

459-0196-98

קוד מחקר:

נושא: גישה חדשנית לחיטוי סולרי של קרקעות ע"י ריסוס ממברנות

חוקר ראשי: ד"ר אברהם גמליאל מוסד: מינהל המחקר החקלאי

חוקרים שותפים: 1

תקופת מחקר: 1996-1998

מאמרים: 2

## תקציר

**מטרות המחקר:** הדברת פתוגנים שוכני קרקע, הגורמים למחלות ונוזקים בחקלאות הינה קשה. מודעות הציבור לאיכות הסביבה ולפגיעה של חומרי הדברה בסביבה, גורמת לאיסור השימוש בחומרים כימיים שונים. מצב זה מחייב פיתוח שיטות חלופיות יעילות להדברת מחלות קרקע. חיטוי סולרי הינה שיטה לא כימית מקובלת להדברת פגעים בקרקע. פרישת היריעות לצורך החיטוי ואיסופן בתום החיטוי כרוכים בעבודה רבה אשר מקשה את הביצוע ומייקרת אותו. בשנים האחרונות קיימים פולימרים פלסטיים על בסיס לאטקס אשר ניתנים לריסוס ויוצרים על פני הקרקע פילם פלסטי. התחממות הקרקע לאחר חיפוי בפולימרים אלה הינה בדומה למתקבל בחיפוי ביריעות.

**מהלך העבודה:** מטרת העבודה הינה לפתח גישה חדשנית לחיטוי סולרי של קרקע ע"י חיפוי בקרקע בממברנות מתכלות, ובחינת השפעתה על הדברה יעילה למשך מספר עונות גידול.

פיתחנו טכנולוגיה לריסוס יעיל של פולימרים וחיפוי רציף של הקרקע. הצבנו ניסויים לבחינת יעילות החיטוי בהדברת גורמי מחלות בתפוא"ד ואגא"ד. בחנו חיטוי ע"י ריסוס ממברנות בכמויות פולימרים שונות ושילוב בחומרי אידוי פורמלין במינונים מופחתים לצורך הדברת מחלות הגרב בתפוא"ד ויבללת באגא"ד. בחנו את השפעת החיטויים לטווח ארוך יותר על גידול שני ושלישי במחזור.

**תוצאות העיקריות:** הושג שילוב יעיל של שיטת הריסוס ומינון תכשיר לקבלת חימום יעיל של הקרקע. הושגה קטילה טובה של דוררת וגרב בתפוא"ד ע"י חיטוי סולרי של הקרקע באמצעות ריסוס ממברנות מתכלות. שילוב פורמלין במינון מופחת שיפר את הדברת המחלות. התעצמות מחלות בתרמילי אגא"ד כגידול שני על חלקת תפוא"ד נרשמה בחלקות ההיקש. טיפולי החיטוי היו יעילים בהפחתת המחלה מעבר לגידול הראשון לאחר החיטוי.

**מסקנות והמלצות:** חיטוי סולרי של קרקע ע"י ריסוס ממברנות מתכלות הינו בעל פוטנציאל כלכלי חשוב שכן שיטה זו קלה יותר ליישום מהשיטות המקובלות כיום לפרישת יריעות פלסטיק, ולכן מעשית מאד לביצוע על פני שטחים גדולים. בשיטה זו ניתן יהיה לחטא שטחים נרחבים של גידולים חקלאים כגון תפוא"ד ואגא"ד אשר נפגעים מגורמי מחלות אך אינם מחוטאים בשל מגבלות טכניות קשות של ביצוע. תוצאות המחקר מצביעות כי ניתן לעבור להיקף חצי מסחרי לבחינת יעילות השיטה.

שיטה חדשנית לחיטוי סולרי של הקרקע על ידי ריסוס ממברנות מתכלות  
Innovative approach to soil solarization using sprayable plastic mulch

דו"ח מסכם לתוכנית מס' 459-0196-98

מוגש ע"י

א. גמליאל<sup>1</sup>, י. ריבן<sup>1</sup>, י. פרץ<sup>2</sup>, א. בקר<sup>3</sup> <sup>1</sup>המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, בית  
דגן, 2 ועדה חקלאית יישובי חבל מעון, קיבוץ ניר עוז.

A. Gamliel<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Institute of Agricultural Engineering, ARO, Volcani Center, Bet Dagan

<sup>2</sup>Maon Region, <sup>3</sup>NirOz

נפגעים מגורמי מחלות אך אינם מחוטאים בשל מגבלות טכניות קשות של ביצוע. תוצאות המחקר מצביעות כי ניתן לעבור להיקף חצי מסחרי לבחינת יעילות השיטה.

## ב. מבוא ותיאור הבעיה

תפוחי אדמה, אגוזי אדמה וגזר הינם שלושה גידולי שדה עיקריים. בנגב ובשרון (אזורי הגידול העיקריים) מקובל לגדל צמחים אלה ברציפות (בשרון), או במחזור גידולים הכולל מלבד שני הגידולים האלה גם חיטה (נגב). תפוא"ד וגם אגוזי אדמה סובלים משתי מחלות קרקע קשות, דוררת וגרב (יבללת). מחלת הדוררת גורמת לנבילת צמחים ותמותה ולפגיעה בכמות היבול. מחלת הגרב בתפוא"ד ומחלת היבללת באגוזי אדמה אשר נגרמות ע"י חיידקים מקבוצת ה-*Streptomyces* גורמות לשקעים עמוקים בפקעות תפוא"ד וליבלות מכוערות על תרמילי אגא"ד אשר פוגעים באיכות היבול בצורה ניכרת. ריזוקטוניה פוגעת בצמחים ובפקעות. גזר סובל מפיתוים וגורמי מחלות בקטריאליות. בשרון וגם בנגב מקובל חיטוי במתיל ברומיד להדברת הפגעים שצוינו בתפוא"ד וגזר. חיטויי קרקע כימיים ע"י מתאם סודיום (אדיגן ודומיו) מקובלים להדברת פגעים בכל הגידולים המוזכרים.

חיטוי קרקע ע"י חימומה ידוע מזה שנים. חיטוי בקיטור בבתי צמיחה וחיטוי הסולרי בבתי צמיחה ובשדה הפתוח מקובלים בשימוש בנישות חקלאיות מסוימות. החיטוי הסולרי בעונת הקיץ היווה פריצת דרך חשובה בתחום חיטוי הקרקע ללא שימוש בחומרים כימיים. החיטוי הסולרי מבוסס על חימום קרקע רטובה בעונת הקיץ באמצעות חיפוי ביריעות פלסטיק שקופות. התחממות הקרקע במחזוריות של יום-לילה במשך מספר שבועות גורמת להדברה יעילה של גורמי מחלות רבים כגון פטריות, חיידקים, נמטודות וזרעי עשבים. החיטוי הסולרי הינה שיטה מתונה להדברת מחלות אשר תורמת לשיווי משקל חיובי בקרקע בעקבות החיטוי ולדיכוי התבססותם המחודשת של גורמי מחלות בגידולים חקלאיים. אולם שיטה זו לא נכנסה עדיין לשימוש מסחרי נרחב מסיבות שונות, ובעיקר בעיות טכניות של יישום. חיטוי סולרי מחייב פרישת יריעות פלסטיק שקופות בעונת הקיץ והשאתם בשדה למשך מספר שבועות בשדה הפתוח. היריעות חשופות לפגעי הטבע (רוחות, בעלי חיים) אשר פוגעות בשלמותן, ויעילות החיטוי נפגעת. פרישת היריעות לצורך החיטוי ואיסופן בתום החיטוי כרוכים בעבודה רבה אשר מקשה את הביצוע ומייקרת אותו. מגבלות אלה מקשות על יישום חיטוי סולרי בהיקף נרחב בחלקות שדה. בפועל מיושם חיטוי סולרי בעיקר בבתי צמיחה או בחיטוי בפסים בשדה, אך לא בגידולי שדה כגון תפוא"ד, אגא"ד או גזר.

ה-Latex (קבוצה של פולימרים פלסטיים הינו אנאלוג סינטטי של הגומי הטבעי. החומר משווק בצורת תרחיף נוזלי אשר ניתן לריסוס באמצעות כלי ריסוס מקובלים. החומר ניספח בחוזקה למשטחים ומתיבש במגע עם האויר ויוצר פילם פלסטי רצוף. פולימרים פלסטיים כאלה שניתן לרססם בתוארית נוזלית עשויים להוות אמצעי חלופי יעיל לחיפוי קרקע. פולימרים כאלה (כמו התכשיר "אקוטקס" שפותח במפעל ניר-לט, קבוץ ניר עוז) יוצרים ממברנה פלסטית על פני הקרקע לאחר הריסוס. ריסוס ממברנות עשוי להיות פשוט וקל יותר מפרישת יריעות פלסטיק. אין צורך באיסוף היריעות ופינוין מהשדה, שכן הממברנה המרוססת מונעת לקרקע בתום החיטוי ומתפרקת לתוצרים סופיים בטוחים לסביבה. התחממות קרקע מחופה בפולימרים כאלה הינה בדומה למתקבל בחיפוי ביריעות פלסטיק.

