכתמי רשת בתרמילים. הנגיעות בפיתיוס סווגה לשלוש דרגות נגיעות קלה – כתם או מספר כתמים קטנים; נגיעות קשה – השחרת התרמיל; ריקבון תרמיל.

חלקת הניסוי נעקרה בתאריך 1 אוקטובר 2004, ובתאריך 17 אוקטובר נדושו התרמילים ידנית מהשיחים, נאספו ונשקלו. דגימות תרמילים מכל החלקות נבחנו לשכיחות נגיעות במחלות במעבדה במפעלים האזוריים בחבל מעון. במקביל נשלחו דגימות לחברת "תנובות שדה ומטע" בבאר שבע לצורך מיון התרמילים על פי מדדי איכות לשווק (התפלגות גודל תרמילים ואיכותם).

תוצאות

קטילת גופי ריבוי בקרקע

יישום התכשירים אדיגן ופורדור במשולב קטל ביעילות את גופי הריבוי של הפיתיוס בקרקע בכל החלקות בהם בוצע יישום משולב, ללא קשר להיסטוריה של יישום מתאם סודיום בשנה הקודמת (איור 9 טבלה 4). בכל חלקות ההיקש היה שעור אילוח גבוה בפיתיוס. יישום פורדור לבד היה יעיל חלקית בקטילת גופי הריבוי של הפיתיוס בקרקע. חיטוי באדיגן על חלקה שחוטאה באדיגן בשנה הקודמת לא קטל כלל את הפטריה בקרקע, והנגיעות בפיתיוס בחלקות אלה היה דומה לנגיעות בחלקות ההיקש (יותר מ-20 יחידות ריבוי לגר' קרקע). הפחיתה ביעילות הקטילה על רקע החיטויים בשנת 2003 היתה מובהקת רק באדיגן (טבלה 3).



איור 9. השפעת חיטוי קרקע על קטילת גופי קיימא של פיתיוס בקרקע. חיטוי קרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיטוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. דגימות הקרקע נלקחו כשלושה שבועות לאחר החיטוי מעומק 5-20 ס"מ. Nt = לא נבדק.

טבלה 4 – ניתוח סטטיסטי של השפעת חיטוי קרקע והיסטוריית היישום על הישרדות גופי ריבוי של פיתיום בקרקע, כאחוז מביקורת שנה ראשונה (ללא חיטוי קרקע), חלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004.

חיטוי קרקע ללא היסטוריית יישום (אביב 2004)				חיטוי קרקע היסטוריית יישום (אביב 2003)
היקש	שילוב 30+225	פורדור 225	אדיגן 30	היקש
A ⁽²⁾ 115.41	לא נבדק	לא נבדק	לא נבדק	היקש
Aa 73.09	Aa 0.00	Aa 19.23	Ba 26.93	שילוב 30+225
Aa 16.67	Ab 0.00	Ab 3.85	לא נבדק	פורדור 225
לא נבדק	Ab 0.00	לא נבדק	Aa 126.95	אדיגן 30
Aa 100.00	Ab 0.00	Ab 0.00	Aa 64.76	ללא חיטוי וגידול

⁽²⁾ נמצאה השפעת גומלין מובהקת בין היסטוריית היישום לטיפול חיטוי קרקע. לכן, בוצע ניתוח שונות להשפעת היסטוריית היישום בכל חיטוי בנפרד, ולהשפעת חיטוי הקרקע בכל היסטוריית יישום בנפרד. הניתוח הסטטיסטי בוצע לכל שיטת יישום בנפרד. אותיות גדולות מייצגות הבדל מובהק בין רקע חיטוי הקרקע (אביב 2003). אותיות קטנות מייצגות הבדל מובהק בין טיפולי חיטוי קרקע (אביב 2004). הבדל מובהק ($P \leq 0.05$).

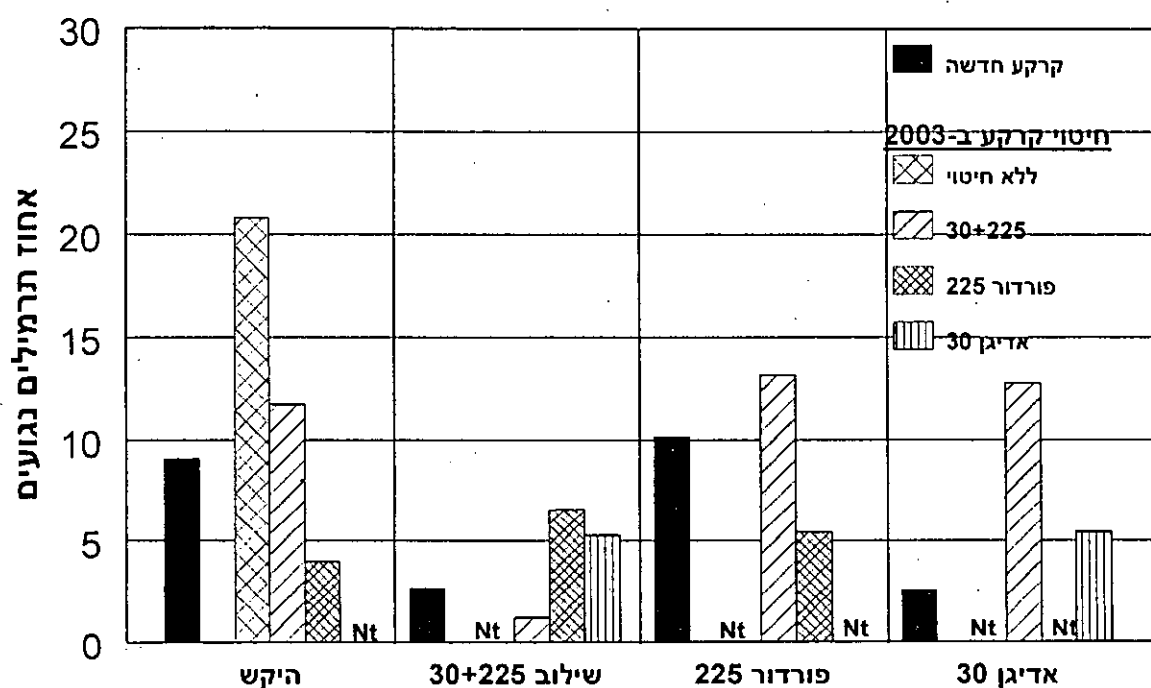
נגיעות תרמילים בפיתיום (110 ימים לאחר זריעה).

נגיעות רבה בפיתיום נצפתה בתרמילים בחלקות ההיקש שבהם גודלו אגא"ד גם בשנה הקודמת. הנגיעות בחלקות אלה היתה גבוהה פי 2 בהשוואה לחלקות היקש ללא היסטוריית גידול בשנה הקודמת (איור 10, טבלה 5). יישום אדיגן בחלקה ללא חיטוי קודם ב-2003 הפחית את נגיעות התרמילים. אך, יישום חוזר של אדיגן בחלקה שחוטאה בתכשיר בשנת 2003 לא היה יעיל בהפחתת ריקבון התרמילים. תוצאות אלה תואמת את ממצאי הפרוק המהיר של החומר הפעיל בקרקע, כפי שהתקבלו במבחנים בקרקע. ממצאים אלה דומים לאלה שהתקבלו בשנה הקודמת ומצביעים על התפתחות פרוק מואץ של MITC בקרקע זו. חיטוי משולב באדיגן ופורדור היה יעיל בהפחתת הנגיעות בכל החלקות כולל חלקות שבהם בוצע בשנת 2003 חיטוי במתאם סודיום. יישום בפורדור היה יעיל חלקית בהדברת נגיעות התרמילים בפיתיום בחלקות. יישום חוזר של פורדור בחלקה שחוטאה בפורדור ב-2003 לא פגם ביעילות התכשיר בהפחתת נגיעות התרמילים בפיתיום. בניגוד להתפתחות פרוק מואץ בעקבות יישום חוזר של מתאם סודיום ניתן להסיק כי לא התפתחה תופעה כזו לגבי פורמלין.

השפעת טיפולי החיטוי על היבול ואיכות התרמילים.

השפעה על כלל היבול

יבול התרמילים בקרקע שגודלו בה אגא"ד בשנה הקודמת היה נמוך כדי מחצית ממשקל התרמילים בקרקע ללא היסטוריה של חיטוי וגידול ב-2003, בכל הטיפולים (איור 11). היבול הנמוך בחלקות על רקע גידול קודם בשנת 2003 נובע ככל הנראה מהתעצמות מחוללי מחלות, ואולי גם הצטברות גורמים אגרוטכניים שליליים נוספים. מכל מקום גידול רצוף של אגא"ד אינו מקובל ממילא במערכת משקית מסחרית ונועד במקרה זה לבחון את השפעת החיטוי הרצוף על הדברת פגעים. היבול בחלקות שחוטאו בתכשירים על רקע של חיטוי באדיגן ופורדור בשנה הקודמת היה גבוה בהשוואה לחלקות שחוטאו על רקע חיטוי אחר בשנה הקודמת (אדיגן או פורדור). היבול בחלקות שחוטאו באדיגן גרם לפחיתת גבוה ללא קשר להיסטוריית יישום חוזר. חיטוי באדיגן על רקע חלקות שחוטאו באדיגן גרם לפחיתת יבול בהשוואה לחיטוי באדיגן בקרקע ללא חיטוי קודם (450 ג' למ"ר לעומת 650 ג' למ"ר, בהתאמה).



