



1999-2001

תקופת המחקר:

459-0292-01

קוד מחקר:

Subject: METHYL BROMIDE ALTERNATIVE
:IMPROVED SOIL DISINFESTATION WITHOUT
CHEMICALS

Principal investigator: AVRAHAM GAMLIEL

Cooperative investigator:

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

שם המחקר: תחליפי מתיל ברומיד לחיטוי
קרקע: הדברה יעילה של מחלות קרקע ללא
שימוש בתכשירים כימיים

חוקר ראשי: אברהם גמליאל

חוקרים שותפים:

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

תקציר

הצגת הבעיה: מודעות הציבור לאיכות הסביבה ולפגיעתם של חומרי הדברה בסביבה, גורמת לאיסור השימוש בחומרים כימיים לחיטוי קרקע. מצב זה מחייב פיתוח אמצעי חיטוי לא כימיים יעילים ואפשר גידול מיגון רחב יותר של גידולים ללא תלות בחומרי חיטוי כימיים וצמצום הנזק הסביבתי שהם גורמים. הצנעת חומרים אורגניים עשירים בחלבון (כגון קמח נוצות, כוספת סויה) משחררים אמוניה במהלך התפרקותם בקרקע ותורמים להדברת גורמי מחלות שונים. בנוסף יוצרים חומרים אלה שווי משקל חדש בקרקע המדכא התבססותם המחודשת של גורמי מחלות. שחרור חומרים רעילים במהלך התפרקותם של תרכובות אורגניות בקרקע מעודד על ידי חום. לכן חימום הקרקע על ידי חיפוייה עשוי לשפר את פעילותם של חומרים אלה. הצנעת חומרים אורגניים בקרקע כגון זבל עופות או שיירי צמחים במהלך חיטוי סולרי עשויה לשפר את הדברת פגעים בקרקע. חיטוי סולרי של קרקע מועשרת בחומרים אלה גורם ליצירת חומרים נדיפים רעילים אשר נלכדים מתחת ליריעות החיפוי ותורמים לקטילת הפתוגנים בקרקע.

מטרת המחקר: לבדוק במעבדה ובשדה את מנגנון ההדברה של פתוגנים בקרקע ע"י תרכובות אורגניות עשירות חלבון, וע"י זבל עופות ושיירי צמחים.

מהלך ושיטות העבודה: בחנו את פעילותם של התוספים האורגניים ללא חיפוי קרקע ובשילוב של חיפוי במהלך החיטוי במערכת של ניסויי שדה בחלקות קטנות ובחלקות מסחריות בתפוא"ד ואגא"ד.

תוצאות עיקריות: גידול תפוא"ד על גבי חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה קטל ביעילות את פטרית הדוררת וחיידיקים מקבוצת סטרפטומיצטים עד לעומק 40 ס"מ. החיטוי הדביר את מחלות הדוררת והגרם בתפוא"ד ותרם ליבול רב יותר בשתי הקרקעות שנבדקו. השפעת החיטוי נצפתה גם בגידול שני ושלישי של חיטה וסורגוס לאחר תפוא"ד ללא כל חיטוי נוסף.

הדברה יעילה של פגעי תרמיל באגוזי אדמה נצפתה בגידול רביעי לאחר החיטוי. מערכת חיטויים דומה הוצבה בחלקות מאולחות באופן קשה בצאלים וניר עוז לצורך שיקומן. טיפולי חיטוי שכללו חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספת סויה וגידול חיטה לזבל ירוק, הפחיתו את הנגיעות בפגעי תרמיל באגוזי אדמה.

מסקנות והמלצות: הדברת פגעי קרקע באמצעות גישה חדשנית אפשרית. אנו רואים כי שיטה זו תורמת למאזן ביולוגי חדש בקרקע ולהשפעה ארוכת טווח של החיטוי מעבר לגידול אחד. גישה זו תאפשר ללמוד את הדרכים ליצירת קרקעות המדכאות אילוח מחודש על ידי מחוללי מחלות.

הדברה יעילה של מחלות קרקע ללא תכשירים כימיים
NON CHEMICAL APPROACH FOR SOIL DISINFESTATION

דו"ח מסכם לתוכנית מס' 459-0292-01
מוגשת לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות
ע"י

אברהם גמליאל, מרים אוסטרויל, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני
בית דגן (email: agamliel@agri.gov.il)
גיאורא קריצמן, המכון להגנת הצומח מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני בית דגן
יצחק פרץ אלון, ועדה חקלאית חבל מעון
אורנה אוקו, שה"ס מחוז באר שבע

Abraham Gamliel, Miriam Austerweil, Institute of Agricultural Engineering,
ARO, Volcani Center, Bet Dagan (email: agamliel@agri.gov.il)
Giora Kritzman, Instititue of Crop Protection ARO, Volcani Center, Bet Dagan
Itzik Perez-Alon, Maon Region
Orna Ucko, Ministry of Agriculture, Extension Service, Beer Sheva

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

.....
חתימת החוקר

א. תקציר

הצגת הבעיה: מודעות הציבור לאיכות הסביבה ולפגיעתם של חומרי הדברה בסביבה, גורמת לאיסור השימוש בחומרים כימיים לחיטוי קרקע. מצב זה מחייב פיתוח אמצעי חיטוי לא כימיים יעילים יאפשר גידול מיגון רחב יותר של גידולים ללא תלות בחומרי חיטוי כימיים וצמצום הנזק הסביבתי שהם גורמים. הצנעת חומרים אורגניים עשירים בחלבון (כגון קמח נוצות, כוספת סויה) משחררים אמוניה במהלך התפרקותם בקרקע ותורמים להדברת גורמי מחלות שונים. בנוסף יוצרים חומרים אלה שווי משקל חדש בקרקע המדכא התבססותם המחודשת של גורמי מחלות. שחרור חומרים רעילים במהלך התפרקותם של תרכובות אורגניות בקרקע מעודד על ידי חום. לכן חימום הקרקע על ידי חיפוייה עשוי לשפר את פעילותם של חומרים אלה. הצנעת חומרים אורגניים בקרקע כגון זבל עופות או שיירי צמחים במהלך חיטוי סולרי עשויה לשפר את הדברת פגעים בקרקע. חיטוי סולרי של קרקע מועשרת בחומרים אלה גורם ליצירת חומרים נדיפים רעילים אשר נלכדים מתחת ליריעות החיפוי ותורמים לקטילת הפתוגנים בקרקע. במסגרת המחקר אנו בודקים במעבדה ובשדה את מנגנון ההדברה של פתוגנים בקרקע ע"י תרכובות אורגניות עשירות חלבון, וע"י זבל עופות ושיירי צמחים.

מהלך ושיטות העבודה: בחנו את פעילותם של התוספים האורגניים ללא חיפוי קרקע ובשילוב של חיפוי במהלך החיטוי במערכת של ניסויי שדה בחלקות קטנות ובחלקות מסחריות בתפוא"ד ואגא"ד.

תוצאות עיקריות: גידול תפוא"ד על גבי חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה קטל ביעילות את פטרית הדוררת וחידקים מקבוצת סטרפטומיצטים עד לעומק 40 ס"מ. החיטוי

הדביר את מחלות הדוררת והגרב בתפוא"ד ותרם ליבול רב יותר בשתי הקרקעות שנבדקו. השפעת החיטוי נצפתה גם בגידול שני ושלישי של חיטה וסורגום לאחר תפוא"ד ללא כל חיטוי נוסף. הדברה יעילה של פגעי תרמיל באגוזי אדמה נצפתה בגידול רביעי לאחר החיטוי. מערכת חיטויים דומה הוצבה בחלקות מאולחות באופן קשה בצאלים וניר עוז לצורך שיקומן. טיפולי חיטוי שכללו חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספת סויה וגידול חיטה לזבל ירוק, הפחיתו את הנגיעות בפגעי תרמיל באגוזי אדמה.

מסקנות והמלצות: הדברת פגעי קרקע באמצעות גישה חדשנית אפשרית. אנו רואים כי שיטה זו תורמת למאזן ביולוגי חדש בקרקע ולהשפעה ארוכת טווח של החיטוי מעבר לגידול אחד. גישה זו תאפשר ללמוד את הדרכים ליצירת קרקעות המדכאות אילוח מחודש על ידי מחוללי מחלות.

רשימת פירסומים:

1. Gamliel, A., Grinstein, A., and Katan J. 1999 Combining organic amendments with soil heating to control soilborne plant pathogens. *Proc The 6th annual international research conference on Methyl bromide alternatives and emission reduction*, San Diego California. 27-28.
2. Gamliel, A. 2000. Soil amendments: a non chemical approach to the management of soilborne pests. *Acta Horticulturae* 532:39-47

ב. מבוא ותיאור הבעיה

פתוגנים שוכני קרקע גורמים מחלות רבות בגידולי תרבות ומסבים נזקים כבדים עד כדי השמדת הגידול ואובדן היבול. פתוגנים רבים ובכללם פטריות, חיידקים ונמטודות נשרדים בקרקע למשך תקופות ארוכות והדברתם קשה. הגישה המקובלת להדברה של פגעי קרקע היא ע"י חיטוייה לפני הזריעה או השתילה באמצעים הרסניים על מנת להגיע לכל אתר בקרקע בו שוכנים הפתוגנים. אידוי קרקע כימי הינו אמצעי יעיל ומקובל להדברת לא סלקטיבית של פגעים. העליה במודעות לאיכות הסביבה והצטברות מידע לגבי פוטנציאל הנזק הסביבתי שעלולים לגרום תכשירים לחיטוי קרקע גרמו להצבת מגבלות על השימוש בתכשירים כאלה. מגבלות אלה מותירות תחום מצומצם בלבד של אמצעים לחיטוי ומציבות קושי להתמודדות עם פגעי קרקע. במצב דברים כזה פיתוח שיטות לא כימיות יעילות הינו נחוץ ביותר.