חוקרי המעבדה ליישום שיטות הדברה החלו לחקור את השימוש בפולימרים מתרססים למטרות שונות של חיפוי קרקע בתחילת שנות ה-90. בשנים 8-1995 בוצעו בהצלחה ניסויים לחיפוי קרקע לצורך הקדמת הצצה של זרעים.

לטכנולוגיית יישום יעילה ונכונה ישנה חשיבות עליונה בהבטחת פעולתו של תכשיר כלשהו. הקרקע שאותה אנו מעוניינים לחפות אינה משטח חלק ואחיד, ונחוצה הכנת קרקע וצורת יישום שיבטיחו יצירת פילם אחיד בקרקע גם בכמויות קטנות של תכשיר. כמות החומר הנחוצה לחיפוי כפי שדווח בעבודות קודמות הינה גדולה מאד. כמות זו מעמידה בספק כדאיות כלכלית של פיתוח כזה ונובעת ככל הנראה מיישום לא יעיל של התכשיר. לכן דרוש פיתוח של טכנולוגיה מתאימה ליישום יעיל וכלכלי של פולימרים כאלה לחיפוי סולרי. שילוב חיפוי סולרי בתכשירים כימיים במינון מופחת, עשוי לשפר את יעילות החיפוי הסולרי ולאפשר הרחבת השימוש בשיטה זו כנגד פגעים חדשים ובתנאי אקלים נוחים פחות. התועלת הצפויה משילוב חיפוי סולרי בתכשירים כימיים הינה: שימוש במנות מופחתות של תכשירים כימיים, לכידת תכשירי החיפוי תחת יריעת הפלסטיק, הגברת פעילות התכשירים הכימיים והגברת רגישות הפתוגנים על ידי חימום הקרקע. שילוב של חיפוי סולרי, במתאם סודיום (אדיגן) נבחנו בהדברת מחלת ריקבון הכתר בעגבניות והתמוטטות המילונים בערבה. בניסויים אחרים נמצא כי חיפוי סולרי משולב בפורמלין היה יעיל בהדברת מחלת הגרב בתפוא"ד ויבלת בתרמילי אגוזי אדמה.

## **מטרות המחקר:**

המטרה הבסיסית של המחקר הינה לפתח טכנולוגיה מתאימה לריסוס פולימרים פלסטיים לצורך חיפוי סולרי יעיל כנגד טווח רחב של גורמי פגעים. המטרות האופרטיביות של המחקר הינן:

1. לפתח שיטת יישום יעילה שתאפשר ריסוס פולימרים פלסטיים לחיפוי קרקע וקבלת חיפוי קרקע אחיד ויעיל.
2. להתאים שיטת ריסוס לחיפוי הקרקע, לצורך חיפוי סולרי בקיץ, לשם הדברת גורמי מחלות בקרקע.
2. לבחון שילובים של חיפוי הקרקע במינונים מופחתים של תכשירי חיפוי ובחינת השפעת החיפויים השונים על הדברת פגעים ועל הפחתת נזקי מחלות בגידולי שדה

## **ב. פירוט ניסויים ותוצאות**

### **1. פיתוח טכנולוגיה ליישום פולימרים מתרססים**

בשנה הראשונה הוקדש מירב המאמץ לפיתוח שיטת הריסוס ובנית כלי ריסוס אשר יאפשר ביצוע ניסויים בקנה מידה קטן ובמגוון אפשרויות ריסוס. פיתוח זה בוצע במקביל ליישום פולימרים לחיפוי קרקע למטרות שונות כגון חימום קרקע לזירוז הצצה של צמחים בעונות קרקע, ייצוב קרקע כנגד סופות חול וחיפוי סולרי. מרסס המתאים לריסוס בגידולי שדה נבנה בצורה מודולרית המאפשרת הצבת מגוון רחב של פומיות במרווחים משתנים וכן ריסוס באופנים שונים המתאימים לריסוס שטחים שונים לפי אופי הגידול (חלקה שטוחה לעומת ערוגות רחבות או גודיות צרות). באמצעות המרסס נבחנו מספר אפשרויות ריסוס וכמויות תרסיס משתנות, ונבחרה שיטת הריסוס אשר יצרה בניסויים הקדמיים פילם טוב ואחיד. על בסיס עבודות אלה פותחה שיטה שעקרונותיה מפורטים להלן:

המרכיבים של טכנולוגיית היישום כוללים, הכנת קרקע נכונה, שיפור חומר החיפוי והתאמת התוארית לצורכי החיפוי, ופיתוח טכנולוגיית מתאימה לריסוס הפולימרים.

הקרקה שאותה אנו מעוניינים לחפות אינה משטח חלק ואחיד, ונחוצה הכנת קרקע וצורת ישום שיבטיחו יצירת פילם אחיד בקרקע גם בכמויות קטנות של תכשיר. התהליך של הכנת הקרקע כולל עיגול הקרקע לאחר השלמת כל הפעולות. לאחר העיגול מושקה השדה על מנת למנוע חלחול של הפולימר בעת הריסוס והחזקתו על פני הקרקע לצורך ניצול מירב החומר ליצירת הפילם.

תכשיר הריסוס מבוסס על פולימר שונה מאלה ששימשו בעבודות קודמות שנעשו בחו"ל. תכשיר הריסוס פותח ושוכלל על סמך הניסויים בשדה, ומכיל מרכיבים לשיטוח ויצירת פילם טוב בתנאי הקרקע המחספסים, מרכיבים ליצירת פילם טוב בטווח טמפרטורה רחב (כולל טמפרטורות נמוכות), ופיגמנטים מתאימים לבליעת מירב הקרינה המחממת. פיתוח התכשיר לצורך חיטוי סולרי מפורט להלן.

שיטת הריסוס מבוססת על יישום החומר דרך מרסס שהותאם לצרכים המיוחדים של ריסוס חומר בעל צמיגות גבוהה, ולצרכים של כיסוי אחיד של כל השדה כולל השבילים שבין הערוגות. פיזור הפולימר על פני הקרקע מתבצע באמצעות מוטות ריסוס מקבילים. על מוט הריסוס הראשי מוצבת פומיות במרווחים שונים ליצירת חפיפות מתאימות לפי צרכי הריסוס. צורת הצבה כזו יוצרת ענן אחיד של טיפות מעל הפס המרוסס. בשיטה זו נמנעת יצירת ה"קרניים" (שאופיינית לריסוס בחפיפה רגילה, של חומר צמיג כמו אקוטקס) ומבטיחה כיסוי אחיד של החומר לרוחב פס הריסוס. שיטת הריסוס מאפשרת כיסוי יעיל של הקרקע במינונים קטנים. ניתן לחפות את הקרקע לפי הצורך במינון 30-50 ליטר לדונם להקדמת הצצה של גידולים, או 100 ליטר לצורך חיטוי סולרי בקיץ. ניתן כמובן לרסס כמות גדולה יותר לפי הצורך. שיטת הריסוס כפי שפורטה להלן הינה שונה וחדשנית בהשוואה לשיטת הריסוס כפי שפורסמה בעבודות קודמות. לאחר גמר הפיתוח הראשוני הוגשה בקשה לפטנט וטכנולוגיה זו מוגנת כיום בפטנט.

## 2. בחינת תואריות מתאימות לחימום הקרקע

### א. קביעת הרכב הפולימר והמינון

בתחילת המחקר ניסינו לבחון מהו ההרכב האופטימלי של פולימר לחיפוי יעיל של הקרקע. ניסוי לבחירת החיפוי המתאים לחיטוי סולרי בוצע בחלקת שלחין קיבוץ ניר עוז בתחילת חודש יוני. הניסוי בוצע בקרקע חול-לס על גבי ערוגות. פולימר פלסטי אקוטקס המיוצר על ידי מפעל ניר לט בקיבוץ ניר עוז נבחן בפורמולציות שונות כפי שמתואר להלן. הטיפולים שנבדקו היו.