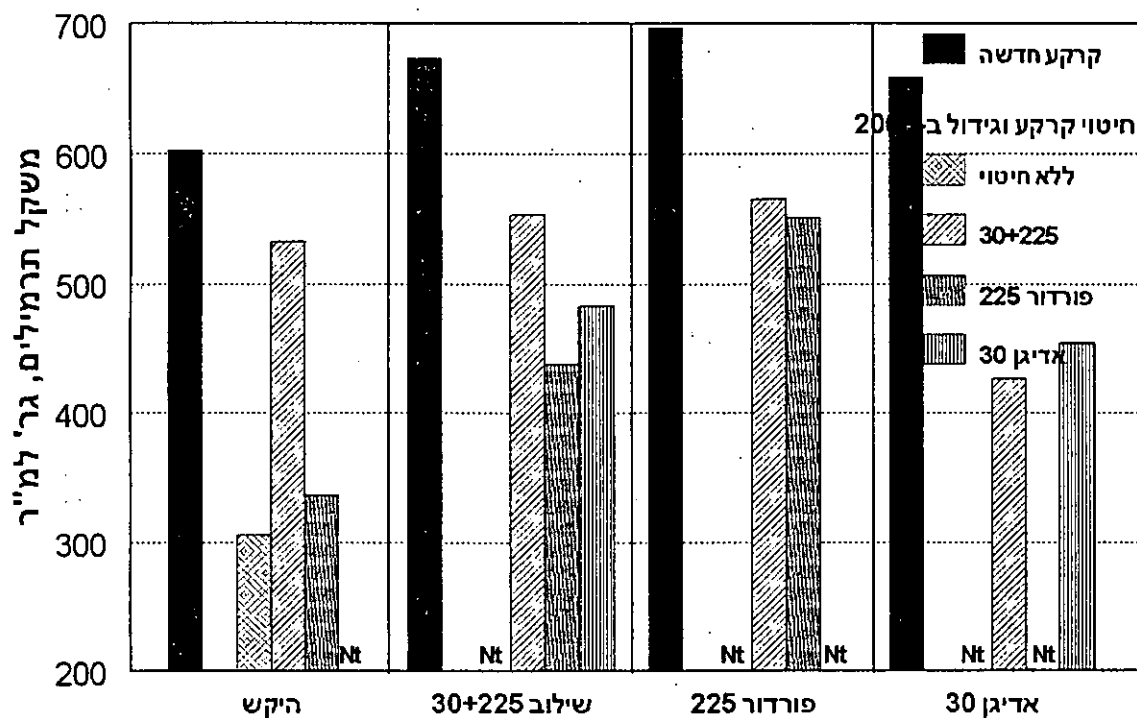
חיסוי ב-2004

איור 10. השפעת חיסוי קרקע והיסטוריית יישום קודם של מתאם סודיום על התפתחות מחלת הפיתיון בתרמילי אגוזי אדמה. חיסוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיסוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. דיגום התרמילים לנגיעות במחלות בוצע 110 יום לאחר זריעה. ניתוח סטטיסטי מובא בטבלה להלן. $Nt =$ לא נבדק.

טבלה 5 – ניתוח סטטיסטי של השפעת חיסוי קרקע והיסטוריית היישום על נגיעות תרמילי אגוזי אדמה בפיתיון, כאחוז מביקורת (ללא חיסוי קרקע), חלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004.

ממוצע ⁽¹⁾	חיסוי קרקע 2004				היסטוריית חיסוי (עונות 2003)
	אדיגן 30	פורדור 225	שילוב 30+225	היקש	
A 100.00	לא נבדק	לא נבדק	לא נבדק	100.00	היקש
B 42.42	61.42	63.36	5.97	56.41	שילוב 30+225
B 25.61	לא נבדק	26.08	31.65	19.11	פורדור 225
B 25.89	26.18	לא נבדק	25.33	לא נבדק	אדיגן 30
B 51.04	28.39	111.35	29.57	100.00	ללא חיסוי וגידול
	AB 36.09	AB 78.03	B 23.40	A 84.44	ממוצע

⁽¹⁾ אין השפעת גומלין מובהקת בין ההשפעות העיקריות (היסטוריית החיסוי ב-2003 וטיפול החיסוי ב-2004), לכן מוצגת מובהקות ההשפעות העיקריות בלבד. אותיות שונות בכל השפעה עיקרית בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$).



חיסוי קרקע ב-2004

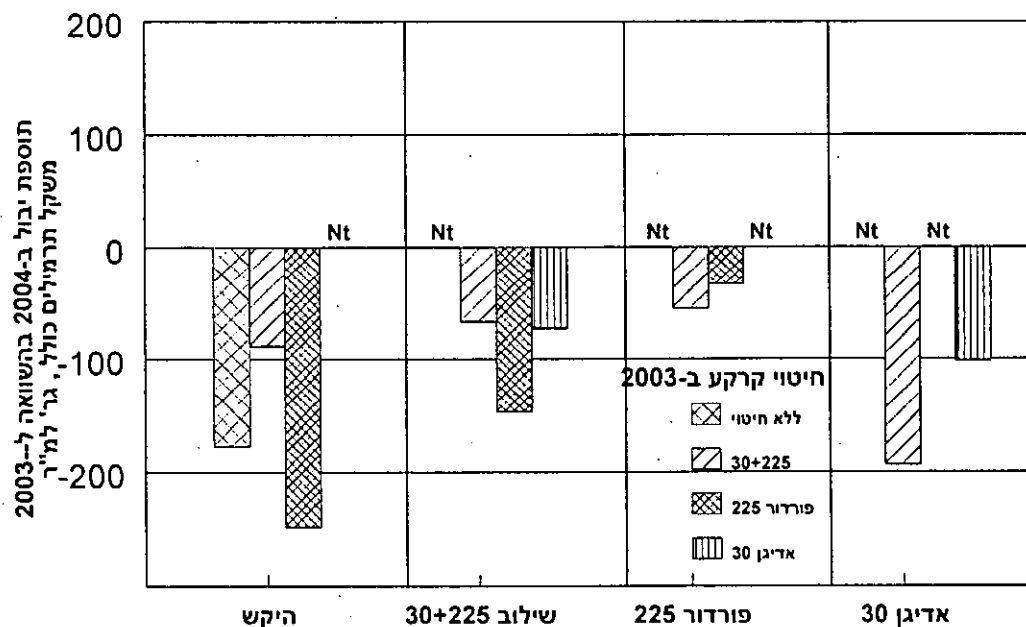
איור 11. השפעת חיסוי קרקע בשנת 2003 וחיסוי בשנת 2004 על יבול תרמילי אגוזי אדמה. חיסוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיסוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. התרמילים נאספו מחלקות בשטח 10 מ"ר. ניתוח סטטיסטי מובא בטבלה להלן. Nt = לא נבדק.

טבלה 6 – ניתוח סטטיסטי של השפעת חיסוי קרקע והיסטוריית היישום על יבול תרמילי אגוזי אדמה, כאחוז מביקורת (ללא חיסוי קרקע), חלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004.

ממוצע ⁽¹⁾	חיסוי קרקע בשנת 2004				חיסוי קרקע בשנת 2003
	אדיגן 30	פורדור 225	שילוב 30+225	היקש	
C 100.0	לא נבדק	לא נבדק	לא נבדק	100.0	היקש
B 166.6	139.3	184.7	181.0	174.0	שילוב 30+225
B 144.3	לא נבדק	180.0	143.3	109.7	פורדור 225
B 151.6	148.7	לא נבדק	158.0	לא נבדק	אדיגן 30
A 108.3	109.3	115.7	111.8	100.00	ללא חיסוי וגידול
	AB 130.0	A 155.7	A 144.2	B 112.6	ממוצע

⁽¹⁾ אין השפעת גומלין מובהקת בין ההשפעות העיקריות (היסטוריית היישום וטיפול חיסוי קרקע), לכן מוצגת מובהקות ההשפעות העיקריות בלבד. אותיות שונות בכל השפעה עיקרית בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$).

כדי לבחון את השפעת החיטוי והגידול הרצופים במשך שנתיים, השונו את השינוי ביבול בשנה הנוכחית בהשוואה ליבול בטיפולים המקבילים באותם חלקות בשנה הקודמת (איור 12). ניתן לראות כי הפחיתה העיקרית ביבול מתרחשת ביבול מתרחשת בחלקות אשר ללא חיטוי ובאלה שחוטאו באדיגן. מאידך בולטת מאד ההשפעה ארוכת הטווח של הטיפול המשולב. בכל החלקות שבהם בוצע חיטוי משולב ב-2003 היתה פחיתה היבול מזערית בהשוואה להשפעות הטיפולים האחרים. החיטוי בפורדור לבדו וכן החיטוי המשולב לפני הגידול תרמו מאד להשגת יבול בדומה ליבול בשנה הקודמת ללא קשר לטיפולים בשנה הקודמת.