צנעת גידולים מסוימים כזבל ירוק במסגרת מחזור גידולים או שילובם בחיטוי קרקע הינה גישה נוספת להדברת פגעים. חומרים כגון קמח נוצות, כוספות של שיירי צמחים המשמשים להפקת שמן ושיירי צמחים ממשפחות שונות (מצליבים, צמחי תבלין) משחררים תרכובות רעילות במהלך התפרקות החומר האורגני בקרקע. תרכובות אלה גורמות להדברת פגעים. בנוסף חלים שינויים באוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע במהלך פירוק החומר האורגני לטובת אוכלוסיות מועילות השילוב של תרכובות אורגניות נדיפות רעילות ושינוי באוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע מועשרת בחומר אורגני מפחית מחלות ומשפר את כושר הדיכוי של הקרקע למניעת התבססות גורמי מחלת

חיטוי סולרי בתנאי יישום טובים קוטל מיגוון רחב של גורמי מחלות, מזיקי קרקע ועשבים רעים. קטילת פתוגנים בחיטוי סולרי הינה תוצאה של השגת חום קטלני, שחרור חומרים נדיפים לאוויר הקרקע במשך החיטוי ושינוי באוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע. לחיטוי סולרי מגבלות של תלות בתנאי מזג אויר ומשך ביצוע ארוך שבו יריעות הפלסטיק חשופות לפגעי מזג האויר ובעלי חיים. כמו כן פתוגנים מסויימים אינם נקטלים ביעילות באמצעי זה. לכן שיפור החיטוי שיאפשר הרחבת השימוש בתנאי מזג אויר מגוונים יותר וקיצור משך החיטוי יאפשרו שימוש רב ויעיל יותר בשיטה זו. שילוב של חיטוי סולרי והצעת חומרים אורגנים הינה גישה אפשרית להשגת מטרה זו. במספר מצומצם של עבודות שפורסמו, הושגה הדברה יעילה בשילוב חיטוי סולרי והצנעה של חומרים אורגנים.

מטרות המחקר

מטרתו הבסיסית של המחקר היא לימוד התהליכים הכימיים והביולוגים של יצירת תרכובות נדיפות רעילות בקרקעות שהוצנע בהם חומר אורגני במהלך חיטוי סולרי, ואופטימיזציה של הדברת מחלות ביישום משולב של גישה זו בגידולים חקלאיים.

בפירוט:

1. לימוד וזיהוי תרכובות נדיפות רעילות אשר נוצרות בקרקע מועשרת בזבל עופות, חומר אורגני עתיר חלבון, או שיירי צמחים (מצליבים) בעקבות חיטוי סולרי. לימוד הגורמים המשפיעים על יצירתם תנועתם והעלמותם של תרכובות אלה בקרקע.
2. לימוד השפעות ארוכות טווח של הטיפול על מאזן מיקרוביאלי בקרקע ודיכוי התבססות המחודשת של פתוגנים.

3. אופטימציה של ההדברה בשילוב חיטוי סולרי וחומרים אורגניים בתנאי שדה במחזורי גידול אינטנסיביים.

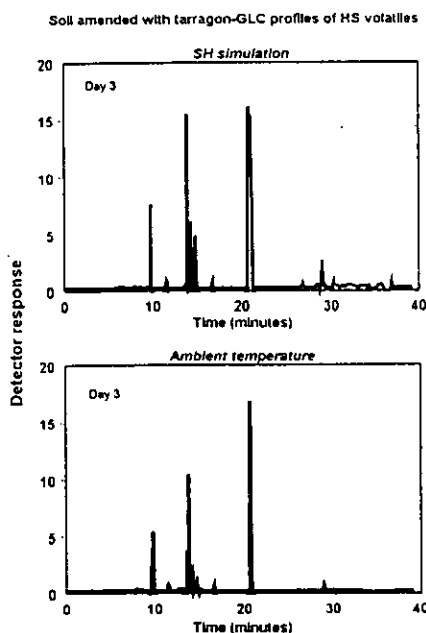
ג. פירוט הניסויים והתוצאות

1. עבודה במערכות מבוקרות.

קרקע מועשרת בחומר אורגני הוכנסה למכלי הזכוכית אשר עוצבו במיוחד למטרה זו. מיכלי הזכוכית יאטמו במכסה שדרכו עוברים שלושה צינורות זכוכית. המערכת מאפשרת חיבור מיכל קטן שבו נמצאים גופי ריבוי של האורגניזם הנבדק. האוירה במיכל החיצוני דומה לזו שבמיכל המכיל את הקרקע. בצורה זו מושפע האוגניזמים במיכל החיצוני אך ורק מתרכובות נדיפות שהשתחררו במהלך הפירוק.

חומרים אורגניים, שיירי מרווה, רוזמרין, טרגון, וכוספת סויה עורבבו בקרקע רחובות והוכנסו למיכלי הזכוכית. במכלים אלה הוצעו גם גופי קיימא של הפתוגנים פוזריום הגורם לרקבון הכתר בעגבניות, דוררת, וסטרפטומיצטים הגורמים לגרב בתפוא"ד. במקביל הוכנסו גופי קיימא של פתוגנים גם למיכל החיצוני מכלי הזכוכית הודגרו במשטר טמפרטורה המקביל לחיטוי סולרי בשכבת הקרקע העליונה (10 ס"מ). במהלך ההדגרה בחנו יצירה ושחרור תרכובות נדיפות במיכלים השונים, ואת קטילת הפתוגנים בקרקע ובהשפעת התרכובות הנדיפות שנוצרו.

הצנעת החומרים האורגניים בקרקע גרמה לשחרור תרכובות נדיפות. חומרים אלה אופיינו בהצנעת טרגון אופיינו תרכובות טרפנים קצרים וארוכים. הבדלים בולטים נרשמו ביצירת תרכובות נדיפות בקרקע ללא חימום לעומת קרקע שחוממה במשטר חיטוי סולרי (ציור מס' 1). ההבדלים ביצירת תרכובות נדיפות בקרקע מחוממת לעומת קרקע ללא חימום התבטאו גם בקטילת פתוגנים בקרקע בהשפעת התרכובות הנדיפות. שילוב חימום והצנעת חומר אורגני גרמו לקטילה יעילה של הפתוגנים הנבדקים לאחר שבועיים הדגרה.



ציור מס' 1. השפעת חימום קרקע שהוצעו בה שיירי טרגון על יצירת תרכובות נדיפות בהשוואה לקרקע לא מחוממת

2. ניסוי בחלקות קטנות:

הקמנו חלקת ניסויים המבוססת על חלקות קטנות (שני מטר אורך, מטר רוחב ו-60 ס"מ עומק) שתחומות על ידי לוחות בטון ושקועות בקרקע. בצורה זו יצרנו מעין "עציצים" גדולים ושקועים בקרקע ששטח הפנים שלהם בגובה פני הקרקע. קרקעית חלקות אלה מולאה בשתי שכבות חצץ לצורך ניקוז יעיל. לחלקות אלה הובאו קרקעות משתי חלקות נגועות מקיבוץ ניר עוז וצאלים. לקרקעות אלה היסטוריה של נגיעות בפגעי קרקע הגורמים למחלת הדוררת בתפוא"ד ואגא"ד, גרב בתפוא"ד ויבללת באגוזי אדמה.