א. אקוטקס שקוף

ב. אקוטקס שחור (2% פיגמנט שחור)

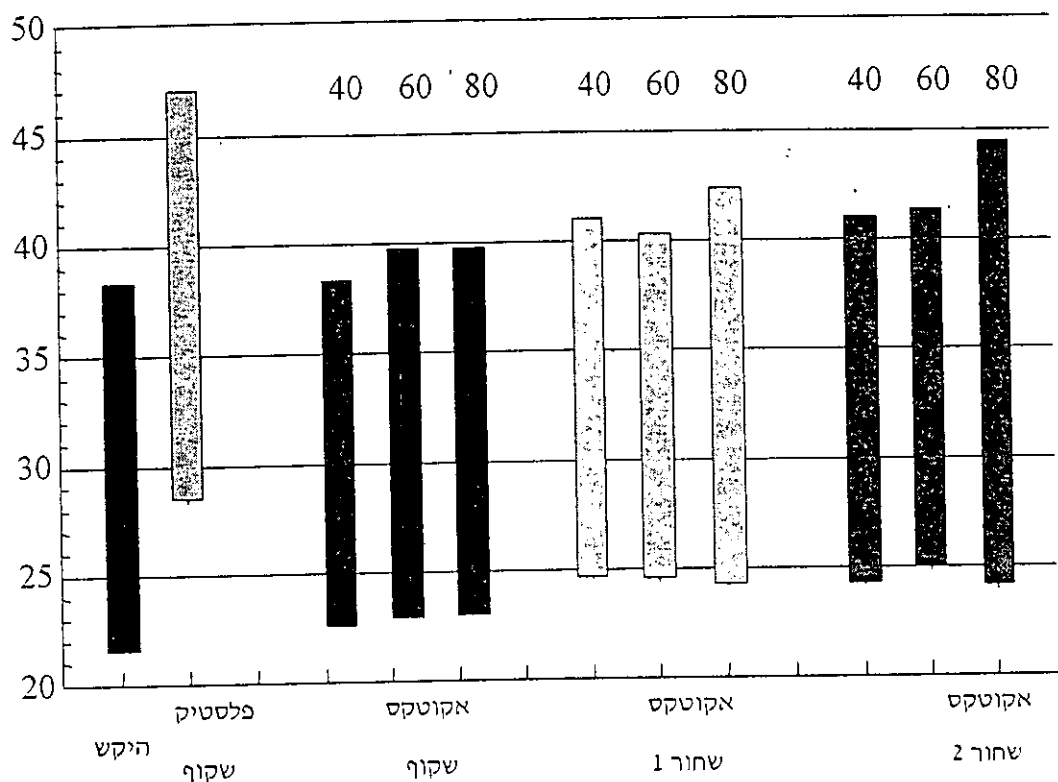
ג. אקוטקס שחור (4% פיגמנט שחור)

ד. היקש I - חיפוי ביריעות פוליאאתילן שקוף

ה. היקש II - ללא חיפוי כלל

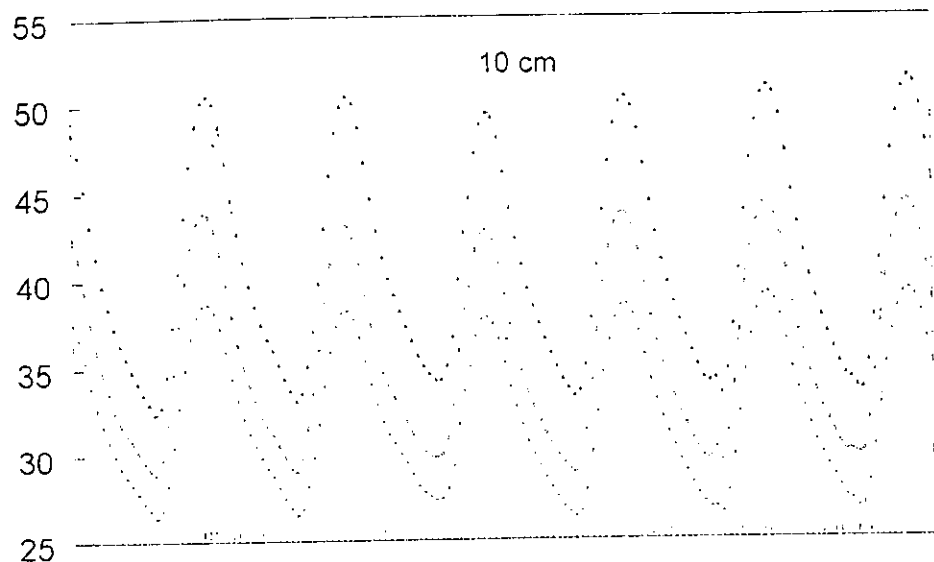
טיפול החיפוי באקוטקס נבחנו בשלושה מינונים: 40, 60, 80 ליטר לדונם.

לפני החיפוי הוטמנו בקרקע בכל הטיפולים חיפוי טמפרטורה שחוברו למכשיר מדידה DATA  
 LOGGER. מדידת הטמפרטורה בכל הטיפולים נעשתה במהלך 10 ימים. טמפרטורות המינימום  
 והמקסימום בכל אחד מהטיפולים מוצגות בציור מס' 1.



ציור מספר 1. טמפרטורות מינימום ומקסימום של קרקע בעומק של 10 ס"מ בעקבות חיפוי קרקע ביריעות פוליאטילן וריסוס בממברנות מתכלות אקוטקס בתואריות שונות. כל עמודה מציינת את תחום הטמפרטורות באותו טיפול. אקוטקס שחור 1 – ריכוז פיגמנט שחור 2% אקוטקס שחור 2 – ריכוז פיגמנט שחור 4%.

ניתן לראות כי חימום מרבי של הקרקע מושג בחיפוי בפולימר שחור כהה. לעומתו פולימר שקוף אינו מחמם את הקרקע ביעילות. חיפוי באקוטקס שחור במינון הגבוה, ובריכוז פיגמנט 4% היה יעיל ביותר בחיפוי הקרקע מבין טיפולי האקוטקס. טמפרטורות הקרקע תחת יריעות פוליאטילן היו גבוהות יותר. מנגנון חימום הקרקע ביריעות פלסטיק שונה מזה המתקבל בריסוס פולימרים. בקרקע מחופה ביריעות פלסטיק נוצרת שכבת אוויר בין הקרקע ליריעת הפלסטיק. קרינה השמש חודרת דרך יריעת הפלסטיק השקופה פוגעת בקרקע והמים מוליכים את החום לעומק. שכבת האוויר משמשת גם מבודד ומאיטה את התקררות הקרקע בלילה. בחיפוי קרקע בפולימרים נצמד הפילם הנוצר לקרקע ללא כל שכבת אוויר מבודדת. לכן הקרינה נקלטת בפילם (מכאן שהוא צריך להיות כהה כדי לבלוע את הקרינה ולקלוט את החום) ומולכת לקרקע. העדר שכבת הבידוד (כפי שנוצרת בחיפוי ביריעות פלסטיק) ונקבוביותה של הממברנה גורמת להתנדפות מים ולהתקררות מהירה יותר של הקרקע מחופה בפולימרים מרוססים. דגש להסבר זה ניתן לראות בתנודה היומית של טמפרטורות הקרקע בעקבות חיפוי ביריעות פלסטיק ובממברנות מרוססות (ציור מס' 2).



ציור מס' 2. טמפרטורות קרקע יומיות בעומק 10 ס"מ בהשפעת חיפוי ביריעות פלסטיק (עקומה עליונה) ריסוס אקוטקס (עקומה אמצעית) והיקש ללא חיפוי (עקומה תחתונה). קיבוץ ביר עוז יוני. אקוטקס רוסס במינון 80 ליטר לדונם.

### ב. בחינת פורמולציות מתאימות לחימום הקרקע

בשלב שני של בחינת התכשיר המתאים בחנו תוארית חדשה של שכבת היסוד (כזכור הריסוס מבוצע בשתי שכבות). הניסויים בוצעו בקרקע חול-לס על גבי ערוגות. הטיפולים שנבדקו.

- א. אקוטקס שחור (4% פיגמנט) על גבי שכבה ראשונה רגילה
- ב. אקוטקס שחור (4% פיגמנט) על גבי שכבה ראשונה חדשה על בסיס חומר חדש.
- ד. היקש - ללא חיפוי כלל

לפני החיפוי הוטמנו בקרקע בכל הטיפולים חיישני טמפרטורה שחוברו למכשיר מדידה DATA LOGGER. מדידת הטמפרטורה בכל הטיפולים נעשתה במשך 10 ימים.

טמפרטורות הקרקע בעומק של 10 ס"מ היתה גבוהה כאשר הרכב השכבה הראשונה היתה הפורמולציה החדשה. שכבה זו גם יצרה פילם טוב יותר ויתכן כי זה הגורם לחימום המשופר. שיפור שכבה זו נבחן בהמשך העבודה.

על בסיס תוצאות הניסויים נבחן הטיפול באקוטקס במיוונים 80 ו-100 ליטר לדונם בריכוז פיגמנט 4% לביצוע ניסוי שדה לחיטוי סולרי, להדברת דוררת וגרב. בחינת שני המינונים נקבעה על מנת לבחון בתנאי שדה גם מינון גבוה יותר לקבלת חיפוי יעיל.