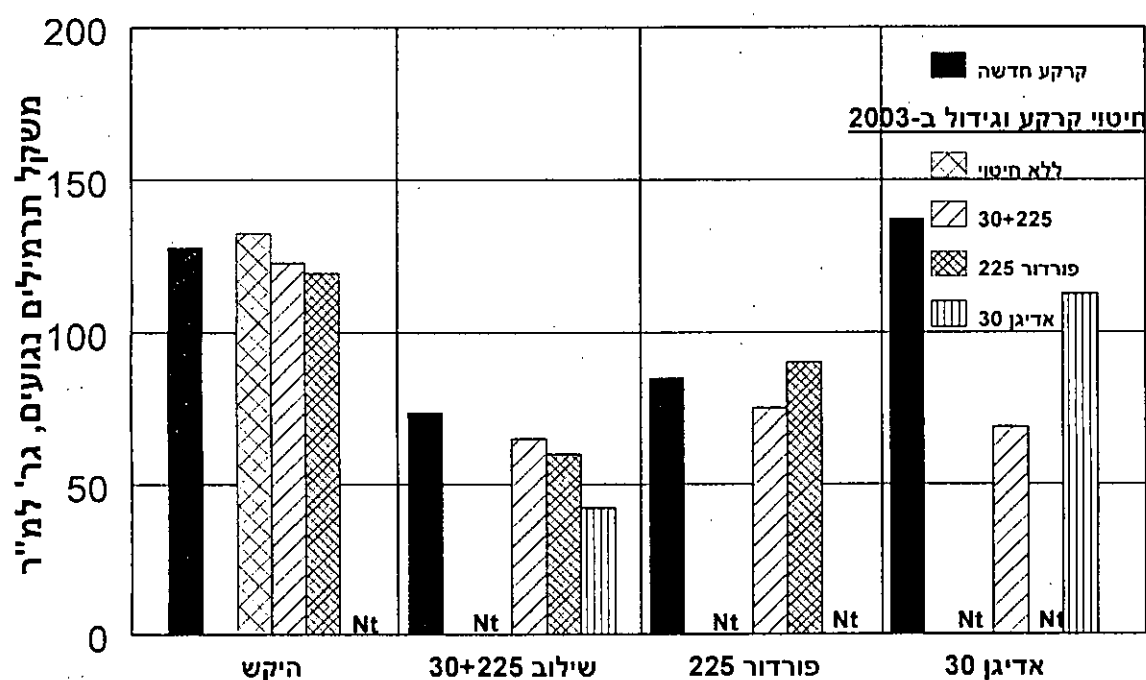


חיטוי קרקע ב-2003

איור 12. השוואת משקל התרמילים. בעונת 2004 לעומת היבול ב-2003 באותם חלקות על רקע טיפולי חיטוי קרקע. נתוני היבול משנת 2004 נלקחו מאיור 10, נתוני היבול מ-2003 נלקחו מתוצאות הניסוי בשנת 2003. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיטוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. התרמילים נאספו מחלקות בשטח 10 מ"ר. Nt – לא נבדק

השפעה על איכות התרמילים.

משקל תרמילים נגועים במחלות היה גבוה בכל חלקות ההיקש, ללא קשר להיסטוריה של חיטוי וגידול חוזר של אגא"ד (איור 12 וטבלה 9). הגדלה במשקל התרמילים הנגועים מתרחשת גם בחלקות שחוטאו באדיגן. בכל החלקות שבהם בוצע חיטוי משולב ב-2003 ואשר חוטאו גם ב-2004 היה משקל נמוך של תרמילים נגועים. החיטוי המשולב וכן החיטוי בפורדור לבדו ב-2004 היה יעילים בהפחתת משקל התרמילים הנגועים.



חיטוי קרקע ב-2004

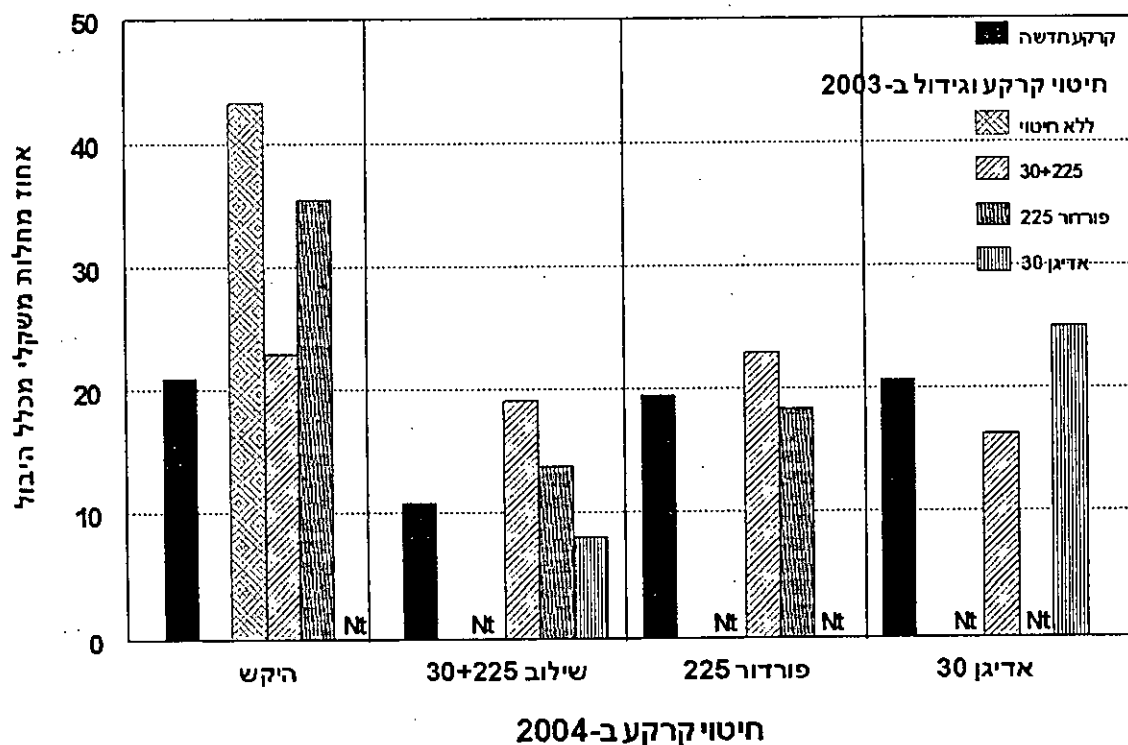
איור 13. השפעת חיטוי קרקע בשנת 2003 וחיטוי בשנת 2004 על משקל התרמילים הנגועים כפי שמויני במיון מסחרי. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיטוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. התרמילים נאספו מחלקות בשטח 10 מ"ר. ניתוח סטטיסטי מובא בטבלה להלן. Nt = לא נבדק.

טבלה 7 – ניתוח סטטיסטי של השפעת חיטוי קרקע והיסטוריית היישום על משקל מחלות תרמילי אגוזי אדמה (גר' למ"ר), חלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004.

ממוצע ⁽¹⁾	חיטוי קרקע ללא היסטוריית יישום (אביב 2004)				חיטוי קרקע היסטוריית יישום (אביב 2003)
	מתאם סודיום	פורמלין	שילוב 1	היקש	
A 132.52	לא נבדק	לא נבדק	לא נבדק	132.52	היקש
A 99.97	68.70	129.33	105.23	122.60	שילוב 30+225
A 93.72	לא נבדק	101.93	60.00	119.23	פורדור 225
A 89.72	112.45	לא נבדק	42.17	לא נבדק	אדיגן 30
A 116.52	137.30	136.60	73.59	127.86	ללא חיטוי וגידול
	AB 109.27	A 124.02	B 76.33	A 126.86	ממוצע