בחודש יולי ביצענו בחלקות את הטיפולים. הטיפולים בוצעו במתכונת בלוקים באקראי לכל סוג קרקע, הבאים:

1. היקש ללא חיטוי
2. חיטוי סולרי
3. הצנעת כוספת סויה (1 ק"ג למ"ר) ללא חיפוי
4. הצנעת כוספת סויה וחיפוי מוצל (למניעת התחממות הקרקע)
5. הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי

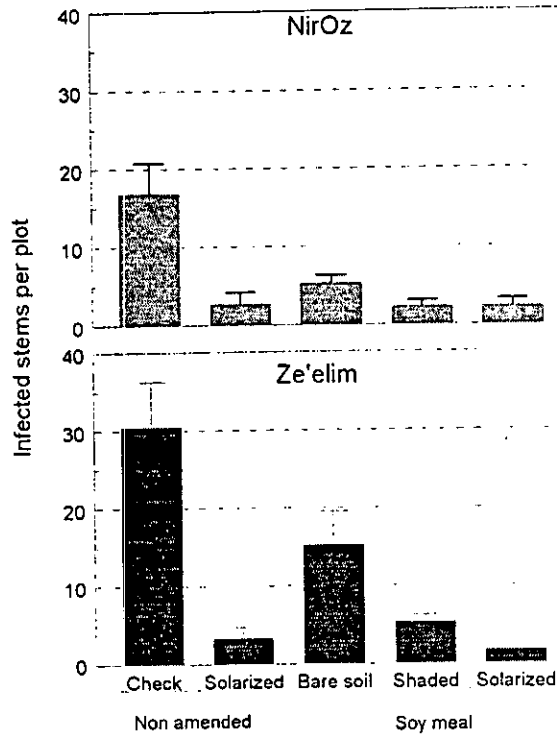
חיטוי סולרי בוצע בחודשים יולי ואוגוסט. לאחר גמר החיטויים נזרעו בחלקות תפוא"ד. חיטוי סולרי לבדו היה יעיל בהדברת מחלת הדוררת בשתי הקרקעות שנבחנו (ציור מס' 2). הצנעת כוספת סויה ללא חיטוי סולרי היה יעיל חלקית בהדברת מחלת הדוררת. שילוב כוספת סויה וחיטוי סולרי היה יעיל בהדברת הדוררת בשתי הקרקעות שנבחנו. שילוב זה היה טוב ביותר בהשפעתו על יכול הפקעות בשתי הקרקעות שנבחנו (ציור מס' 3). חשוב להדגיש כי הטיפול המשולב תרם ליכול דומה בשתי הקרקעות שנבדקו, למרות שעוצמת המחלה (בחלקות ההיקש) בשתי הקרקעות היתה שונה. נתון זה מצביע על הפוטנציאל הטמון בגישה זו להבראת קרקעות.

סורגוס נזרע בחלקה לאחר עקירת הגידול הראשון. במהלך הגידול נצפו הבדלים בטיפולים השונים בדומה לאלה בגידול תפוא"ד. המשקל הטרי של צמחי הסורגוס היה הרב ביותר בטיפולים בהם הוצנעה כוספה של סויה (ציור מס' 4). בבדיקת שורשי הצמחים בחלקות ההיקש נתגלתה נגיעות בנמטודה יוצרת ציסטה של הדגניים. שורשי הצמחים בקרקעות המחוטאות היו נקיים מנגיעות.

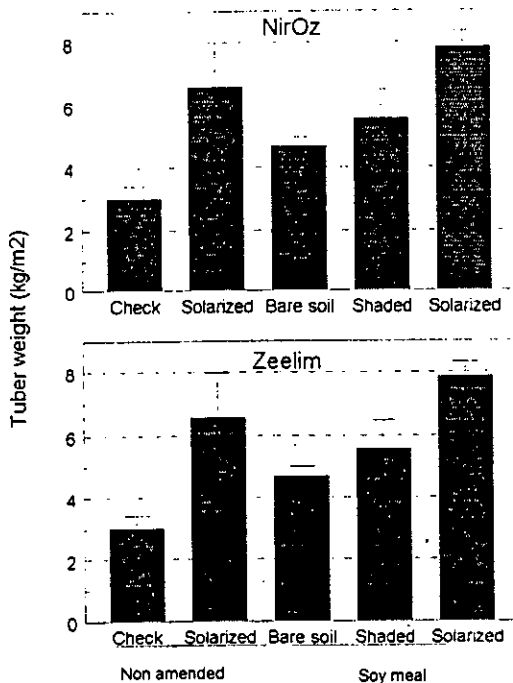
חיטה נזרעה בחלקה לאחר הצנעת שיירי הסורגוס. במהלך הגידול נצפו הבדלים בטיפולים השונים בדומה לאלה בגידול תפוא"ד. המשקל הטרי של צמחי החיטה היה הרב ביותר בטיפולים בהם הוצנעה כוספה של סויה (ציור מס' 5). בבדיקת שורשי הצמחים בחלקות ההיקש נתגלתה שוב נגיעות בנמטודה יוצרת ציסטה של הדגניים. שורשי הצמחים בקרקעות המחוטאות היו נקיים מנגיעות.

במקביל בוצע מעקב אחר אוכלוסיות סטרפטומיצטים בחלקה. נמצא כי בעקבות החיטוי חלה הפחתה באוכלוסיות של פתוגנים אלה. בנוסף, חלה דעיכה באוכלוסיות אלה ששרדו במשך הזמן. כלל הנראה, השינוי באוכלוסיות המיקרואורגניזמים בקרקע גרם לתנגודת קרקע מסויימת. אגוזי אדמה נזרעו בחלקה לאחר הצנעת החיטה (גידול רביעי לאחר החיטוי). טיפולי החיטוי היו יעילים בהדברת דוררת באגוזי אדמה (תוצאות לא מובאות) לעומת חלקת ההיקש. עדות להדברת

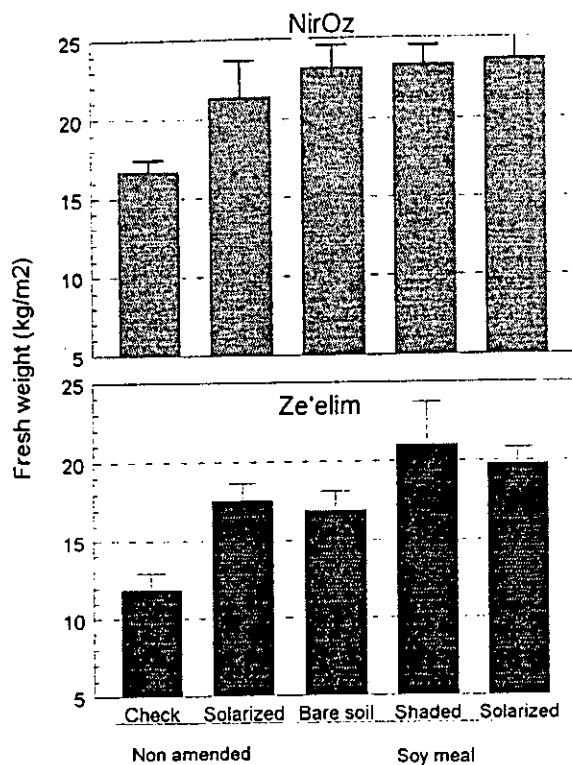
הדוררת מוצגת ביבול התרמילים אשר היה נחות מאד בחלקות ההיקש (ציור מס' 6). בחלקות שחוטאו בתחילת הניסוי היה היבול רב יותר באופן מובהק. הצנעת כוספת בשילוב חיטוי סולרי היה יעיל בהדברת יבללת גם לאחר 4 גידולים (ציור מס' 7). לעומת זאת יעילות החיטויים בהדברת מחלת הרשת היתה חלקית ביותר.



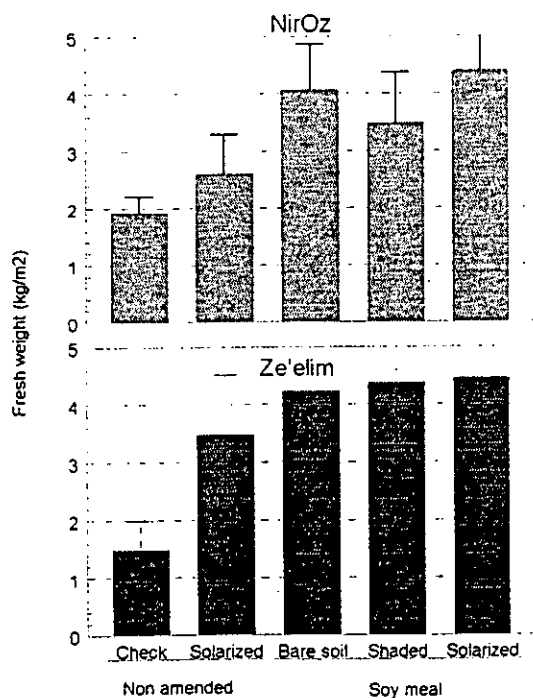
ציור מס' 2. השפעת חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה על הדברת מחלת הדוררת בתפוא"ד בחלקות זעירות. קרקעות הובאו מחלקות נגועות בשטחים מסחריים בקיבוצים ניר עוז וצאלים. חיטוי סולרי בוצע בעונת הקיץ.



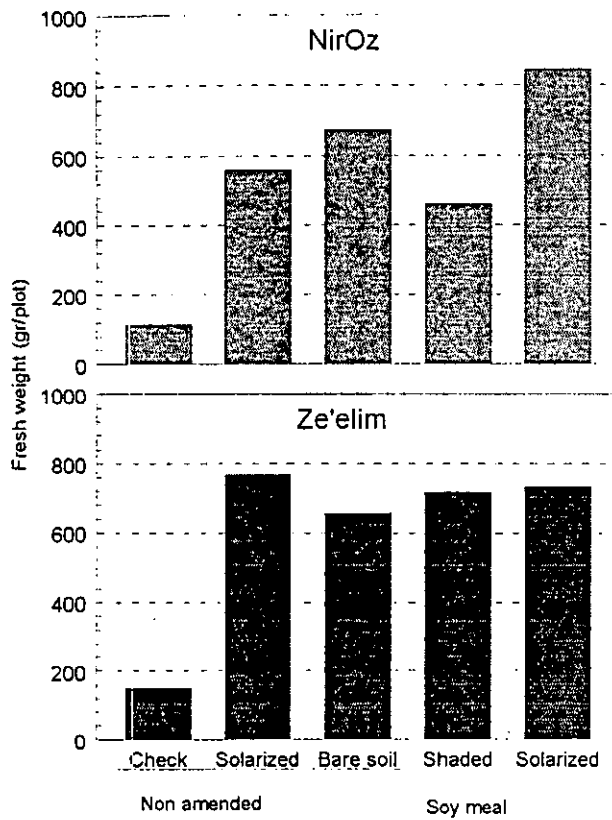
ציור מס' 3. השפעת חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה על יבול פקעות תפוא"ד בחלקות זעירות. קרקעות הובאו מחלקות נגועות בשטחים מסחריים בקיבוצים ניר עוז וצאלים. חיטוי סולרי בוצע בעונת הקיץ.