### 3. ניסויי שדה להדברת פגעי קרקע בתפוא"ד ואגא"ד

תפוחי אדמה ואגוזי אדמה הינם שני גידולים עיקריים בחבל מעון. באיזור מקובל לגדל מחזור גידולים הכולל מלבד שני הגידולים האלה גם חיטה. תפוא"ד וגם אגוזי אדמה סובלים משתי מחלות קרקע קשות, דוררת וגרב (יבללת). מחלת הדוררת גורמת לנבילות הצמחים ותמותתם ולפגיעה בכמות היבול. מחלת הגרב בתפוא"ד ומחלת היבללת באגוזי אדמה אשר נגרמות ע"י חיידקים מקבוצת ה-*Streptomyces* גורמות לשקעים עמוקים בפקעות תפוא"ד וליבלות מכוערות על תרמילי אגא"ד אשר פוגעים באיכות היבול בצורה ניכרת. חיטוי קרקע כימיים ע"י אדיגן מקובלים להדברת הדוררת בתפוא"ד. הדברה יעילה של גורמי המחלות שהוזכרו הושגה גם ע"י חיטוי סולרי, אולם שיטה זו לא נכנסה עדיין לשימוש מסחרי נרחב מסיבות שונות, ובעיקר בעיות טכניות של יישום. חיטוי קרקע בפורמלין יעיל מאד להדברת גרב ויבללת ונמצא בשימוש מסחרי, אך אינו יעיל בהדברת דוררת.

### א. בחינת מינונים שונים של אקוטקס ופורמלין להדברת פגעי קרקע בניסויי שדה

הניסוי יועד לבדוק את יעילות החיטוי המשולב (סולרי ופורמלין) במינונים שונים של שני המרכיבים בהדברת פגעים בתפוא"ד במזרע סתיו, הניסוי הוצב בחלקות באורך 24 מטר ברוחב 8 ערוגות (כ-16 מטר). נבחנו טיפולים של חיטוי סולרי בנפרד על ידי ריסוס אקוטקס במשולב להצנעה מוקדמת של פורמלין כמפורט להלן:

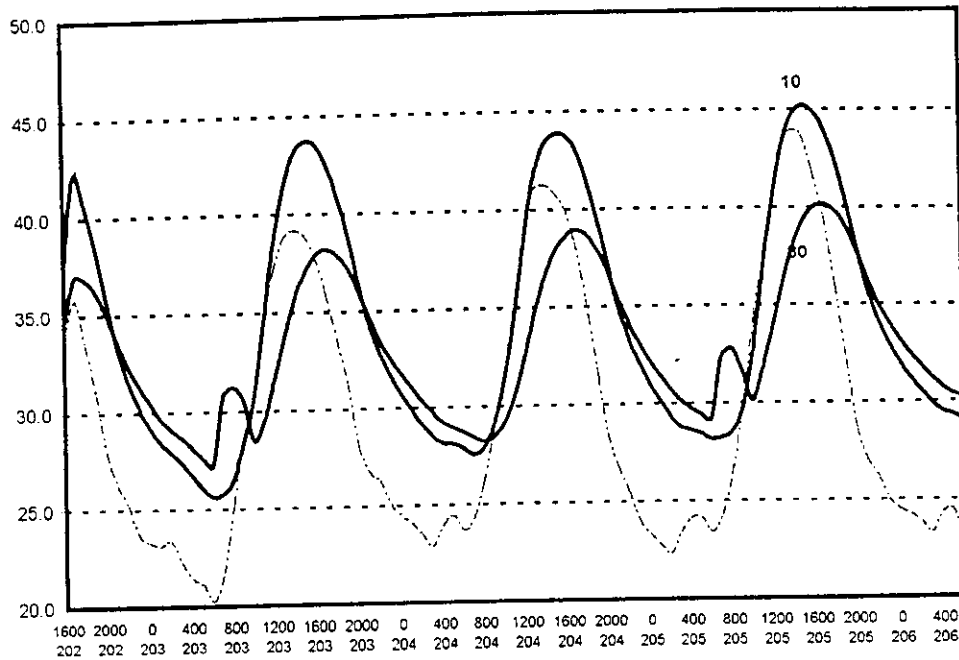
1. מינון אקוטקס - היקש (ללא חיטוי), 80 ליטר, 100 ליטר לדונם.
  2. מינון פורמלין - היקש (ללא פורמלין), 70, 100, 150 ליטר לדונם.
- החלקות הוחזקו מחופות במשך 6 שבועות, עד לתחילת ספטמבר. במועד זה הוכנה החלקה לזריעת תפוא"ד (השקיה, בניה מחודשת של ערוגות וזריעת תפוא"ד) במהלך החיטוי ולאחר מכן במהלך הגידול נבדקו המדדים הבאים:
- א. טמפרטורה - חיישני טמפרטורה הוטמנו בקרקע לפני החיפוי, בכל הטיפולים בעומק 10 ו-30 ס"מ. החיישנים חוברו למכשיר מדידה DATA LOGGER. מדידת הטמפרטורה בכל הטיפולים נעשתה במשך כל תקופת החיטוי.
- ב. גרב בפקעות תפוא"ד. נדגמו חלקות ונבדקה נגיעות הפקעות בגרב לפי אינדקס נגיעות בסולם 0-3 (0 = פקעת נקיה מכל כתם, 3 = פקעת נגועה ביותר מ-4 מקומות).
- ד. ריזוקטוניה בגבעולים - גבעולים של תפוא"ד נאספו מכל חלקה לאחר 100 ימים ונבדקה מידת נגיעותם בדוררת לפי אינדקס נגיעות בסולם 0-2 (0 = גבעול בריא, 2 = גבעול מחוגר מריזוקטוניה).
- ד. דוררת בגבעולים - גבעולים של תפוא"ד נאספו מכל חלקה לאחר 100 ימים ונבדקה מידת נגיעותם בדוררת לפי אינדקס נגיעות בסולם 0-3 (0 = גבעול בריא, 3 = גבעול שנבל מדוררת, כולל נוכחות קישיונות).
- ה. יבול - בתום עונת הגידול נאסף היבול ונקבעה מידת הנגיעות בפגעי קרקע

### תוצאות

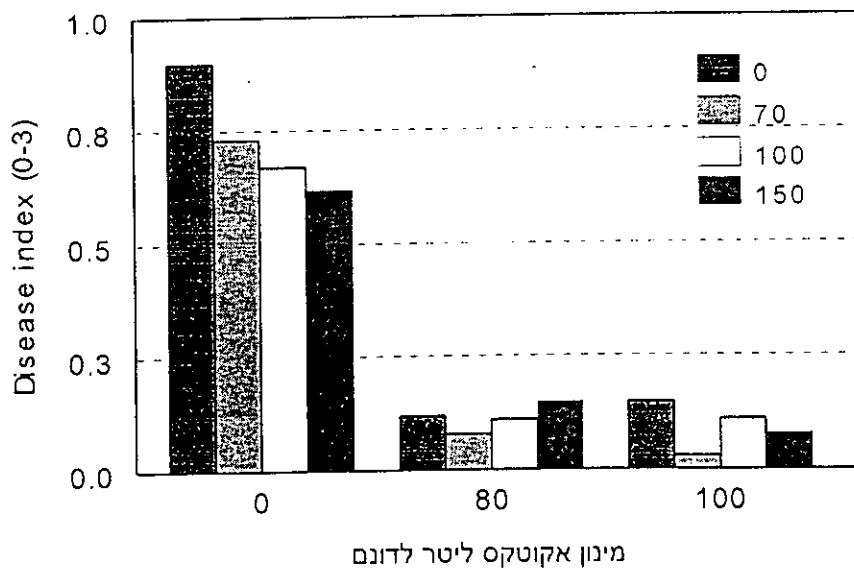
טמפרטורות קרקע: תנודת הטמפרטורה היומית בעקבות חיטוי סולרי בטיפולים השונים מוצגת בציוור מספר 3. חיפוי קרקע במינון 100 ליטר אקוטקס לדונם היה יעיל יותר בחימום הקרקע לעומת חיפוי במינון של 80 ליטר לדונם. טמפרטורות המקסימום תחת חיפוי במינון 100 ליטר לדונם היו גבוהות בחמש מעלות מאלה תחת חיפוי במינון 80 ליטר לדונם. עובי שכבת החיפוי מהווה מרכיב חשוב בחימום הקרקע.