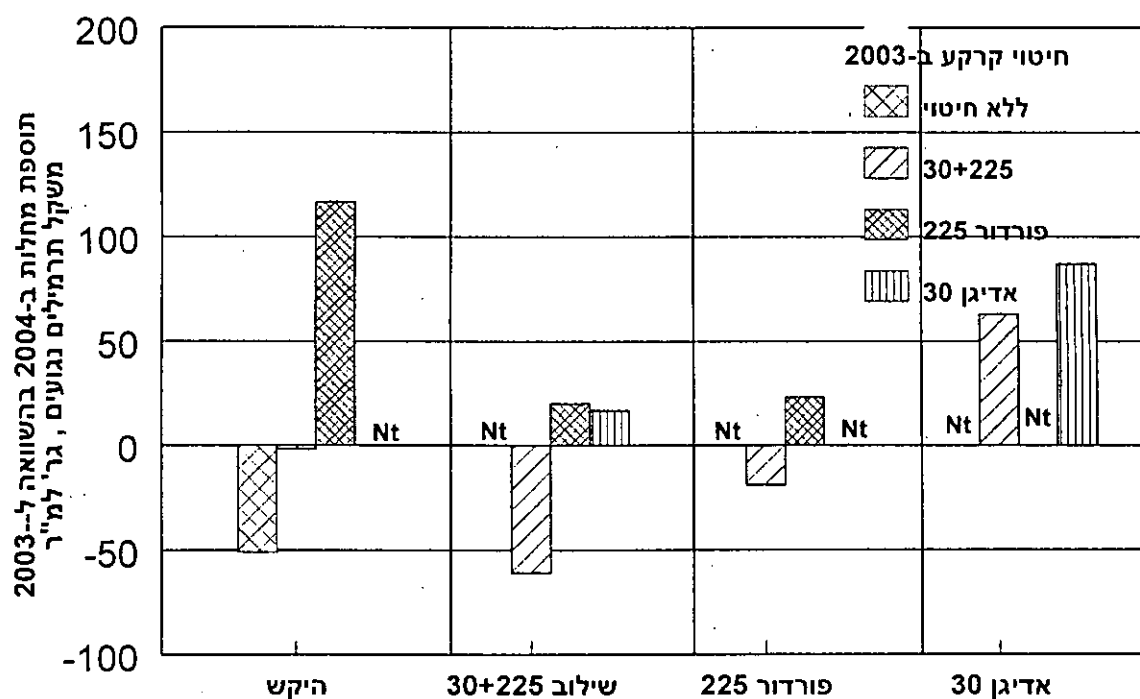
⁽¹⁾ אין השפעת גומלין מובהקת בין ההשפעות העיקריות (היסטוריית היישום וטיפול חיטוי קרקע), לכן מוצגת מובהקות ההשפעות העיקריות בלבד. אותיות שונות בכל השפעה עיקרית בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$).

אחוז תרמילים הנגועים במחלות מכלל היבול גבוה בחלקות ההיקש לאחר גידול שני. התגברות הנגיעות בחלקה לא מחוטאת לאחר גידול שני נראית מובנת מאליה. עם זאת, אחוז הנגיעות בחלקות ההיקש על רקע חיטוי משולב היה נמוך בדומה לחיטוי על קרקע ללא היסטוריה. כלומר לחיטוי המשולב יש השפעה לטוח יותר ארוך. החיטוי המשולב לפני הגידול היה היעיל ביותר בשמירה על אחוז נמוך של תרמילים נגועים, ללא קשר להיסטורית החיטוי בשנה הקודמת. חיטוי בפורדור או באדיגן שמרו גם הם על אחוז נמוך של תרמילים נגועים ביחס לחלקות ההיקש המקבילות (איור 13).



איור 14. השפעת חיטוי קרקע בשנת 2003 וחיטוי בשנת 2004 על אחוז התרמילים הנגועים מכלל משקל התרמילים שנאספו. הנתונים נלקחו מאיורים 10,12. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיטוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. התרמילים נאספו מחלקות בשטח 10 מ"ר. ניתוח סטטיסטי מובא בטבלה להלן. Nt = לא נבדק.

כדי לבחון את השפעת החיטוי והגידול הרצופים במשך שנתיים, השונו את השינוי במשקל התרמילים הנגועים בשנה הנוכחית בהשוואה למשקלם בטיפולים המקבילים באותם חלקות בשנה הקודמת (איור 14). ניתן לראות כי ההגדלה העיקרית במשקל התרמילים הנגועים מתרחשת בחלקות שחוטאו באדיגן בשנה הנוכחית וגם בשנה הקודמת. מאידך, בחלקות שחוטאו בחיטוי המשולב ברציפות בשתי השנים היתה פחיתה במשקל התרמילים הנגועים. החיטוי בפורדור לבד או בשילוב תכשירים היו יעילים במניעת התעצמות המחלות ללא קשר להיסטורית הגידול והחיטוי בשנה הקודמת. בחלקת היקש על רקע חיטוי בפורדור בשנה הקודמת היתה התעצמות במשקל התרמילים הנגועים (איור 15).



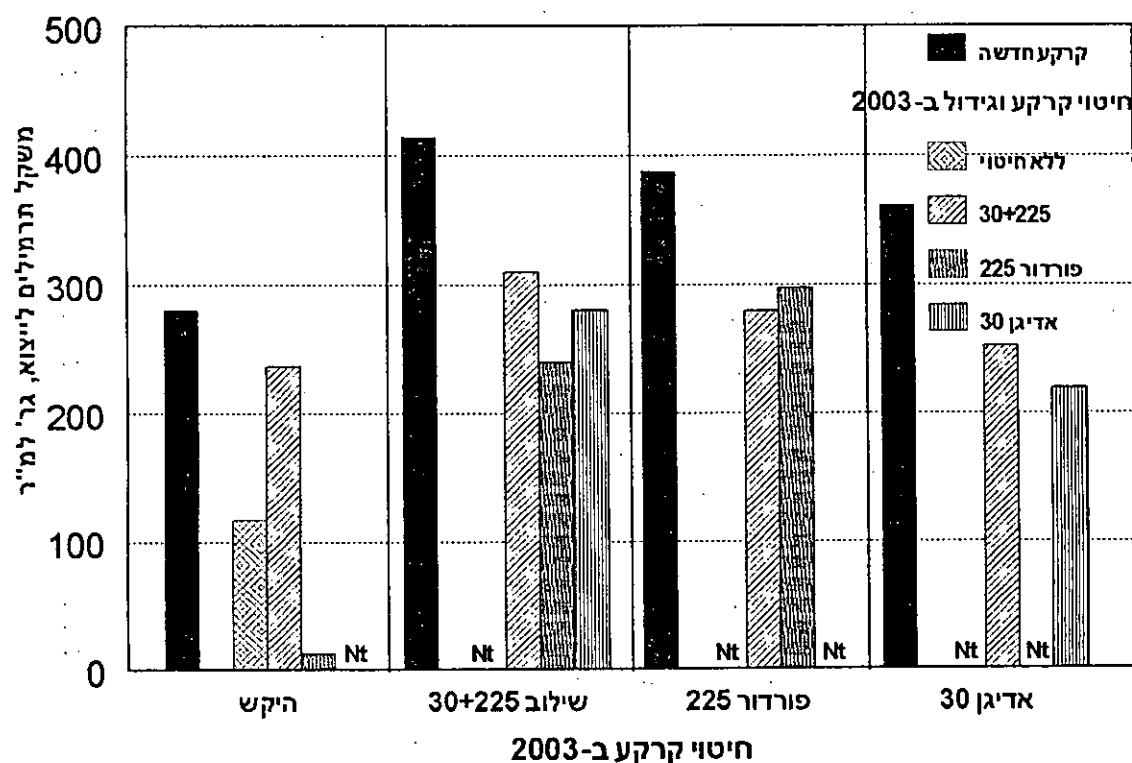
חיטוי קרקע ב-2004

איור 15. השוואת משקל התרמילים הנגועים בעונת 2004 לעומת משקלם ב-2003 באותם חלקות על רקע טיפולי חיטוי קרקע. נתוני היבול משנת 2004 נלקחו מאיור 10, נתוני היבול מ-2003 נלקחו מתוצאות הניסוי בשנת 2003. חיטוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיטוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. התרמילים נאספו מחלקות בשטח 10 מ"ר. Nt = לא נבדק.

משקל תרמילים לייצוא:

בכל החלקות ללא היסטורית גידול ב-2003 התקבל יבול גבוה יותר של תרמילים באיכות ייצוא לחלקות עם היסטורית גידול וחיטוי חוזר (איור 16 וטבלה 10). בחלקות ההיקש על רקע היקש או אדיגן בשנה הקודמת התקבל משקל נמוך ביותר של תרמילים לייצוא. היסטוריה של חיטוי משולב בשנת 2003 תרמה למשקל רב יותר של תרמילים לייצוא, ללא קשר לחיטוי בעונה הנוכחית. חיטוי הקרקע בשנת 2003 תרמו כולם להגדלת משקל התרמילים לייצוא. המשקל הנמוך ביותר של תרמילים ליצוא התקבל בחלקות שבהם בוצע חיטוי רצוף באדיגן במשך שנתיים (איור 15).

כדי לבחון את השפעת החיטוי והגידול הרצופים במשך שנתיים, השונו את השינוי ביבול ליצוא בשנה הנוכחית בהשוואה ליבול בטיפולים המקבילים באותם חלקות בשנה הקודמת (איור 16). ניתן לראות כי הפחיתה העיקרית ביבול ליצוא מתרחשת ביבול מתרחשת בחלקות אשר ללא חיטוי ובאלה שחוטאו באדיגן. מאידך בולטת מאד ההשפעה ארוכת הטווח של הטיפול המשולב. בכל החלקות שבהם בוצע חיטוי משולב ב-2003 היתה פחיתה היבול מוערית בהשוואה להשפעות הטיפולים האחרים (למעט בחלקות שחוטאו באדיגן). החיטוי בפורדור לבדו וכן החיטוי המשולב לפני הגידול תרמו מאד להשגת יבול ליצוא אשר נופל במעט בהשוואה ליבול בשנה הקודמת ללא קשר לטיפולים בשנה הקודמת.