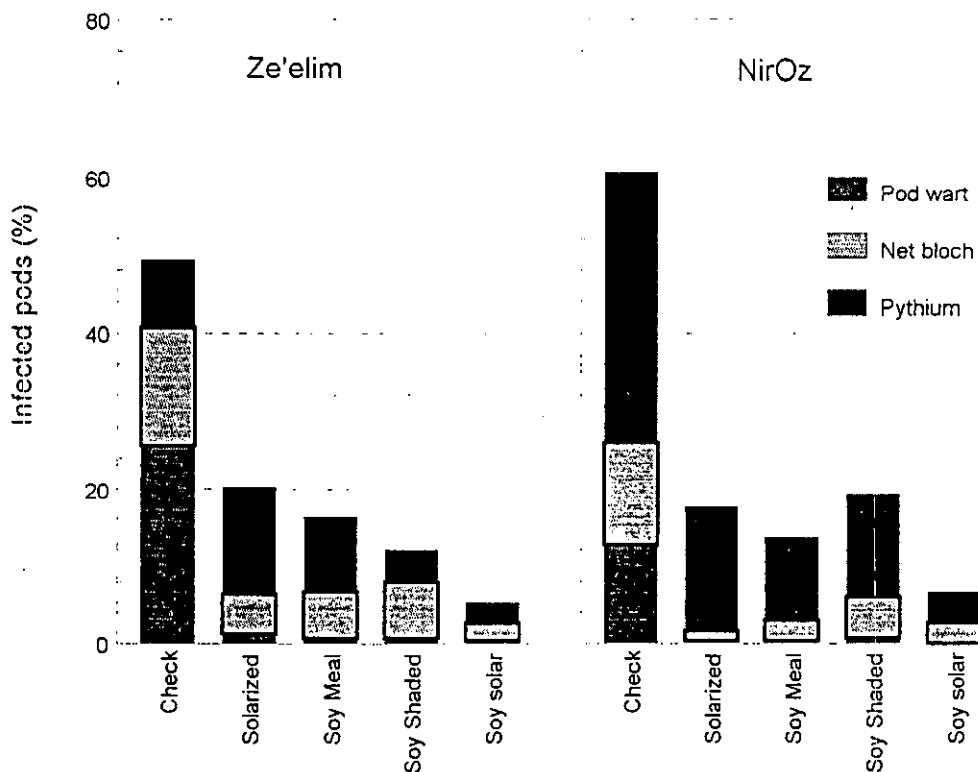
ציור מס' 4. השפעת חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה על משקל טרי של סורגום כגידול שני בחלקות זעירות. קרקעות הובאו מחלקות נגועות בשטחים מסחריים בקיבוצים ניר עוז וצאלים. חיטוי סולרי בוצע בעונת הקיץ.



ציור מס' 5. השפעת חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה על משקל טרי של חיטה כגידול שלישי בחלקות זעירות. קרקעות הובאו מחלקות נגועות בשטחים מסחריים בקיבוצים ניר עוז וצאלים. חיטוי סולרי בוצע בעונת הקיץ.



ציור מס' 6. השפעת חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה על משקל טרי של אגוזי אדמה כגידול רביעי בחלקות זעירות. קרקעות הובאו מחלקות נגועות בשטחים מסחריים בקיבוצים ניר עוז וצאלים. חיטוי סולרי בוצע בעונת הקיץ.



ציור מס' 7. השפעת חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה על שיעור הנגיעות של תרמילי אגוזי אדמה בפגעי תרמיל כגידול רביעי בחלקות זעירות. קרקעות הובאו מחלקות נגועות בשטחים מסחריים בקיבוצים ניר עוז וצאלים. חיטוי סולרי בוצע בעונת הקיץ.

3. שיקום קרקעות מאולחות במערכת משקית

נבחרו שתי חלקות, חלקה 5 בקיבוץ צאלים, וחלקה 13 בקיבוץ ניר עוז. חלקות אלה מגודלות במחזור הגידולים המקובל במשק. לקרקעות אלה היסטוריה של נגיעות בפגעי קרקע הגורמים למחלת הדוררת בתפוא"ד ואגא"ד, גרב בתפוא"ד ויבללת באגוזי אדמה. בשנים האחרונות התעצמה הנגיעות קרקעות אלה בגורמי מחלה רבים הפוגעים בתפוחי אדמה ואגוזי אדמה. שיעור הנגיעות אינו מאפשר יותר גידול כלכלי ולכן נחוצה גישה חדשה לשיקום הקרקעות. בקיץ 1999 ביצענו בחלקות אלה תצפיות בחלקות גדולות. הטיפולים בוצעו במתכונות בלוקים באקראי לכל סוג קרקע. בוצעו הטיפולים הבאים:

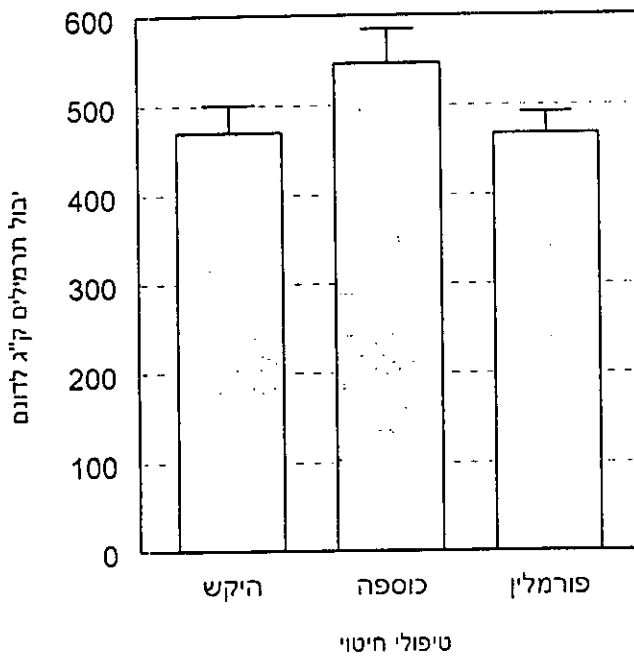
6. היקש ללא חיטוי (רק בצאלים)
7. הצנעת כוספת סויה (1000 ק"ג לדונם) וחיטוי סולרי (אקוטקס)
8. פורמלין (פורדור 37) במינון 100 ליטר לדונם וחיטוי סולרי

הטיפולים בוצעו בחודש יולי 1999. לאחר גמר החיטוי נזרעו שתי החלקות בניר עוז וצאלים בחיטה. החיטה נקצרה בחודש ינואר 2000 והוצנעה כזבל ירוק. בקיבוץ ניר עוז נזרעו אגוזי אדמה מזן חנוך בסוף חודש מרץ. בקיבוץ צאלים חולקה החלקה לשני גידולים. אגוזי אדמה מזן שולמית נזרעו במחצית החלקה הצפון מערבית בסוף חודש אפריל. מחצית החלקה הדרום מזרחית הושארה ככרם נח במשך הקיץ ונזרעה בחודש אוקטובר 2000 בתפוא"ד מזן דזירה.