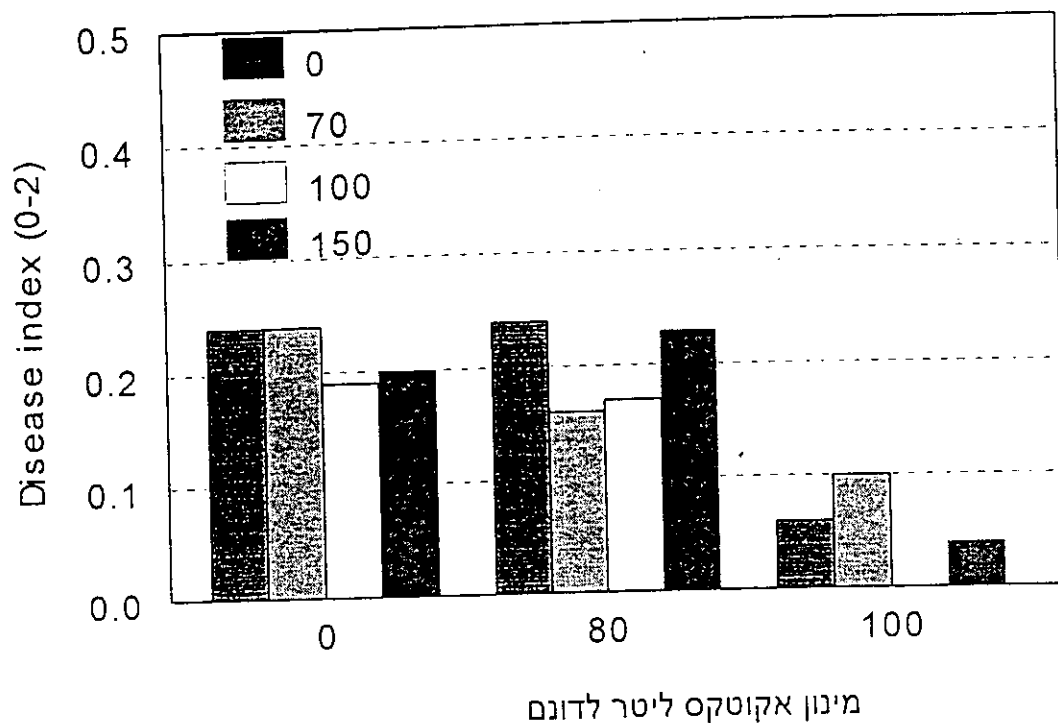
שכבת החיפוי נקבובית ולכן שכבה עבה יותר תהיה אטומה יותר ותמנע נידוף מים דרכה. נידוף המים גורם לקירור הקרקע וכן מיבש את שכבת הקרקע העליונה. התייבשות שכבת הקרקע העליונה מונעת את הולכת החום הנקלט בשכבת החיפוי לעומק הקרקע. לכן, חשוב ליישם פולימר בעובי שיאפשר חימום מיטבי.



ציור מס' 3. חימום קרקע במהלך חיטוי סולרי בחיפוי על ידי ריסוס פולימר במינון 80 ו-100 ליטר לדונם. קו מרוסק מציין את טמפרטורת האויר במשך אותה תקופה.



ציור מס' 4. השפעת חיטוי סולרי במינונים שונים של פולימר אקוטקס ובמינונים שונים של פורמלין על גגיעות גבעולי תפוא"ד בדוררת. עמודות שונות באותה קבוצה מציינות מינונים שונים של פורמלין.



ציור מס' 5. השפעת חיטוי סולרי במינונים שונים של פולימר אקוטקס ובמינונים שונים של פורמלין על נגיעות גבעולי תפוא"ד בריזוקטוניה. עמודות שונות באותה קבוצה מציינות מינונים שונים של פורמלין.

הדברת ריזוקטוניה ודוררת היתה יעילה יותר כאשר החיטוי בוצע על ידי ריסוס אקוטקס במינון 100 ליטר לדונם. יעילותו של החיטוי במינון 80 ליטר לדונם היתה נחותה הן בהדברת דוררת והן בהדברת ריזוקטוניה בגבעולי תפוא"ד. לא ניתן היה להעריך את הדברת מחלת הגרב בפקעות תפוא"ד משום הנגיעות הנמוכה בפקעות גם בחלקות ההיקש. יכול הפקעות חיה רב יותר במובהק בחיטוי במינון 100 ליטר לדונם בהשוואה לחיטוי במינון 80 ליטר לדונם או בהשוואה לחלקות ההיקש.

### ב. הדברת פגעים בתפוא"ד ואגא"ד עלי ידי שילוב אקוטקס ופורמלין

בוצעו שתי מערכות ניסויים בחלקות שלחין בקיבוץ ניר עוז בקרקע חול-לס נגועה באופן קשה במחוללי גרב בתפוא"ד ויבללת באגא"ד. הצבת החיטויים בוצעה בחודש יולי במתכונת של בלוקים באקראי בארבע חזרות. כל מערכת ניסוי כללה שני ניסויים.

הניסוי הראשון יועד לבדוק את יעילות החיטויים בהדברת פגעים בשלושה גידולים רצופים: תפוא"ד במזרע סתיו, ומיד לאחריהם אגא"ד, ותפוא"ד בעונת הסתיו הבאה.

הניסוי השני יועד לבחון את יעילות החיטויים בהדברת פגעים באגוזי אדמה. הניסוי הוצב באותה חלקת ניסוי והטיפולים היו דומים למעט מחזור הגידולים לאחר החיטוי. מערכת הניסויים הראשונה הוצבה

בקיץ 1995 והשניה בקיץ 1996. תוצאות הניסויים היו דומות. בדוח זה מובאות התוצאות של מערכת הניסויים הראשונה.

### ניסוי 1. השפעת חיטוי סולרי משולב על הדברת מחלות בתפוא"ד ואגא"ד בגידול רצוף.

נבחנו טיפולים של חיטוי סולרי בנפרד על ידי ריסוס אקוטקס (100 ליטר לדונם) או יריעות פלסטיק, או במשולב להצנעה מוקדמת של פורמלין כמפורט להלן:

1. היקש ללא חיטוי
2. פורמלין במינון 250 ליטר לדונם
3. סולרי (יריעות פוליאתיילן שקוף)
4. סולרי בתוספת פורמלין (100 ליטר לדונם) לפני ביצוע החיפוי
5. ריסוס אקוטקס שחור (100 ליטר לדונם)
6. ריסוס אקוטקס שחור בתוספת פורמלין (100 ליטר לדונם) לפני ביצוע החיפוי

החלקות הוחזקו מחופות במשך 6 שבועות, עד לתחילת ספטמבר. אז הוסרו יריעות הפלסטיק וחלק השדה שיועד לזריעת תפוא"ד (ניסוי מס' 1) הוכן לזריעה.

במהלך החיטוי נבדקו מדדים של טמפרטורת קרקע וקטילת פתוגנים:

א. טמפרטורה - חיישני טמפרטורה הוטמנו בקרקע לפני החיפוי, בכל הטיפולים בעומק 10 ו-30 ס"מ. החיישנים חוברו למכשיר מדידה DATA LOGGER. מדידת הטמפרטורה בכל הטיפולים נעשתה במשך כל תקופת החיטוי.

ב. קטילת אינוקולום מלאכותי - קשיונות של הפטריה *Sclerotium rolfii* וכלמידוספורות של *Fusarium oxysporum f sp basilici* הוטמנו בקרקע בתוך שקיות רשת בעומק של 20 ו-40 ס"מ. בתום תקופת החיטוי נשלפו השקיות ונבדקה חיוניות גופי הריבוי של הפטריות.

בתחילת ספטמבר נזרעה חלקת ניסוי מס' 1 בתפוא"ד מהזן 'אגריה'. במהלך הגידול ובסופו נדגמו צמחים ופקעות לבדיקת התפתחות, נגיעות בגרב ודוררת, ומדידת יבול בסוף הגידול. במהלך הגידול נבדקו המדדים הבאים:

ג. גרב בפקעות תפוא"ד. נדגמו חלקות ונבדקה נגיעות הפקעות בגרב לפי אינדקס נגיעות בסולם 0-4 (0 = פקעת נקיה מכל כתם, 4 = פקעת נגועה ביותר מ-4 מקומות).

ד. דוררת בגבעולים - גבעולים של תפוא"ד נאספו מכל חלקה בעת האסיף ונבדקה מידת נגיעותם בדוררת לפי אינדקס נגיעות בסולם 0-3 (0 = גבעול בריא, 3 = גבעול שנבל מדוררת, כולל נוכחות קישיונות) ה. יבול - בתום עונת הגידול יאסף היבול ותימדד כמותו איכותו ומידת הנגיעות בפגעי קרקע

## תוצאות

### טמפרטורות קרקע.

התחממות הקרקע בעומק 10 ס"מ מתחת לחיפוי ביריעות פלסטיק היתה בשעור מרבי 48 מ"צ לעומת 45 מ"צ בחלקות המחופות בריסוס הפולימר אקוטקס ו-36 בחלקות ההיקש ללא חיפוי. טמפרטורות המינימום בעומק 10 ס"מ היו בשעור 33 מ"צ בחיפוי יריעות פלסטיק, 30 בחיפוי פולימר ו-27 מ"צ בחלקות ההיקש ללא חיטוי. תוצאות אלה דומות לאלו שהתקבלו בניסויים קודמים ומחזקות את

המסקנות מאופי החימום השונה ביריעות פלסטיק לעומת חיפוי בריסוס ואת חשיבות עובי החיפוי בהשגת טמפרטורות הקרקע הרצויות לצורך חיטוי סולרי יעיל.

קטילת פתוגנים: שקיות רשת שבהם הוכנסו גופי ריבוי של פתוגנים הוטמנו בקרקע בטיפולים השונים על מנת לבחון את יעילות החיטוי מיד בתום ביצועו ולפי תחילת הגידול. קשיונות של הפטריה *S. rolfsii* הודברו ביעילות ע"י חיפוי אקוטקס לבד ובשילוב עם פורמלין (טבלה מס' 1). פורמלין לבדו לא היה יעיל בהדברת קשיונות אלה. כלמידוספורות של *F. oxysporum f sp basilici* הודברו גם הם אך ביעילות פחותה בעומק 40 ס"מ. בעומק 20 ס"מ היתה הדברת גופי הריבוי טובה מאד.