איור 15. השפעת חיסוי קרקע בשנת 2003 וחיסוי בשנת 2004 על משקל התרמילים ליצוא כפי שמוינו במיון מסחרי. חיסוי הקרקע בוצעו בחלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004, ביישום דרך מערכת ההשקיה (ממטירונים). המספרים ליד כל חיסוי מייצגים כמות תכשיר בליטר לדונם. חלקות היקש לא חוטאו כלל. התרמילים נאספו מחלקות בשטח 10 מ"ר. ניתוח סטטיסטי מובא בטבלה להלן. Nt = לא נבדק.

טבלה 8 - ניתוח סטטיסטי של השפעת חיסוי קרקע והיסטוריית היישום על יבול ייצוא תרמילי אגוזי אדמה (ג' למ"ר), חלקת מושבי הנגב (גוש אורים), אביב 2004.

ממוצע ⁽¹⁾	חיסוי קרקע ללא היסטוריית יישום (אביב 2004)				חיסוי קרקע היסטוריית יישום (אביב 2003)
	היקש	שילוב 1	פורמלין	מתאם סודיום	
C 116.44	116.44	לא נבדק	לא נבדק	לא נבדק	היקש
AB 272.73	236.27	309.32	278.87	251.30	שילוב 1
B 216.03	111.67	239.57	296.87	לא נבדק	פורמלין
B 239.29	לא נבדק	280.23	לא נבדק	218.82	מתאם סודיום
A 357.06	279.80	414.54	388.05	361.36	ללא היסטוריית
	B 203.39	A 336.58	A 327.94	A 285.58	ממוצע

⁽¹⁾ אין השפעת גומלין מובהקת בין ההשפעות העיקריות (היסטוריית היישום וטיפול חיסוי קרקע), לכן מוצגת מובהקות ההשפעות העיקריות בלבד. אותיות שונות בכל השפעה עיקרית בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים ($P \leq 0.05$).

מטרת המחקר

מטרת העבודה בשנת 2005 היתה לאפיין את הגורמים להיווצרות פרוק מואץ של MITC בקרקעות בהם מבוצע יישום חוזר של תכשירי מתאם סודיום.

בשנת המחקר השניה התמקדנו בשתי כוונים .

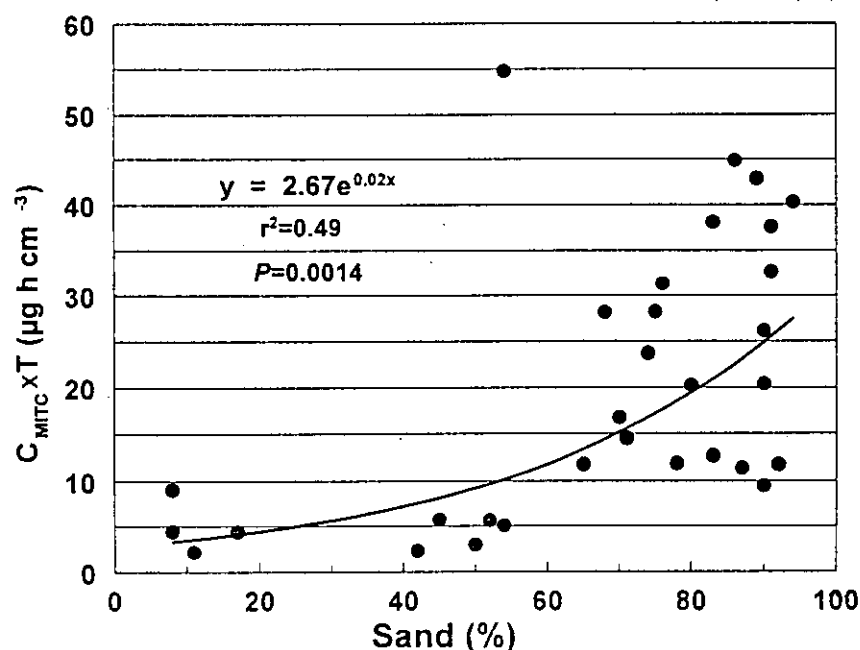
1. איפיון הקשר בין קצב פרוק MITC בקרקעות שונות למאפיינים כימיים ופיזיקליים
2. בידוד הגורמים המפרקים ואיפיונם

1. איפיון הקשר בין קצב פרוק MITC בקרקעות שונות למאפיינים כימיים ופיזיקליים

א. הקשר בין עקום היצירה והפירוק למרכיבי הקרקע.

כפי שתואר בעבודה בשנה הראשונה, בשלב הראשון תעדנו את פוטנציאל הפרוק של MITC בקרקעות ישראל. במשך השנה השנייה והשלישית נאספו קרקעות נוספות ובסך הכול נבחנו כ-40 קרקעות ממקומות שונים בארץ. הקרקעות עברו אנליזה לקביעת ההרכב הפיזיקאלי ומאפיינים כימיים נוספים. בחינת פרוק MITC בקרקעות בוצע במערכת כלים כפי שתוארה כבר לעיל. ניתן לראות כי קצב העלמות MITC הוא איטי יותר בקרקעות בהם שעור החול הוא רב יותר. מגמה זו בולטת מאד היא העלמות מהירה של החומר הפעיל בקרקעות כבדות בהם שעור החול נמוך מ-60% (איור 16).

לא מצאנו קשר קצב העלמות MITC למרכיבים אחרים בקרקעות (דוגמת pH, תכולת חרסית). נתון זה הוא מעניין שכן מחד ניתן להניח כי הסיכויים להצלחת חיטוי קרקע באמצעות מתאם סודיום יהיו גדולים יותר בקרקעות בהם תכולת החול היא גבוהה (כפי שאכן נראה באיור 16). מאידך, יישום חוזר של התכשיר גורם פירוק מואץ גם בקרקעות חוליות ולכן נתון זה לבדו לא בהכרח מרמז על כושרה של הקרקע לפרק MITC לאחר יישום תכשירי מתאם סודיום.



איור 16. הקשר בין תכולות החול בקרקעות שונות לערכי CxT של MITC. ערכי CxT חושבי מעקום היצירה והפירוק

ב. מעורבות ביולוגית בפרוק מואץ של MITC בקרקעות.

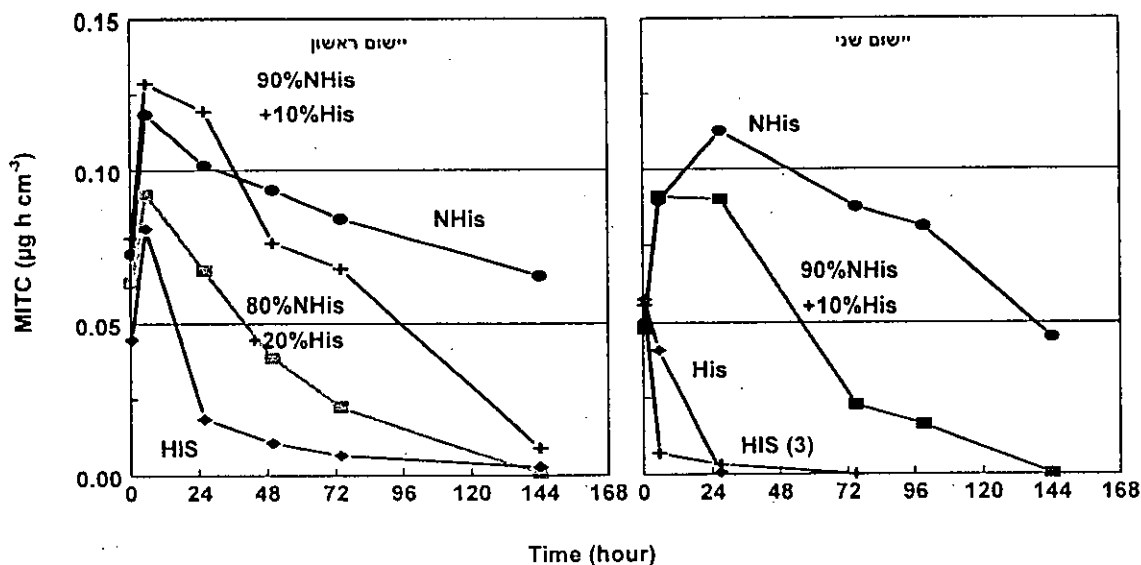
המעורבות הביולוגית בקרקע בפרוק MITC נבחנה במספר דרכים. בשלב ראשון בוצע ניסיון להשראה של פירוק מואץ בקרקע.

קרקע חול רחובות שמשנה בניסויים. יצירת קרקע History (His) בוצעה באופן רוטיני במעבדה באמצעות שילוש יישומים רצופים של מתאם סודיום לקרקע רחובות במרווחים של שלושה שבועות בין יישום ליישום. באופן כזה מתקבלת קרקע HISTORY שקצב העלמות MITC בה הוא מהיר ביותר (איור 17). הקלות שבה ניתן ליצור קרקע שפירוק MITC הוא מהיר כי במרבית הקרקעות קיים הגורם לפרוק באופן טבעי והתפתחות הפרוק המואץ היא תוצאה של התבטאות התנאים המתאימים.