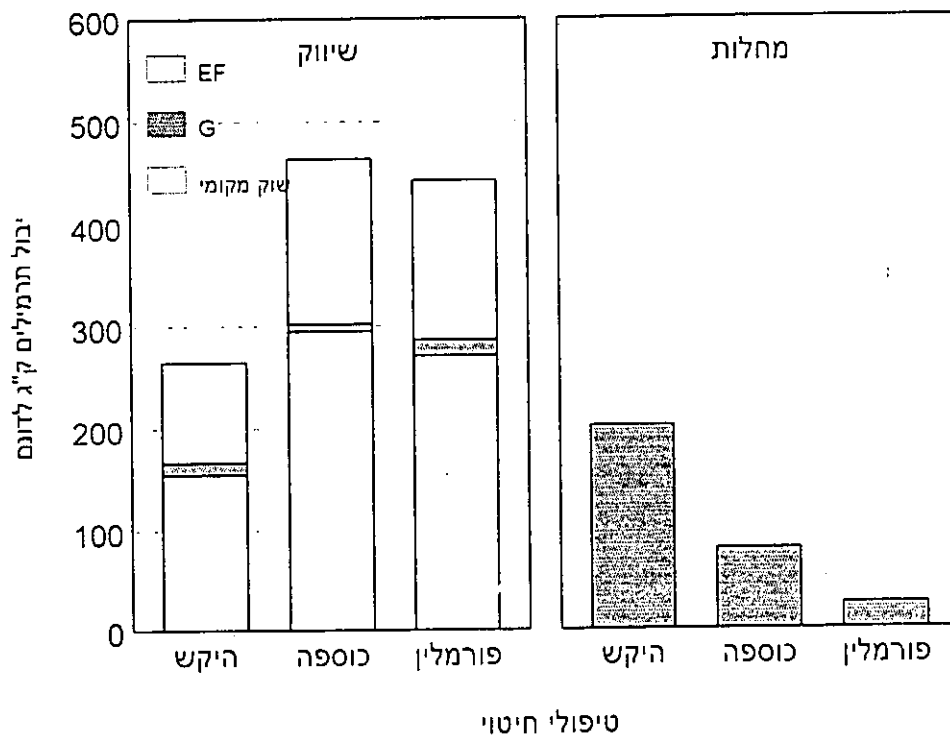
א. אגוזי אדמה - צאלים

חיטויי הקרקע בתוספים אורגניים תרם באופן מובהק ליבול רב יותר של תרמילים (איור 8). יבול התרמילים בחלקות שקבלו חיטוי פורמלין משולב בסולרי היה היבול דומה לזה שבחלקות ההיקש. שיעור היבול לשווק היה נמוך מאד בחלקות ההיקש. לעומתו היה משקל התרמילים הראוייה לשווק בחלקות המחוטאות גבוה באופן מובהק (איור 9). משקל התרמילים שאינם ראויים לשווק היה נמוך ביותר בחלקות המחוטאות בשני סוגי החיטוי.

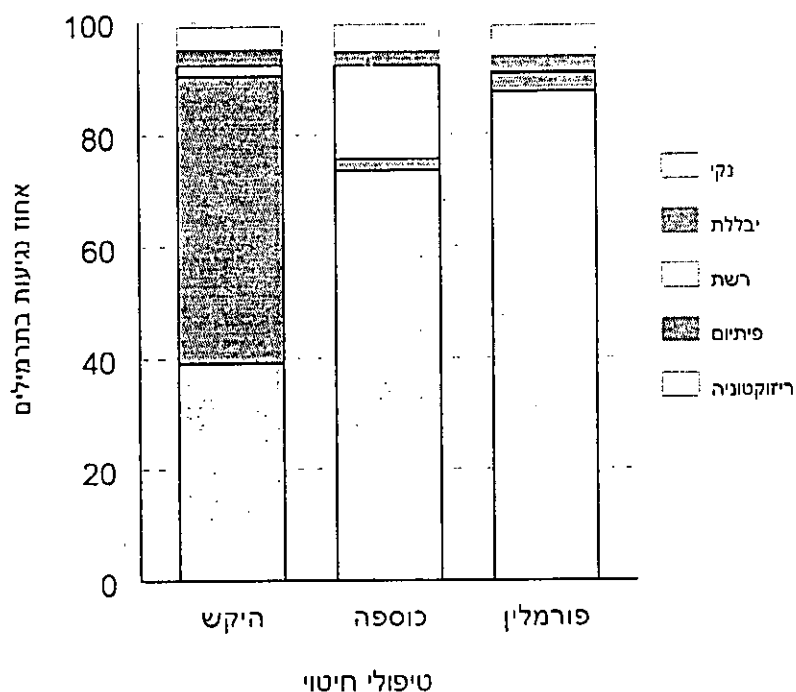
מספר התרמילים הנגועים בחלקות ההיקש היה גבוה מאד. רק 39% מסך מספר התרמילים היה נקי ממחלות לעומת 76-85% בחלקות החיטוי (איור מס' 10). גורם הנגיעות העיקרי בחלקה זו הייתה יבללת ושעורה בחלקות ההיקש היה 48% (איור 11). טיפולי החיטוי היו יעילים בהדברת מחלה זו. לעומת זאת החיטוי האורגני לא הדביר את מחלת הרשת בתרמילים. כל החיטויים היו יעילים בהדברת פיתיוס בתרמילים אך פחות בהדברת ריזוקטוניה.



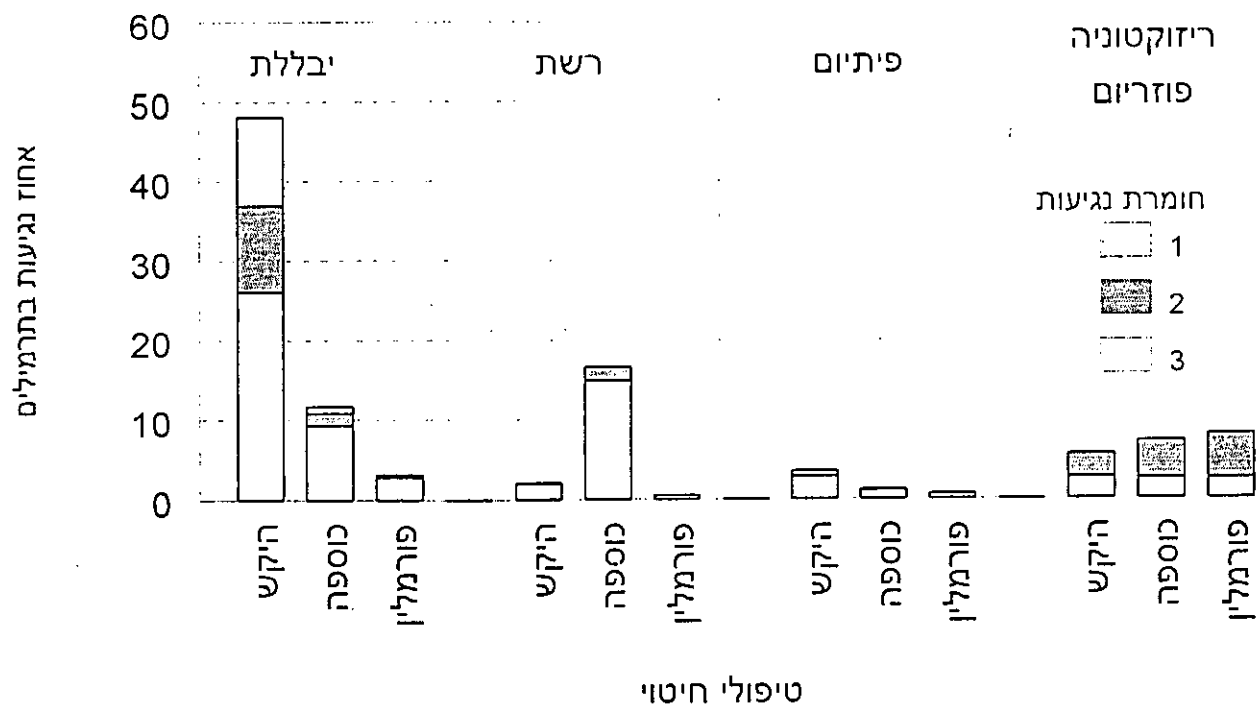
איור מס' 8. השפעת חיטוי קרקע על יבול אגוזי אדמה מזן שולמית (צאלים 2000). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס.



איור מס' 9. השפעת חיטוי קרקע על יבול אגוזי אדמה מזן שולמית, ועל התפלגותו (צאלים 2000). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס.



איור מס' 10. השפעת חיטוי קרקע על נגיעות תרמילי אגוזי אדמה מזן שולמית במחלות (צאלים 2000). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס.



איור מס' 11. השפעת חיטוי קרקע על נגיעות תרמילי אגוזי אדמה מזן שולמית במחלות שונות (צאלים 2000). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס.

ב. אגוזי אדמה - ניר עוז

התצפית בקיבוץ ניר עוז הוצבה בחלקה 13 במשבצת קרקע על רקע ניסוי של גידול אגוזי אדמה ותפוא"ד במחזורי גידול שונים (טבלה מס' 1) משולבים בחיטויי קרקע. הניסוי לבחינת מחזור הגידול בוצע בין השנים 1996-1999 ובסופו נרשם אילוח רב של הקרקע בגורמי מחלות כגון דוררת, ריזוקטוניה ורשת. בקיץ 1999 בוצעו שני טיפולי החיטוי בכל משבצת של מחזור הקרקע ללא חזרות. בחלקה זו לא הושארו חלקות היקש. חלקה היקש לצורך השוואה הושארה מחוץ למשבצת הניסוי בחלקה 13.