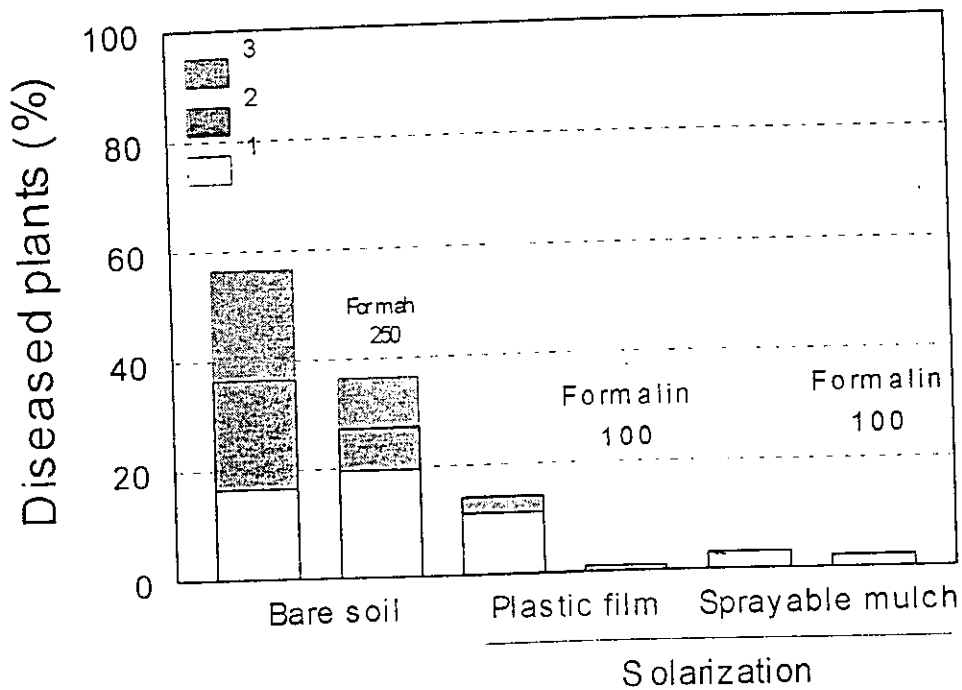
טבלה מס' 1. הדברת פתוגנים שונים בהשפעת חיטוי קרקע.

קשיון רולפסי		פוזריום של בזיל	
קשיונות (אחוז קטילה)		קרקע (מספר מושבות לגר' קרקע)	
20 ס"מ	30 ס"מ	20 ס"מ	40 ס"מ
0	0	1500	1500
83	40	400	1300
100	100	0	15
100	100	0	0
95	80	180	250
99	95	150	300

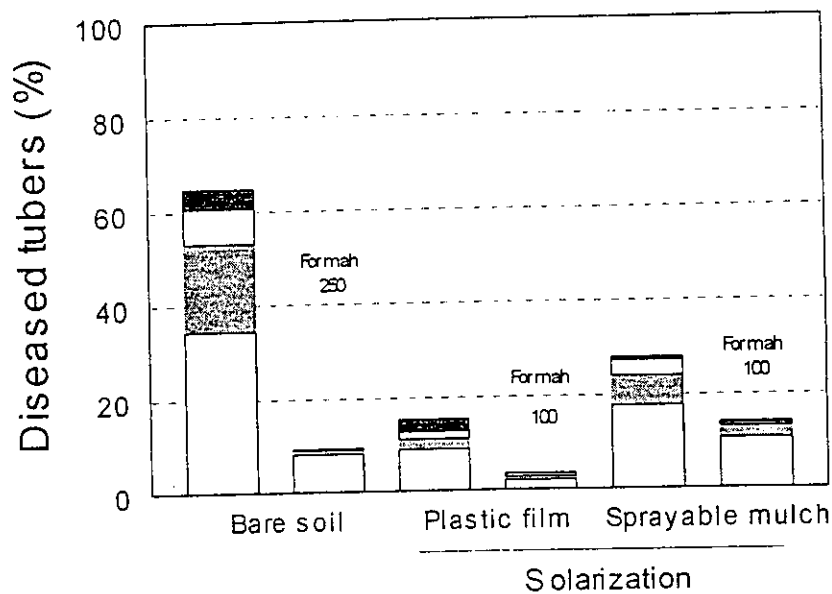
הדברת מחלות ויבול תפוא"ד גידול ראשון לאחר החיטוי: חיטוי סולרי ביריעות פלסטיק או ריסוס אקוטקס היה יעיל בהדברת מחלת הדוררת בצמחי תפוא"ד במהלך הגידול עד לאסיף. נגיעות גבעולים בדוררת היתה קטנה מאד בחלקות המחוטאות חיטוי סולרי בהשוואה לחלקות ההיקש ציור מס' 6). נגיעות הצמחים בחלקות ההיקש 100 ימים לאחר הזריעה היתה בשיעור 57% (שליש משעור זה בחומרת נגיעות גבוהה) לעומת שעור ממוצע של 3-12% בחלקות שחוטאו חיטוי סולרי בנפרד או במשולב. לא היה הבדל מובהק בין חיטוי סולרי ביריעות פלסטיק בהשוואה לחיטוי בריסוס פולימר. פורמלין לבד במינון 250 ליטר לדונם או משולב בסולרי לא היה יעיל בהדברת דוררת בגבעולי תפוא"ד (ציור מס' 6).

יבול תפוא"ד היה רב יותר בחלקות המחוטאות בהשוואה לחלקות ללא חיטוי. היבול בחלקות המחוטאות היה בשעור 3.5 עד 3.9 ק"ג למ"ר בהשוואה ל-3 ק"ג למ"ר בחלקות ההיקש ללא חיטוי. גם החלק היחסי של הפקעות הגדולות היה רב יותר בחלק המחוטאות בהשוואה לחלקות ההיקש. לא היה הבדל מובהק ביבול בין טיפולי החיטוי השונים.

כל טיפולי החיטוי היו יעילים בהדברת גרב בפקעות תפוא"ד (ציור מס' 7). פורמלין לבדו במינון 250 ליטר לדונם היה יעיל בהדברת הגרב בפקעות. שילוב פורמלין במינון מופחת בחיטוי סולרי הוסיף ליעילות ההדברה (ציור מס' 7). החיטוי ביריעות פלסטיק היה יעיל במעט מהחיטוי בריסוס פולימרים.



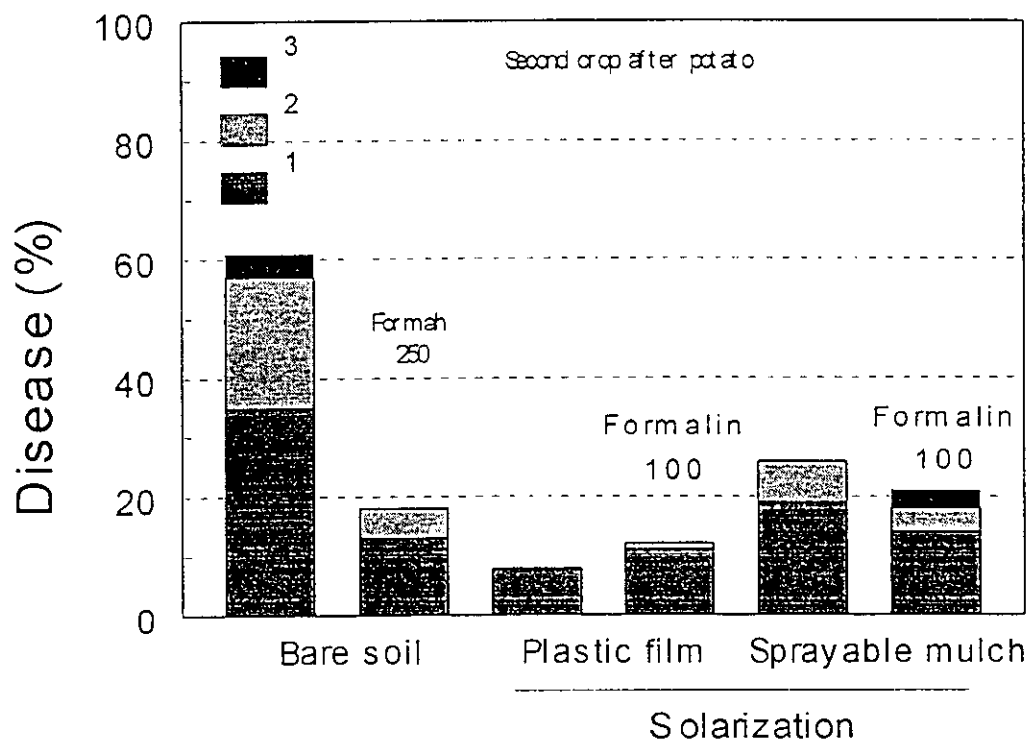
ציור מס' 6. הדברת דוררת בתפוא"ד על ידי שילוב חיטוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות וחיטוי בפורמלין במינון מופחת. מחזור גידול ראשון לאחר החיטוי (גידול סתיו)