ניסיון להשראת פרוק מואץ בקרקע טבעית בוצעה בקרקע רחובות. קרקע רחובות ללא היסטוריה של יישום קודם של מתאם סודיום עורבבה ביחסים שונים עם קרקע HIS כפי שתואר. תערובות הקרקע הוכנסה למכלי היישום ומתאם סודיום עורבב בקרקע כפי שתואר כבר קודם. עקום היצירה והפרוק של MITC בוצע באמצעות גז כרומטוגרפיה.

הוספת קרקע HIS לקרקע ללא היסטוריה גרמה להגברת העלמות MITC בקרקע. הגברת הפרוק הייתה רבה יותר בקרקע שבה הוספה כמות גדולה יותר של קרקע HIS (איור 17). הגברת הפרוק הייתה גדולה יותר מהערך האריתמטי של הוספת 10% או 20% קרקע HIS ומעידה כי תוספת של מרכיב ביולוגי היא הגורם להאצת הפרוק של MITC כתוצאה מהוספת קרקע HIS לקרקע טבעית ללא היסטוריה קודמת של יישום מתאם סודיום.

ישום חוזר של מתאם סודיום בקרקעות אלה גרם להגברת נוספת בקצב העלמות MITC בקרקעות (איור 17 ימין). תוצאה זו מצביעה בברור כי גורם הפרוק הוא ביולוגי וניתן להעבירו מקרקע לקרקע.



איור 17. השפעת ערבוב קרקע HISTORY עם קרקע טבעית על השראת פרוק מואץ בקרקע רחובות ללא היסטוריה של

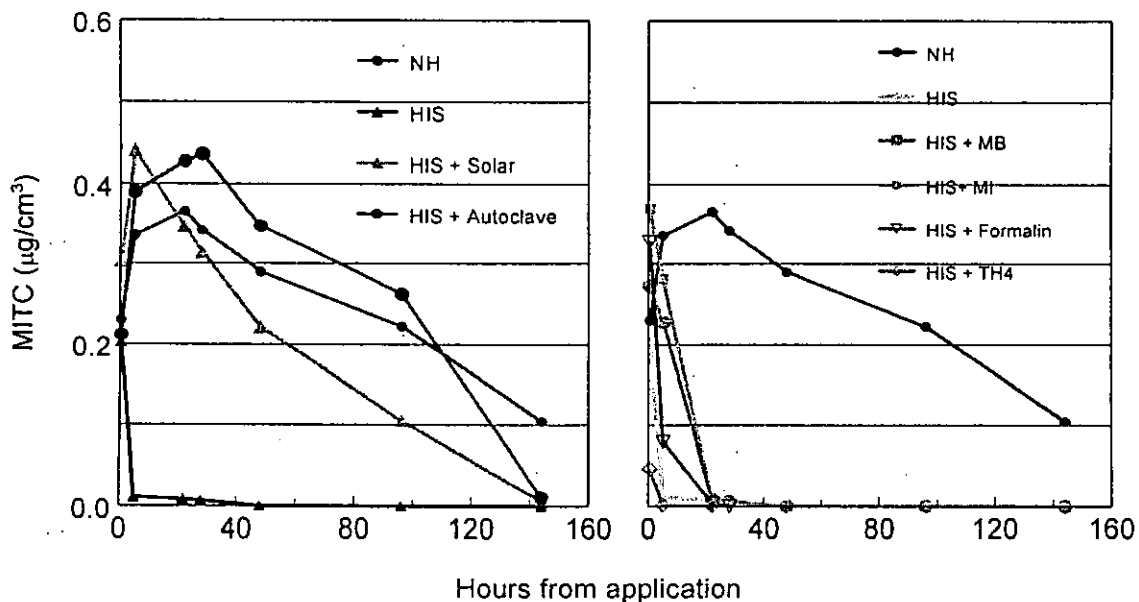
בחינה נוספת של ההשערה כי ניתן להעביר את הגורמים המפרקים מקרקע לקרקע בוצע בקרקעות נוספות. אחת הקרקעות שהיוו אתגר בתחום זה היא קרקע מעין תמר שבה קצב הפירוק של MITC הוא איטי במיוחד (איור 1). קרקע רחובות HIS (10% משקלי) עורבבה עם קרקע מעין תמר (90%)

משקלי). תערובות הקרקע הוכנסה למכלי היישום ומתאם סודיום עורבב בקרקע. הוספת קרקע רחובות HIS לקרקע עין תמר ללא היסטוריה גרמה להגברת העלמות MITC גם בקרקע עין תמר. גם במקרה זה הגברת הפרוק הייתה רבה יותר בקרקע שבה הוספה כמות גדולה יותר של קרקע HIS. התוצאות מניסויים אלה מעידים כי מרכיב ביולוגי היא הגורם להאצת הפרוק של MITC בקרקעות

בחינה נוספת של אופי הגורמים המעורבים בפרוק המואץ נעשה בצורה שונה בניסיון לבטל את התופעה בקרקעות HISTORY. קרקע חול רחובות History שקצב העלמות MITC בה הוא מהיר ביותר (איור 17). ואשר נוצרה כפי שתואר בסעיף הקודם שמשה בניסויים.

קרקע HISTORY טופלה בשלב ראשון באמצעות תכשירים כימיים שונים אשר מיועדים לחיטוי קרקע. נבחנו תכשירים סלקטיביים אשר פוגעים בטווח צר של קבוצות מיקרואורגניזמים כגון TH4 (בקטריאל - קוטל חיידקים), או פורמלין (קוטל חיידקים וחלק מהפטריות), או קוטלים רחבי טווח כגון מתיל ברומיד או מתיל יודיד. בנוסף נבחנו אמצעים פיזיקליים כגון חיטוי באוטוקלב או חיטוי סולרי. חיטוי סולרי בוצע בקיץ בחלקת הניסויים של הפקולטה לחקלאות ברחובות. דגימות קרקע HISTORY הוטמנו בקרקע מתחת לחיטוי סולרי למשל 4 שבועות.

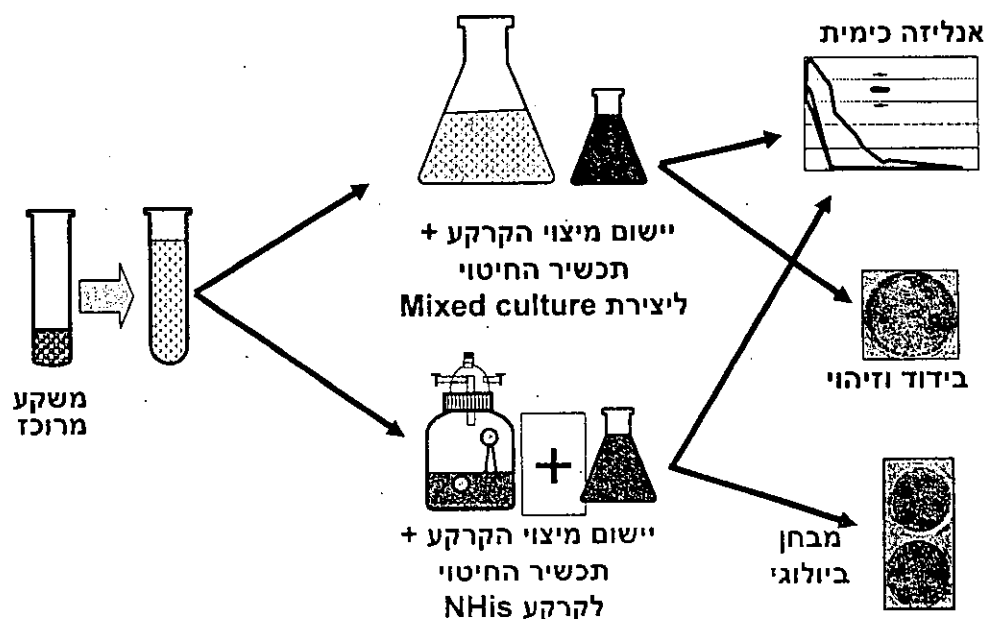
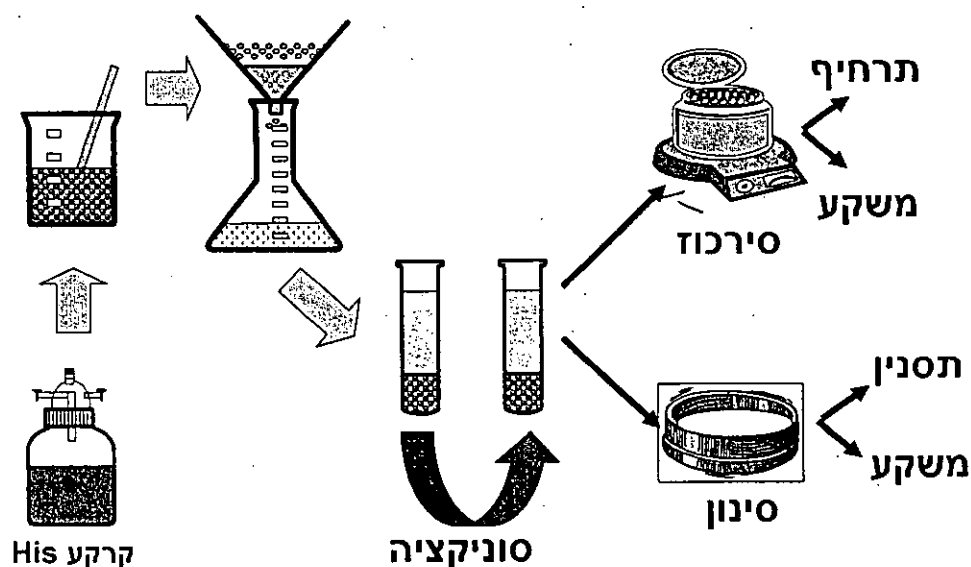
בתום הטיפולים השונים הוכנסו הקרקעות למכלים ויישם בהם מתאם סודיום כפי שכבר תואר. עקום היצירה והפרוק של MITC בוצע כפי שכבר תואר. יישום מתאם סודיום בוצע גם בקרקע רחובות ללא היסטוריה של יישום מתאם סודיום (NHIS) לצורכי השוואה.