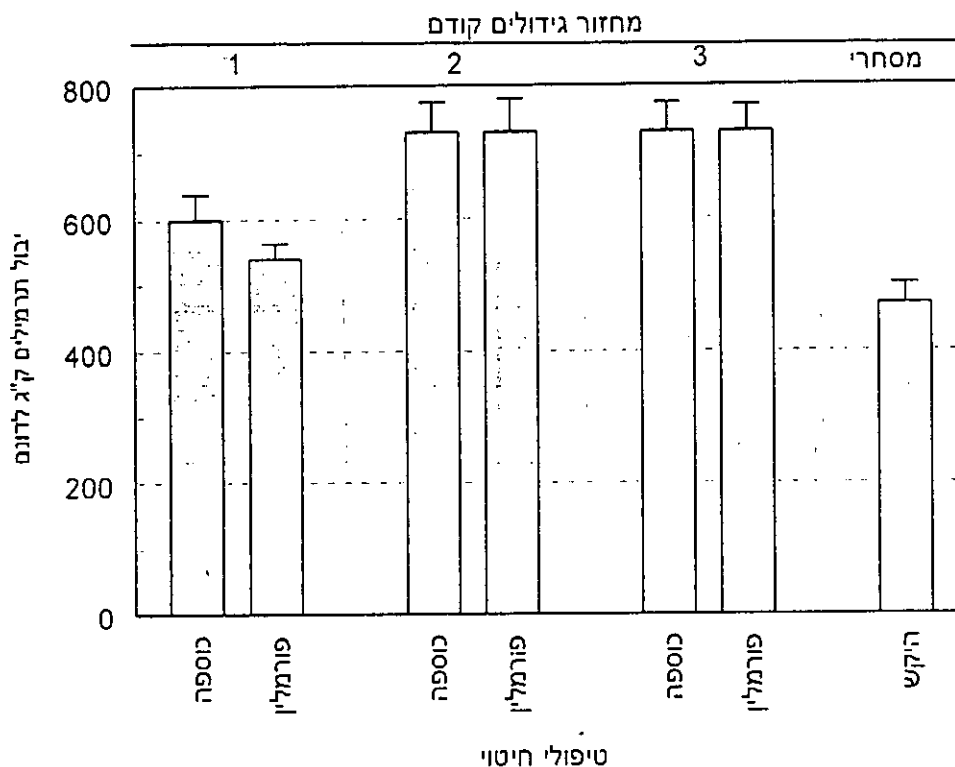
טבלה מס' 1. היסטוריה של הגידולים בחלקה 13 לפני תחילת הניסוי

גידולים וסדר					מספר מחזור
1	תפוא"ד	אגא"ד	תפוא"ד	אגא"ד	תפוא"ד
2	חיטה	אגא"ד	חיטה	חיטה	תפוא"ד
3	תפוא"ד	תפוא"ד	תפוא"ד		

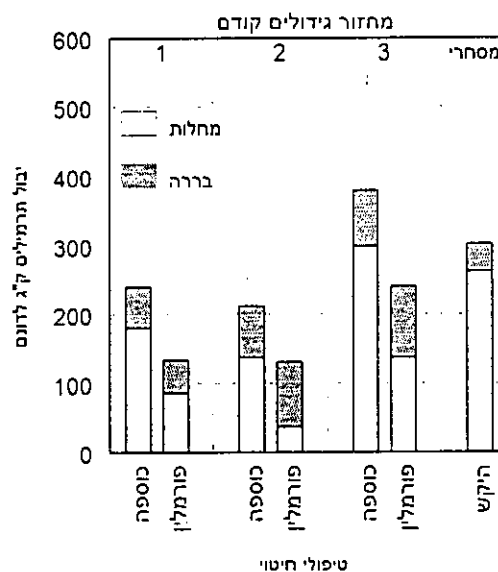
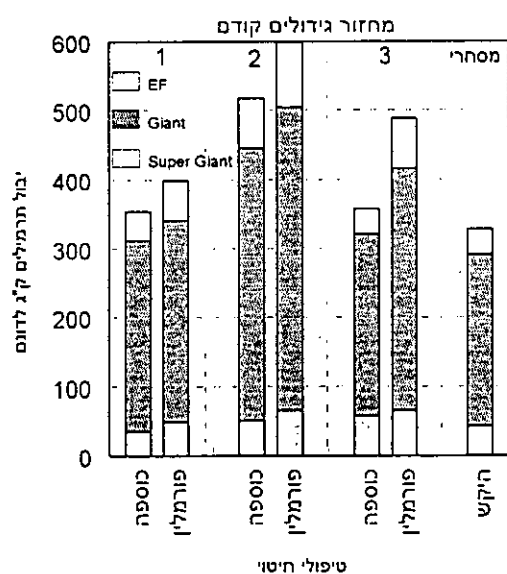
* בתום מחזורי הגידולים המתוארים בוצעו החיטויים שמדווחים בדוח זה.

חיטויי הקרקע תרמו ליבול רב יותר של תרמילים (איור 12) בהשוואה לחלקות ההיקש. יבול התרמילים בחלקות שקבלו חיטוי פורמלין משולב בסולרי היה היבול דומה לזה שבחלקות שחוטאו בכוספת סויה משולבת בסולרי. כמות היבול על רקע מחזור 1 שהיה מחזור אינטנסיבי של אגא"ד ותפוא"ד היתה נמוכה בהשוואה לשני מחזורי הגידול האחרים. שיעור היבול לשווק היה נמוך מאד בחלקות ההיקש. לעומתו היה משקל התרמילים הראויים לשווק בחלקות המחוטאות גבוה באופן מובהק (איור 13). משקל התרמילים שאינם ראויים לשווק היה נמוך ביותר בחלקות המחוטאות בשני סוגי החיטוי. החיטוי הסולרי המשולב בפורמלין היה יעיל יותר בהדברת פגעי התרמיל מאשר החטוי המשולב בכוספת סויה (איור 14).

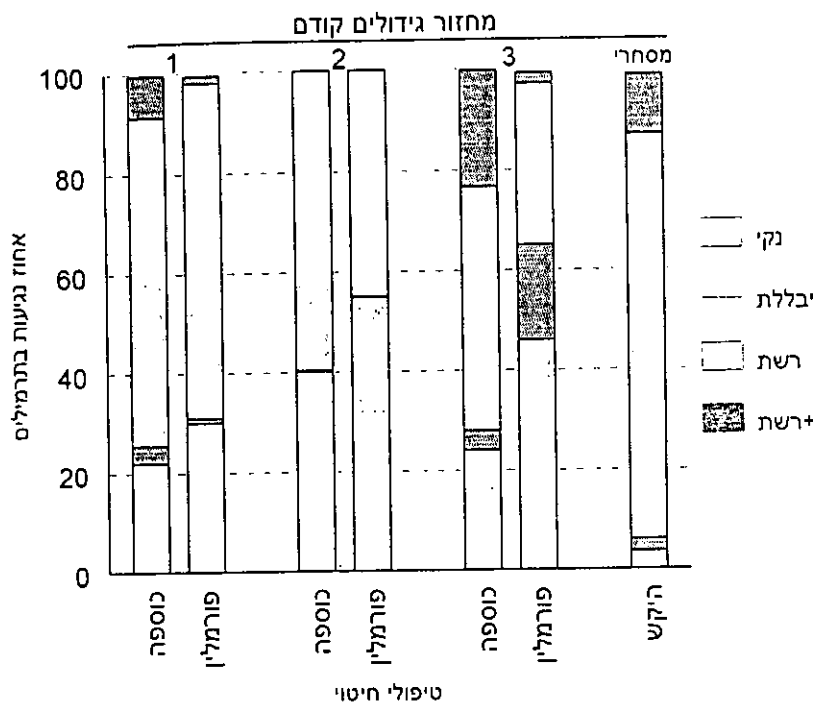
מספר התרמילים הנגועים בחלקות ההיקש היה גבוה מאד. רק 4% מסך מספר התרמילים היה נקי ממחלות. גורם הנגיעות העיקרי בחלקה זו הייתה רשת ושעורה בכל החלקות היה רב (איורים 14-15). טיפול החיטוי המשולב בפורמלין היה יעיל באופן חלקי בהדברת מחלה זו. לעומת זאת החיטוי האורגני לא הדביר את מחלת הרשת בתרמילים.



איור מס' 12. השפעת חיסוי קרקע על יבול אגוזי אדמה מזן חנוך (ניר עוז 2000). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס. מחזורי הגידול מתייחסים להיסטוריה של השדה בניסוי שבוצע בשנים 1996-9 (ראה טבלה 1).

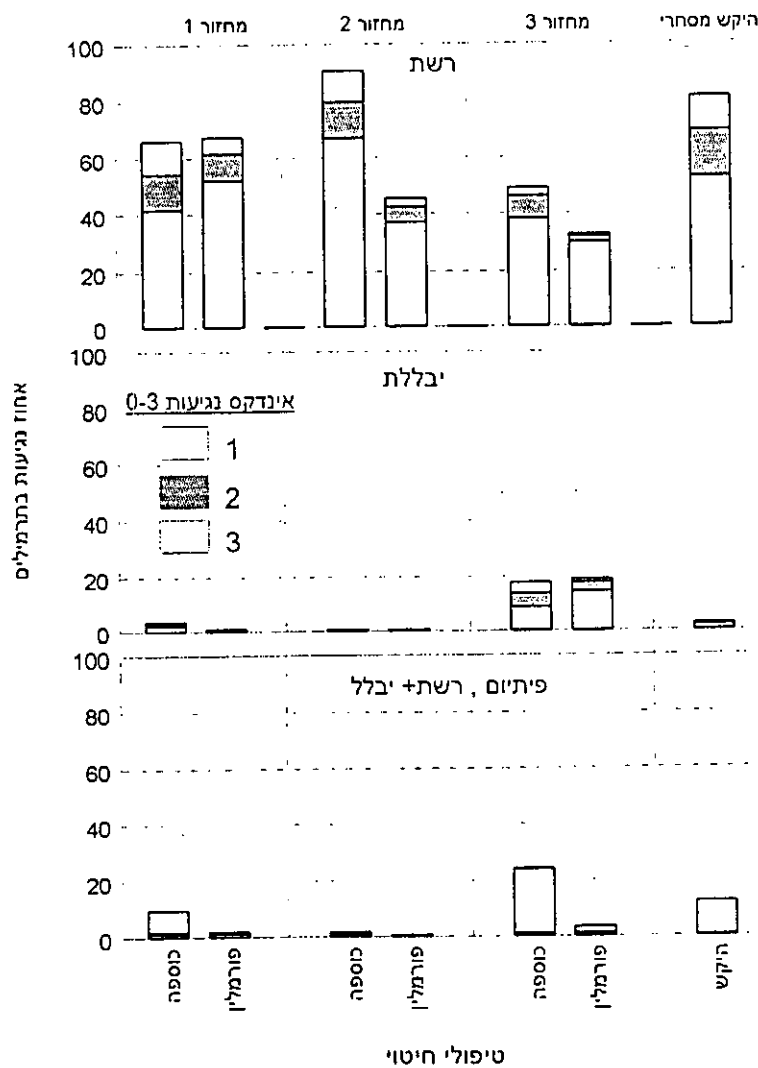


איור מס' 13. השפעת חיסוי קרקע על יבול אגוזי אדמה מזן חנוך, ועל התפלגותו (ניר עוז 2000). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס. מחזורי הגידול מתייחסים להיסטוריה של השדה בניסוי שבוצע בשנים 1996-9 (ראה טבלה 1). איור שמאלי - התפלגות יבול לשוק, איור ימני, בררה ומחלות.