ציור מס' 7. הדברת גרב בפקעות תפוא"ד על ידי שילוב חיטוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות וחיטוי בפורמלין במינון מופחת. מחזור גידול ראשון לאחר החיטוי (גידול סתיו)

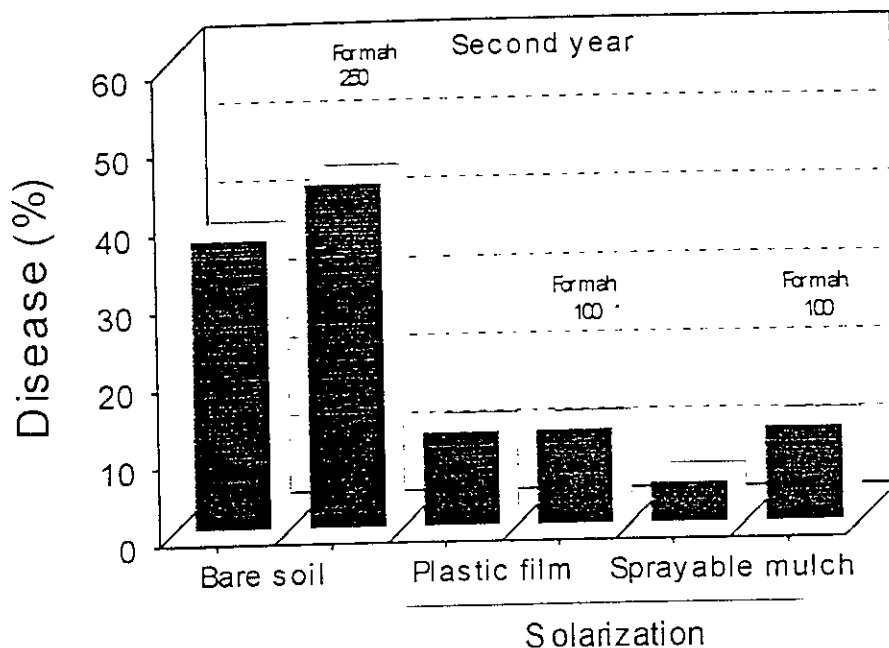
הדברת מחלות תרמיל באגוזי אדמה בגידול שני לאחר החיטוי: חיטוי סולרי ביריעות פלסטיק או ריסוס אקוטקס משולב בפורמלין היה יעיל בהדברת יבללת התרמילים באגוזי אדמה שגודל לאחר תפוא"ד סתיו ללא טיפול נוסף בין הגידולים (ציור מס' 8). שעור נגיעות התרמילים בחלקות ההיקש היה 60% שהוא שעור גבוה הפוסל את היבול ליצוא. לעומת זאת, היה שעור נגיעות התרמילים בכל שבהם שולב פורמלין קטן מ-20% שהוא השעור המירבי המאפשר שווק התרמילים לייצוא. חשוב לציין כי הדברה יעילה זו הושגה בגידול שני לאחר החיטוי. גורמי מחלת יבללת התרמילים הם אותם הגורמים למחלת הגרב בתפוא"ד בגידול שקדם לאגא"ד. הדברה יעילה של גורמים אלה במהלך שני גידולים רגישים ברציפות הינה משמעותית הן מבחינה כלכלית והן מבחינת בריאות החלקה.

יבול תפוא"ד היה רב יותר בחלקות המחוטאות בהשוואה לחלקות ללא חיטוי. היבול בחלקות המחוטאות היה בשעור 3.5 עד 3.9 ק"ג למ"ר בהשוואה ל-3 ק"ג למ"ר בחלקות ההיקש ללא חיטוי. גם החלק היחסי של הפקעות הגדולות היה רב יותר בחלוק המחוטאות בהשוואה לחלקות ההיקש. לא היה הבדל מובהק ביבול בין טיפולי החיטוי השונים

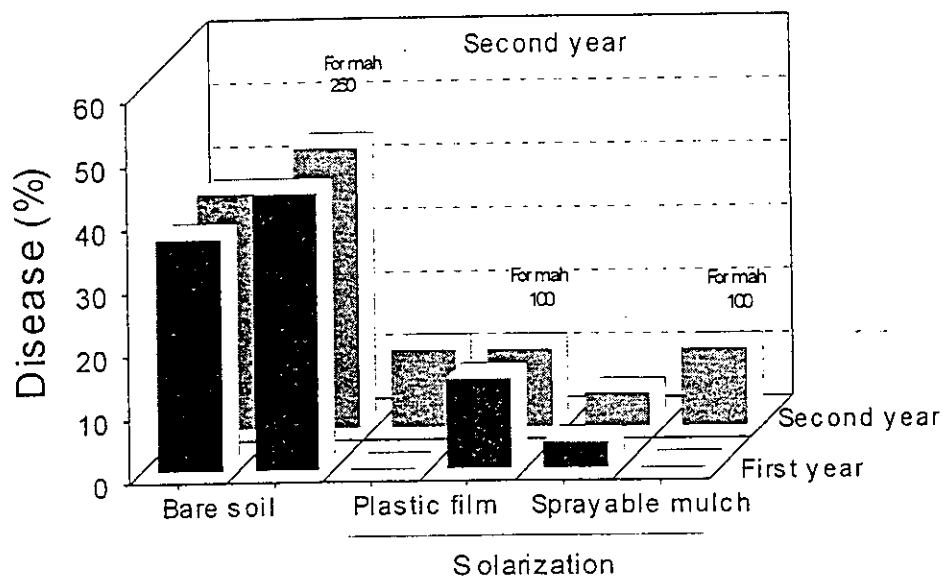


ציור מס' 8. הדברת יבללת בתרמילי אגא"ד על ידי שילוב חיטוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות וחיטוי בפורמלין במינון מופחת. מחזור גידול שני לאחר החיטוי (לאחר גידול תפוא"ד במחזור ראשון)

הדברת דוררת בתפוא"ד בגידול שלישי לאחר החיטוי: חיטוי סולרי ביריעות פלסטיק או ריסוס אקוטקס משולב בפורמלין היה יעיל בהדברת דוררת בתפוא"ד שגודל בגידול שלישי לאחר תפוא"ד סתיו ואגא"ד אביב ללא טיפול נוסף בין הגידולים (ציור מס' 9). השוואת שיעור המחלה בגידול הראשון והשלישי מוצגת בציור מס' 10. שיעור הדוררת בגידול השלישי נגיעות בגרב לא נבחנה בגידול השלישי בגלל עמידותו של הזן (ניקולה) למחלה זו.



ציור מס' 9. הדברת דוררת בתפוא"ד על ידי שילוב חיטוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות וחיטוי בפורמלין במינון מופחת. מחזור גידול שלישי לאחר החיטוי (לאחר גידול תפוא"ד במחזור ראשון ואגא"ד במחזור שני).



ציור מס' 10. הדברת דוררת בתפוא"ד על ידי שילוב חיטוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות וחיטוי בפורמלין במינון מופחת. סיכום של שתי שנות הגידול.

## ניסוי מס' 2. הדברת יבללת באגא"ד

הניסוי יועד לבדוק את יעילות החיטויים בהדברת פגעים באגא"ד בלבד. הניסוי הוצב בחלקות באורך 24 מטר ברוחב 4 ערוגות. חלקות ההיקש הוצבו לרוחב כל בלוק (9 ערוגות באורך 12 מטר). ניסוי זה כלל ארבעה טיפולים בלבד.