איור 18. השפעת טיפולי קרקע שונים בקרקע רחובות History על קצב פרוק MITC בקרקעות אלה לאחר הטיפול. MB - מתיל ברומיד, MI - מתיל יודיד

הטיפולים הכימיים בקרקע לא ביטלו את תופעת הפרוק המואץ (איור 18). בכל קרקעות HISTORY שחוטאו באמצעים כימיים נשמר קצב פרוק גבוה של MITC. לעומת זאת בוטל הפרוק המהיר בקרקע HISTORY רק באמצעות טיפולי החום, אוטוקלב וחיטוי סולרי. תוצאות אלה יכולות להסביר את

קצב הפרוק הנמוך בקרקעות הערבה. בקרקעות אלה טמפרטורות הקרקע בקיץ גבוהות. בנוסף מקובל מאד באזורים אלה לשלב חיטוי סולרי בתכשירים כימיים בעונת הקיץ. טיפולים אלה ככל הנראה מדכאים את הגורמים המפרקים. מאידך תוצאות אלה מנוגדות לתוצאות שפורסמו על ידי קבוצת חוקרים מאוסטרליה. במחקרם טוענים חוקרים אלה כי הגורמים המפרקים עמידים לחום, וטיפול חום מעודדים את הגורמים המפרקים.



איור 19. תהליך הפרדת הגורמים לפרוק MITC מהקרקע ובחינת פעילותם.

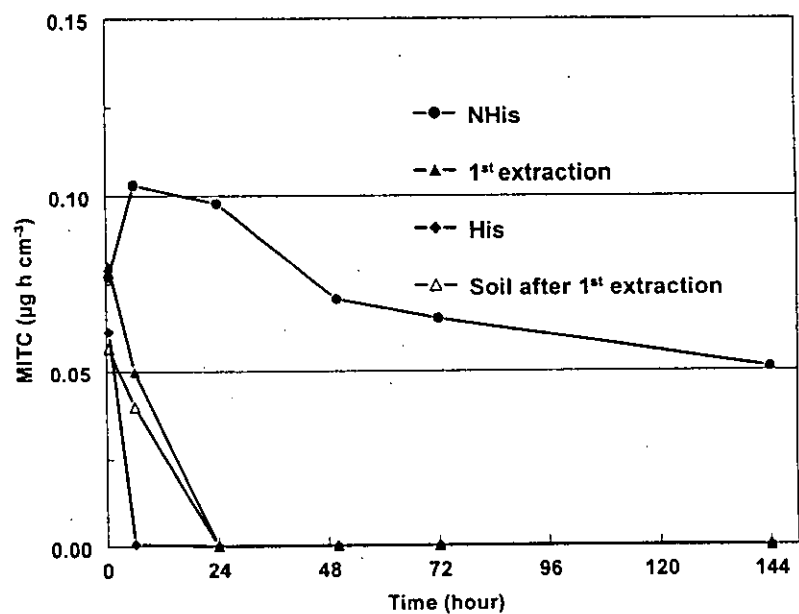
2. בידוד הגורמים המפרקים ואפיונם

לאחר שנוכחנו כי הגורם לפרוק הוא ככל הנראה מיקרוביאלי, ביצענו סדרת ניסויים על מנת למצות את המפרקים המקרקע כדי לנסות להגדירם ולהבין את מנגנון הפעולה. בידוד הגורמים נעשה בשיטת העבודה הבאה (איור 19):

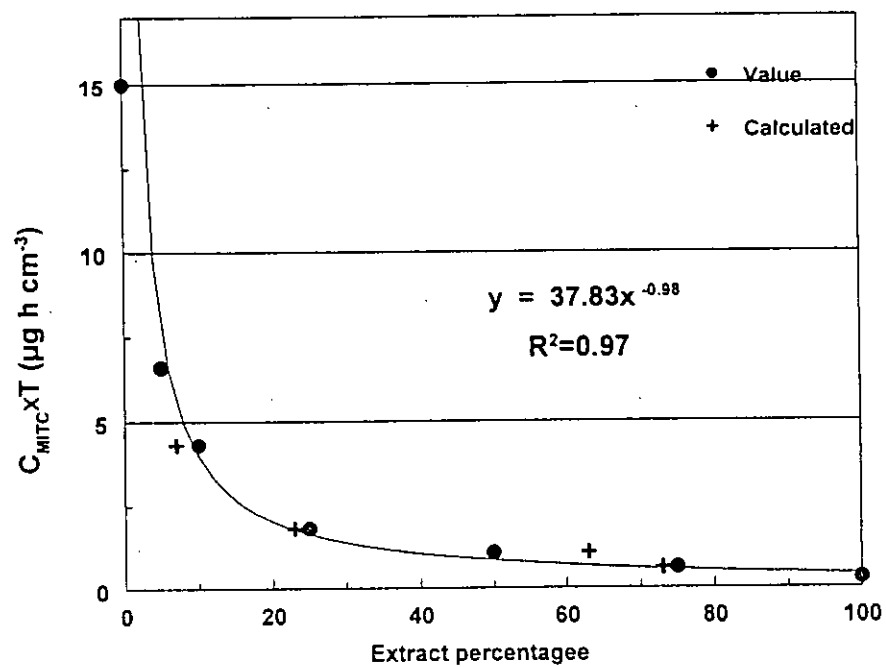
- א. קרקע HISTORY (לאחר 3 יישומים עוקבים של מתאם סודיום) הורטבה לקבלת עיסה רוויה (פי שלוש מקיבול שדה) למשך מספר שעות.
- ב. מיצוי הנוזלים מהקרקע בוצע באמצעות סירכוז. הקרקע הוכנסה לחלק הפנימי של מיכל כפול שהיה מסנן רשת (80 מ"מ). במהלך הסירכוז הופרדו המים וחלקיקי הקרקע הקטנים ועברו למיכל החיצוני והקרקע נשארה במיכל הפנימי.
- ג. מיצוי הקרקע הועבר סינון באמצעות סיבי זכוכית להפרדת חלקיקי קרקע גסים אשר לא הופרדו בתהליך הסירכוז הראשוני.
- ד. בשלב הראשון הועבר המיצוי המסונן תהליך של סוניקציה למשך 2-5 דקות על מנת להפריד מיקרואורגניזמים ספוחים על חרסיות.
- ה. בשלב שני מיצוי הקרקע הועבר סינון נוסף באמצעות נייר ווטמן 42 אשר אינו מאפשר לחרסיות הקרקע לעבור. באופן זה התסנין מכיל רק מיצוי נוזלי ומיקרואורגניזמים חופשיים שאינם ספוחים לחלקיקי קרקע.
- ו. התסנין עבר סירכוז על מנת להשקיע מ"א ולהפריד ביניהם לבין התסנין (כדי לבודד מ"א מאנזימים חופשיים שאולי הם הגורמים לפרוק).
- ז. בדיקות נוכחות הגורמים המפרקים במיצויים בדרגות הניקוי השונות בוצעו באמצעות הוספתם לקרקע NHIS ולאחר מכן הוספת מתאם סודיום וקביעת עקום הפרק של MITC בהשפעת הוספת המיצוי.
- ח. נוכחות הגורמים המפרקים במיצויים בדרגות הניקוי השונות נבדקה בשיטה נוספת. בשיטה זו הוסף המיצוי למצע מלחים נוזלי (Mixed culture) על מנת לבחון את מידת הפרוק ללא קרקע בתרבות נוזלית.

הוספת המיצוי הגולמי לאחר סינון ראשוני לקרקע NHIS הן לקרקע והן למצע נוזל גרמה לפרוק מהיר של MITC בדומה לקרקע HIS (איור 20). ניתן לראות כי גם בקרקע נותרו לאחר המיצוי גורמים מפרקים בכמות גדולה אשר מספיקה לגרום להעלמות MITC כמו בקרקע HIS. כדי לבחון נקודה זו בוצעו במספר ניסויים מספר מיצויים עוקבים (עד 5 מיצויים מהקרקע במשך 3 ימים ברציפות). בתום תהליך זה פחת מאוד שיעור המפרקים בקרקע (עם כי לא נעלם).