איור מס' 14. השפעת חיסוי קרקע על נגיעות תרמילי אגוזי אדמה מזן חנוך במחלות (ניר עוז 2000) רשת + יבלת

החיסויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיסוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיסוי סולרי באקוטקס. מחזורי הגידול מתייחסים להיסטוריה של השדה בניסוי שבוצע בשנים 1996-9 (ראה טבלה 1).



איור מס' 15. השפעת חיסוי קרקע על נגיעות תרמילי אגוזי אדמה מזן חנוך במחלות שונות (ניר עוז 2000). החיסויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיסוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיסוי סולרי באקוטקס. מחזורי הגידול מתייחסים להיסטוריה של השדה בניסוי שבוצע בשנים 1996-9 (ראה טבלה 1).

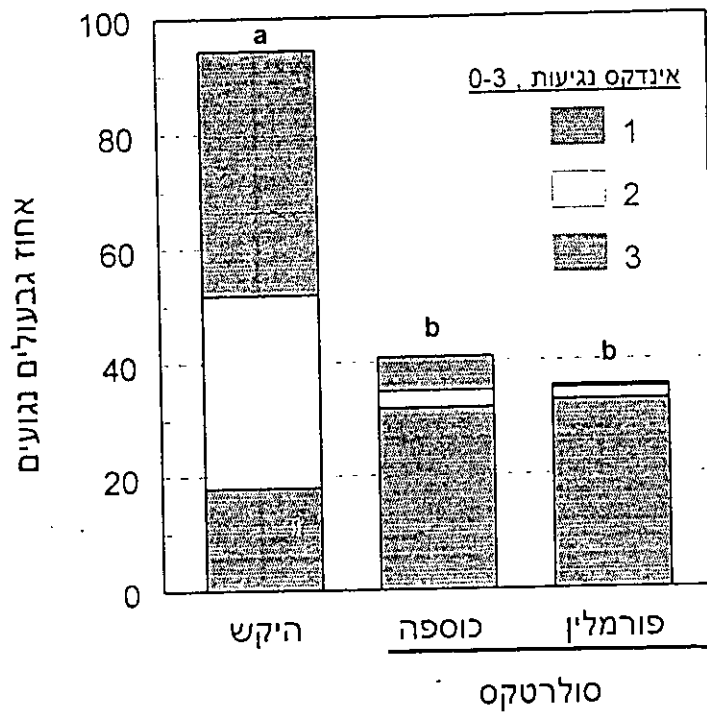
ג. תפוחי אדמה – צאלים

מחצית החלקה הדרום מזרחית הושארה ככר נח במשך הקיץ ונזרעה בחודש אוקטובר 2000 בתפוא"ד מזן דזירה. שער נגיעות הגבעולים בדוררת היה רב בחלקות ההיקש (איור 16). הצמחים בחלקות אלה התמוטטו לאחר 90 ימים מזריעה. התפרצות המחלה מוקדם מתבטאת גם בעוצמת הנגיעות. חיטויי הקרקע תרמו במובהק ליבול רב יותר של פקעות (איור 17) בהשוואה לחלקות ההיקש. משקל הפקעות הגדולות בחלקות שקבלו חיטוי פורמלין משולב בסולרי היה היבול דומה לזה שבחלקות שחוטאו בכוספת סויה משולבת בסולרי. משקל כלל הפקעות ומשקל הפקעות הגדולות היה במתאם הפוך לשער הנגיעות בדוררת ולעוצמתה.

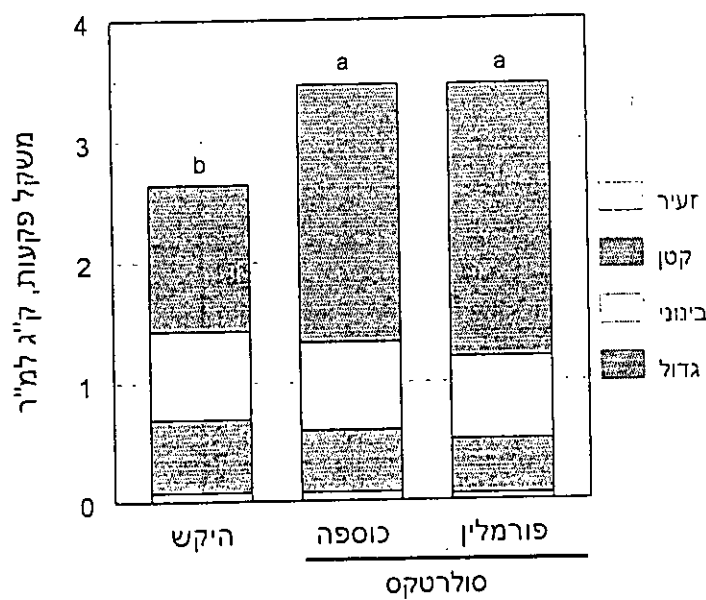
שער הנגיעות בפקעות היה נמוך ביותר בכל הטיפולים. הנגיעות בגרב בפקעות היתה בשער 7-12% בכל טיפולי החיטוי וחלקת ההיקש, ללא הבדל מובהק בניהם. לכן לא ניתן להסיק לגבי יעילות טיפולי החיטוי בהדברת פגעי הפקעות.

חלקת הניסוי מוקמה בקצה הצפון מזרחי של חלקה 5. יתר החלקה (250 דונם) הושארו בכל תקופת הניסוי ככר נח ללא כל גידול מסחרי או אחר. במהלך גידול תפוא"ד ראינו כי התפרצות הדוררת היא בהתאם לטיפולי החיטוי, אך גם בהתאם למיקום הגאוגרפי של החלקות ביחס לשאר השדה, ובהתאם לכווני הרוח בחלקה. לכן ביצענו מיפוי רחב של לחלקה שכלל 50 נקודות דגימה בכל החלקה (10X5 נקודות דגימה). במיפוי זה נקבע שער ועוצמת מחלת הדוררת בגבעולים וכן שער היבול והתפלגות הגודל.

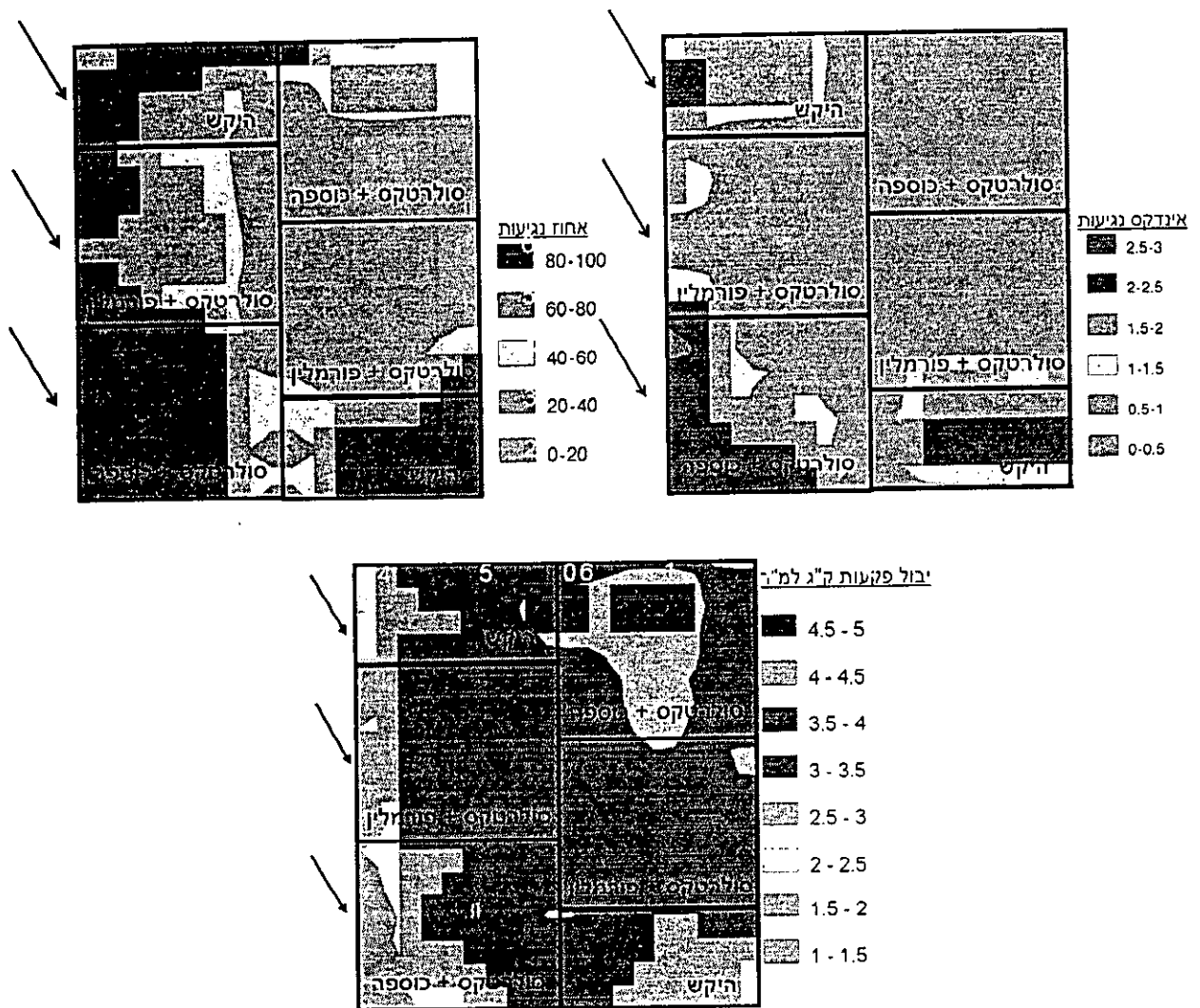
ניתן לראות כי מחלת הדוררת התפרצה (בנוסף לחלקות ההיקש) גם בשוליים המערביים של החלקה (איור 18). שער ההתפרצות ועוצמת הם בהתאם לכיוון הכללי של הרוח הבאה מהחלקת הקרקע החשופה. אזור צאלים חשוף במשך כל ימות השנה לרוחות אשר נושאות חול וחלקיקי קרקע. על פי התוצאות ניתן לשער כי רוחות אלה מסיעות קרקע מאולחת מהשדה שלא טופל אל תוך החלקות המחוטאות. אילוח זה הוא במתאם גבוה לשער היבול שנאסף בחלקות אלה.



איור מס' 16. השפעת חיטוי קרקע על תחלואת תפוא"ד בדוררת (צאלים 2001). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס.



איור מס' 17. השפעת חיטוי קרקע על יבול תפוא"ד, ועל התפלגותו (צאלים 2001). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס.



איור מס' 18. השפעת חיטוי קרקע והמיקום הגאוגרפי של החלקה על שיעור ועוצמת הנגיעות בדוררת ועל יבול תפוא"ד (צאלים 2001). החיטויים שבוצעו כללו הצנעת כוספת סויה וחיטוי סולרי באקוטקס, או פורמלין בהשקיה (100 ליטר לדונם) וחיטוי סולרי באקוטקס. חיצים מתארים את מיקום יתר השדה וכיוון הרוח ביחס לחלקה.

ד. מסקנות והשלכות להמשך

תוצאות העבודה מצביעים על הפוטנציאל בשיקום חלקות נגועות. לשילוב יש יתרון בהרחבת טווח הפגעים הנקטלים הממצאים בעבודה זו מצביעים על ההשפעה המשולבת של חימום הקרקע ותוספת חומרים אורגניים. בחלקות קטנות מצאנו השפעה מתמשכת של ההדברה על הדברת פגעים במשך 4 גידולים לאחר החיטוי. כמו כן ראינו עדויות להתפתחות תגודת קרקע לאילוח מחודש של פתוגנים.

בשדה בחלקות גדולות חיטוי הקרקע היו יעילים בהדברת מחלת היבללת ופיתיוס באגוזי אדמה. חיטוי משולב בתוספים אורגניים תרם ליבול רב יותר בהשוואה לחלקות ההיקש וחיטוי בפורמלין. שיעור היבול הראוי לשווק בחלקות החיטוי היה רב באופן מובהק בהשוואה לחלקות ההיקש.

נבחנו בהצלחה יעילות חיטוי סולרי משולב בהצנעת תוספים אורגניים (כוספת סויה) בשיקום קרקעות מאולחות מאד. שני ניסויים רב שנתיים הוצבו בקיבוץ צאלים ובקיבוץ ניר עוז. טיפולי החיטוי שבוצעו כללו חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספת סויה. לאחר גמר החיטוי נזרעה חיטה שהוצנעה במהלך הגידול כזבל ירוק. חיטוי הקרקע היו יעילים בהדברת המחלות יבללת ופיתיוס באגוזי אדמה. חיטוי משולב בתוספים אורגניים תרם ליבול רב יותר בהשוואה לחלקות ההיקש וחיטוי בפורמלין. שיעור היבול הראוי לשווק בחלקות החיטוי היה רב באופן מובהק בהשוואה לחלקות ההיקש. טיפולי החיטוי היו יעילים בהדברת דוררת בתפוא"ד בחלקה בקיבוץ צאלים.

תוצאות העבודה מצביעים על הפוטנציאל בשיקום חלקות נגועות בטיפולים המשלבים חיטוי סולרי בתכשירים כימיים או חומר אורגני. המשך העבודה מתמקד ביישום בהיקף משקי ובחינת שילובים נוספים שילובים נוספים.

ה. רשימת פירסומים

1. Gamliel, A., Grinstein, A., and Katan J. 1999 Combining organic amendments with soil heating to control soilborne plant pathogens. *Proc The 6th annual international research conference on Methyl bromide alternatives and emission reduction*, San Diego California. 27-28.
2. Gamliel, A. 2000. Soil amendments: a non chemical approach to the management of soilborne pests. *Acta Horticulturae* 532:39-47

הבעת תודה:

תודתנו לצוותי השלחין של קיבוץ ניר עוז וצאלים על העזרה הרבה בהצבת הניסויים והטיפול המסור בגידולים, ולעובדי צוות הניסויים של הועדה החקלאית חבל מעון על העזרה הרבה בביצוע הבדיקות הרבות.

סיכום

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח: לבחון הצנעת חומרים אורגניים בקרקע כגון תרכובות אורגניות עשירות חלבונים או שיירי צמחים במהלך חיטוי סולרי לצורך שיפור את הדברת פגעים בקרקע. חיטוי סולרי של קרקע מועשרת בחומרים אלה גורם ליצירת חומרים נדיפים רעילים אשר נלכדים מתחת ליריעות החיפוי ותורמים לקטילת הפתוגנים בקרקע. במסגרת המחקר בשנה זו אנו בודקים במעבדה ובשדה את מנגנון ההדברה של פתוגנים בקרקע ע"י תרכובות אורגניות עשירות חלבון, וע"י ושיירי צמחים.

עיקרי הניסויים ותוצאות עיקריות: גידול תפוא"ד על גבי חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספה של סויה קטל ביעילות את פטרית הדוררת וחיידקים מקבוצת סטרפטומיצטים עד לעומק 40 ס"מ. החיטוי הדביר את מחלות הדוררת והגרב בתפוא"ד ותרם ליכול רב יותר בשתי הקרקעות שנבדקו. השפעת החיטוי נצפתה גם בגידול שני ושלישי של חיטה וסורגוס לאחר תפוא"ד ללא כל חיטוי נוסף.

הדברה יעילה של פגעי תרמיל באגוזי אדמה נצפתה בגידול רביעי לאחר החיטוי. מערכת חיטויים דומה הוצבה בחלקות מאולחות באופן קשה בצאלים וניר עוז לצורך שיקומן. טיפולי חיטוי שכללו חיטוי סולרי משולב בהצנעת כוספת סויה וגידול חיטה לזבל ירוק, הפחיתו את הנגיעות בפגעי תרמיל באגוזי אדמה.

המסקנות המדעיות והשלכות לגבי יישום בהמשך: הדברת פגעי קרקע באמצעות גישה חדשנית אפשרית. אנו רואים כי שיטה זו תורמת למאזן ביולוגי חדש בקרקע ולהשפעה ארוכת טווח של החיטוי מעבר לגידול אחד. גישה זו תאפשר ללמוד את הדרכים ליצירת קרקעות המדכאות אילוח מחודש על ידי מחוללי מחלות.

הבעיות שנתרו לפיתרון: המשך העבודה מתרכז בהשפעות לטווח ארוך ושילוב שיטת החיטוי במחזור גידולים אינטנסיבי. במקביל נבחנת השפעת החיטויים על דיכוי התבססות מחלות. האם הוחל בהפצת הידע: הפצת הידע החלה על ידי יישום חלק מהנתונים במשקי מודל אצל חקלאים על מנת לבחון את ישימותה של הגישה בקנה מידה מסחרי ובצורת יישום המבוצעת על ידי החקלאים. בנוסף דווחו תוצאות המחקר בכינוסיים מדעים מקומיים ובינלאומיים.