ניסיון להפריד את הגורמים המפרקים לא היצליח. ככל הנראה הגורמים המפרקים ספוחים בחוזקה לחרסיות הקרקע. כל הנסיונות להפרידים לא צלחו. בכל המקטעים של המיצוי שבהם לא היו חרסיות קרקע, לא התקבל פרוק של MITC כאשר המיצוי הוסף לקרקע NHIS.



איור 20. השפעת הוספת מיצוי נוזלי מקרקע HITORY לקרקע טבעית על השראת פרוק מואץ בקרקע רחובות ללא היסטוריה.



איור 20. השפעת הוספת מיצוי נוזלי במיהולים שונים מקרקע HITORY לקרקע טבעית על השראת פרוק מואץ בקרקע רחובות ללא היסטוריה.

קביעת כמות המפרקים אשר נמצאת בקרקע וכושר הפרוק שלהם בוצע באמצעות יצירת עקום כיוול. בוצעה סדרת מיהולים למיצוי הקרקע ואלה הוספו לקרקע רחובות NHIS ולאחר מכן הוסף מתאם סודיום.

ניתן לראות כי הוספת מיצוי המפרקים בשעור 5% מסך הכמות שמוצתה מספיקה כדי להשרות פרוק מואץ (איור 20). נתון זה מאד מרשים שכן מהתוצאות הקודמות למדנו כי במיצוי אחד אין אנו ממצים את כל הגורמים המפרקים. כלומר, התגברות המפרקים בקרקע בעקבות השראת פרוק מואץ היא בעוצמה רבה.

דיון

- עקום היצירה והפרוק של מתאם סודיום שונה בקרקעות שונות. ההבדל קשרו בקיום אוכלוסיות מפרקות אשר קיימות באופן טבעי ואשר מתרבים בעקבות יישום חוזר. ההבדלים קשורים גם לתכונות הפיזיקליות של הקרקע כגון שעור החול, עם כי אינם יכולים לשמש אמצעי לחיזוי קצב הפרוק.
- בעבודה מצאנו כי ניתן באמצעות מבחן מעבדתי לחזות את קצב היצירה והפרוק של התכשיר בשדה וכתוצאה מכך גם את יעילותו של חיטוי במתאם סודיום בחלקות בנגב המערבי אשר מאולחות בדוררת. מכיוון שעקום היצירה והפירוק של MITC בקרקע שונה בקרקעות השונות ומשפיע על יעילות החיטוי. לכן, חשוב לדעת מראש את התנהגותו של התכשיר בקרקע ולהתאים את תכשיר החיטוי והמינון הדרוש על מנת להשיג הדברה טובה. שילוב התכשירים שיפר את ההדברה בכל החלקות ומהווה אמצעי להבטחת יעילותו של החיטוי בתנאי אי וודאות לגבי התנהגותו של התכשיר בקרקע.
- איתרנו חלקות חשודות בהתפתחות פרוק מואץ של מתאם סודיום. מצאנו בחלקות אלה כי יישום אדיגן בקרקע היסטוריה לא היה יעיל בקטילת הפגעים בקרקע או בהדברת המחלות בתרמילים. יכול התרמילים ואיכותם בקרקע היסטוריה היה דומה לזה שבחלקות ההיקש. כל הממצאים מרמזים על אובדן כושרו של מתאם סודיום להדביר את פגעי הקרקע בקרקעות אלה כאשר מבוצע בהם יישום חוזר ותכופ של התכשיר. ממצא זה הוא תמרור זוהר בכל הקשור לעתידו של התכשיר בהדברת פגעי קרקע באזור זה. מתחייבת עבודה נוספת לבחינת היקף התופעה ודרכים להתמודדות. מאידך, יעילותו של התכשיר פורדור בהדברת פגעים בקטריאליים לא נפגמה גם בגידול רצוף של אגאי"ד ויישום חוזר של התכשיר במשך שנתיים ברציפות. שילוב תכשירים עשוי להיות אמצעי יעיל להדברה מחד ולמניעת יצירת התופעה מאידך. בניסוי הנוכחי לא בדקנו את השפעת החיטוי המשולב בקרקע היסטוריה על רקע של חיטוי קודם באדיגן. לכן קשה להסיק לגבי כושרו של השילוב בהדברת פיתיוס בקרקע עם רמת סיכון גבוהה של פירוק מואץ (קרקע היסטוריה).
- מצאנו כי הגורמים לפרוק מתעצמים בקרקע במהירות רבה. גורמים אלה ספוחים ככל הנראה לחלקיקי החרסית. ניתן למצות את הגורמים המפרקים ולהעבירם לקרקע אחרת ובכך להשרות את הפרוק המואץ. גורמים אלה אינם רגישים לתכשירים כימיים אך מעוכבים ביותר על ידי חימום. המשך המחקר יתמקד בזיהוי והגדרת הגורמים המפרקים.

הבעת תודה:

תודתנו לשותפות גד"ש הר חברון, גד"ש עלומים-סעד וגד"ש עין השלושה, לצוות גידולי השדה של מושבי הנגב ובמיוחד לחיים לוי ואפרים ניסמי, על הנכונות והרצון, שיתוף הפעולה הפורה, והעזרה הרבה בהצבת הניסוי ואחזקתו, לעובדי צוות הניסויים של הועדה החקלאית חבל מעון על העזרה הרבה בביצוע הבדיקות הרבות, לצוות המעבדה ליישום שיטות הדברה במכון וולקני, ולצבי גוטליב וחברת ביוואק על ביצוע החיטויים. תודה לעופר היימן ולחברת דור כימיקלים בע"מ, לארו זהבי וחברת אגן כימיקלים על שיתוף הפעולה בביצוע הניסויים. תודה לאנשי "תנובות שדה ומטע" על הסיוע הרב.

הממצאים המוצגים בדו"ח זה הינם תוצאות של מחקר ואינם בשום מקרה המלצות לשימוש. אין באזכור התכשירים המופיעים בדו"ח משום המלצה לשימוש בהם או העדפה על פני תכשירים אחרים שלא נבחנו.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח

תעוד פרוק והעלמות MITC בקרקעות שונות
תעוד פרוק מואץ של תכשירי מתאם סודיום בקרקעות.
תעוד הקשר בין הממצאים במעבדה לתוצאות ההדברה בשדה
איפיון הקשר בין קצב פרוק MITC בקרקעות שונות למאפיינים כימיים ופיזיקליים
בידוד הגורמים המפרקים ואיפיונם

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו:

- עקום היצירה והפרוק של מתאם סודיום שונה בקרקעות שונות. ההבדלים קשורים גם לתכונות הפיזיקליות של הקרקע כגון שיעור החול, עם כי אינם יכולים לשמש אמצעי לחיזוי קצב הפרוק.
- ניתן באמצעות מבחן מעבדתי לחזות את קצב היצירה והפרוק של התכשיר בשדה וכתוצאה מכך גם את יעילותו של חיטוי במתאם סודיום
- בחלקות בהם התפתח פרוק מואץ של MITC יישום אדיגן לא היה יעיל בקטילת הפגעים בקרקע או בהדברת המחלות בתרמילים. יכול התרמילים ואיכותם בקרקע היסטוריה היה דומה לזה שבחלקות ההיקש. כל הממצאים מרמזים על אובדן כושרו של מתאם סודיום להדביר את פגעי הקרקע בקרקעות אלה כאשר מבוצע בהם יישום חוזר ותכופ של התכשיר.
- מצאנו כי הגורמים לפרוק מתעצמים בקרקע במהירות רבה. גורמים אלה ספוחים ככל הנראה לחלקיקי החרסית. ניתן למצות את הגורמים המפרקים ולהעבירם לקרקע אחרת ובכך להשרות את הפרוק המואץ. גורמים אלה אינם רגישים לתכשירים כימיים אך מעוכבים ביותר על ידי חימום. המשך המחקר יתמקד בזיהוי והגדרת הגורמים המפרקים.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

תוכנית העבודה מתמקדת בהמשך זיהוי חלקות שבהם התפתח פרוק מואץ בתנאי זה.
במעבדה נמקד בלימוד הגורמים לפרוק מואץ של תכשירי חיטוי במעבדה ובשדה.
ניתן לחזות על פי תוצאות המעבדה את תוצאות ההדברה בשדה
התפתחות פרוק מואץ בשדה קשה להדברה לאחר שהתפתחה כבר.

הבעיות שונתרו לפתרון:

פיתוח אמצעים כגון שילוב חומרים או תוספים שונים על מנת למנוע את הפרוק המואץ וכן בחינת של האמצעים בשדה בתנאי פרוק מואץ ולחץ אינוקולום רב.
זיהוי ממוקד יותר של הגורמים שאחראים לפרוק המואץ

האם הוחל בהפצת הידע:

תוצאות המחקר פורסמו בכינוסים מדעיים בארץ ובחול וכן בכינוסים של חקלאים.