1. היקש ללא חיטוי

2. פורמלין במינון 250 ליטר לדונם

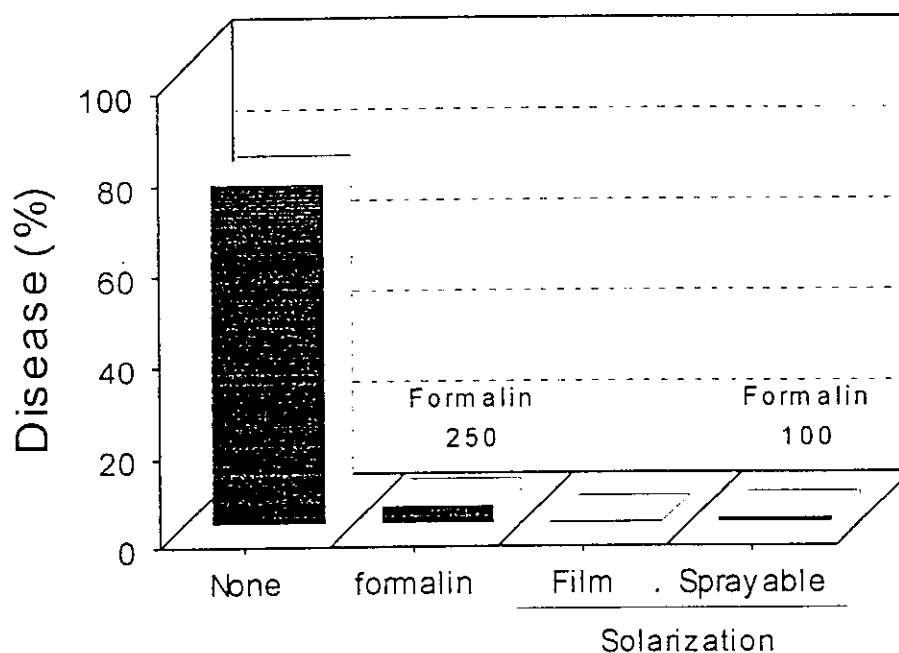
3. חיטוי סולרי ביריעות פלסטיק

4. ריסוס אקוטקס שחור בתוספת פורמלין (100 ליטר לדונם) לפני ביצוע החיפוי

בעקבות תוצאות ניסוי מס' 1 שבו נראה כי חיטוי סולרי בריסוס פולימרים אינו יעיל לבדו כנגד סטרפטומיצטים מחוללי היבללת לא בוצע טיפול של חיטוי סולרי בפולימר לבד, אלא משולב בפורמלין במינון 100 ליטר לדונם. ביצוע הניסויים היתה במתכונת דומה לניסוי מס' 1. החיפוי ביריעות פלסטיק הוסר 6 שבועות לאחר תחילת החיפוי. החיפוי בריסוס הושאר בחלקה ותוחם עם הכנת הקרקע לזריעה. אגוזי אדמה מזן חנוך נזרעו בחלקה בחודש אפריל. נגיעות התרמילים ביבללת נבחנו עם האסיף.

## תוצאות.

חיטוי סולרי משולב בפורמלין היה יעיל בהדברת יבללת בתרמילים של אגוזי אדמה בגידול ראשון לאחר החיטוי (ציור מס' 11). גם חיטוי סולרי ביריעות פלסטיק ללא תוספת פורמלין היה יעיל בהדברת המחלה.



ציור מס' 11. הדברת יבללת בתרמילי אגא"ד על ידי שילוב חיטוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות וחיטוי בפורמלין במינון מופחת. מחזור גידול שני לאחר החיטוי (לאחר גידול תפוא"ד במחזור ראשון)



## ג. הדברת פגעים על ידי שילוב חיטוי סולרי והצנעת חומר אורגני

הצנעת חומרים אורגניים (זבל אורגני ובמיוחד קומפוסט) בקרקע גורמת לדיכוי מחלות שורש במערכות גידול שונות. הדברת פתוגנים ע"י הצנעת חומר אורגני בקרקע הינה גישה מנוגדת להדברה הכימית. העשרת הקרקע בחומר אורגני מכוונת לקטול פתוגנים ובמקביל לעודד את כלל אוכלוסיות המיקרואורגניזמים ובניהם כאלו אשר מונעים את פעילותם של הפתוגנים. שיירי צמחים (מצליבים, צמחים ארומטיים ואחרים) או פסולת אורגנית עתירת חנקן חלבוני (כוספה של שיירי צמחים לאחר הפקת השמן, או קמח נוצות) הינם גנרטור חזק לייצור תרכובות נדיפות רעילות בקרקע. שני גורמים עיקריים, טמפרטורה ואוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע, משפיעים על קצב פירוק חומרי אורגני ועל יצירה שחרור תרכובות נדיפות. לכן, ניתן להגביר קטילת פתוגנים בחיטוי סולרי על ידי שילובו בהצנעת תרכובות אורגניות כפי שהוזכרו. בעבודה הקדמית מצאנו שחימום קרקע מועשרת בשיירי צמחים ארומטיים כגון טרגון או פסולת אורגנית עתירת חנקן במשטר חיטוי סולרי במערכת מבוקרת, גרם לשחרור תרכובות נדיפות שהיו קטלניות לגופי ריבוי של פטריות שנבדקו. חימום הקרקע גרם ליצירה ושחרור הרכב שונה ומגוון יותר של תרכובות נדיפות ובכמות רבה יותר בהשוואה לקרקע ללא חימום. השילוב של חימום קרקע מועשרת בחומר אורגני גרם להגברת הפעילות המיקרוביאלית בקרקע. השילוב של תרכובות אורגניות נדיפות רעילות ושינוי באוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע מועשרת בחומר אורגני עשוי בנוסף לקטילת פתוגנים גם לשפר את כושר הדיכוי של הקרקע ולמנוע התבססות מחודשת של גורמי מחלות.

בחנו בניסוי שדה את השפעת השילוב של הצנעת חומר אורגני וחיטוי סולרי באקוטקס על הדברת מחלות בתפוא"ד.

נבחנו טיפולים של חיטוי סולרי בנפרד על ידי ריסוס אקוטקס (100 ליטר לדונם) או יריעות פלסטיק, או במשולב להצנעה מוקדמת של פורמלין כמפורט להלן:

1. היקש ללא חיטוי
2. הצנעת זבל עופות במינון 1 ק"ג למ"ר
3. הצנעת כוספת סויה במינון 1 ק"ג למ"ר
4. ריסוס אקוטקס שחור (100 ליטר לדונם)
5. ריסוס אקוטקס שחור (100 ליטר לדונם) + הצנעת זבל עופות במינון 1 ק"ג למ"ר לפני ביצוע החיפוי
6. ריסוס אקוטקס שחור (100 ליטר לדונם) + הצנעת כוספת סויה במינון 1 ק"ג למ"ר לפני ביצוע החיפוי

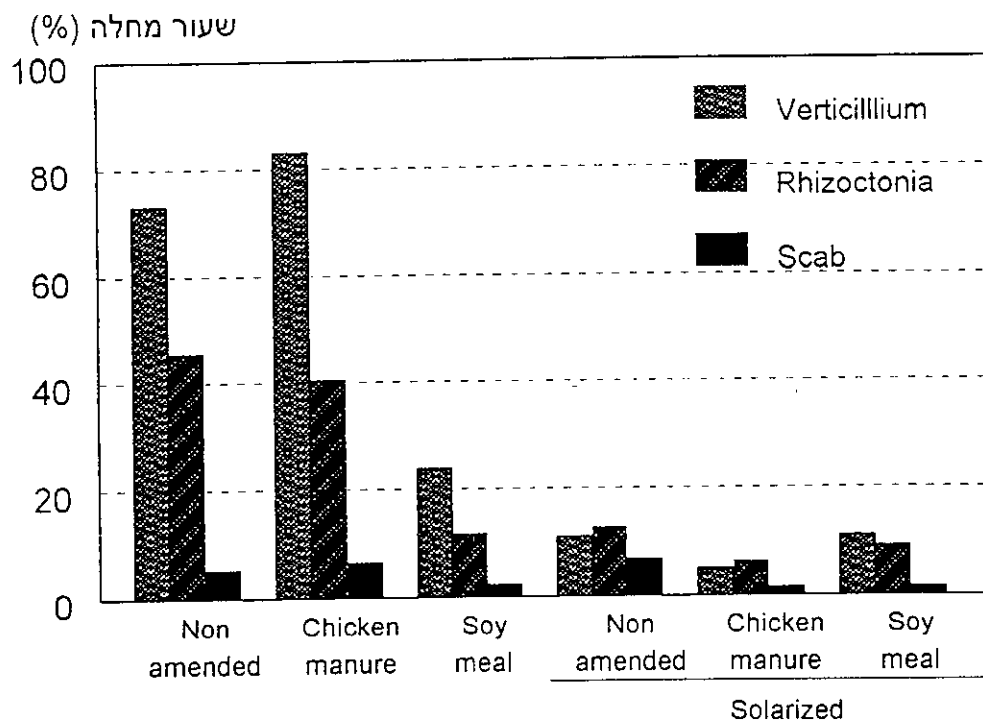
החלקות הוחזקו מחופות במשך 6 שבועות, עד לתחילת ספטמבר. החלקה נזרעה בתפוא"ד מזן אגריה. במהלך הגידול ובסופו נדגמו צמחים ופקעות לבדיקת התפתחות, נגיעות בגרב ודורות, ומדידת יבול בסוף הגידול. במהלך הגידול נבדקו המדדים הבאים:

- א. גרב וריזוקטוניה בפקעות תפוא"ד. נדגמו חלקות ונבדקה נגיעות הפקעות בגרב לפי אינדקס נגיעות בסולם 0-4 (0 = פקעת נקיה מכל כתם, 4 = פקעת נגועה ביותר מ-4 מקומות).
- ב. דורות בגבעולים - גבעולים של תפוא"ד נאספו מכל חלקה בעת האסיף ונבדקה מידת נגיעותם בדורות לפי אינדקס נגיעות בסולם 0-3 (0 = גבעול בריא, 3 = גבעול שנבל מדורות, כולל נוכחות קישיונות)
- ה. יבול - בתום עונת הגידול יאסף היבול ותימדד כמותו איכותו ומידת הנגיעות בפגעי קרקע

## תוצאות

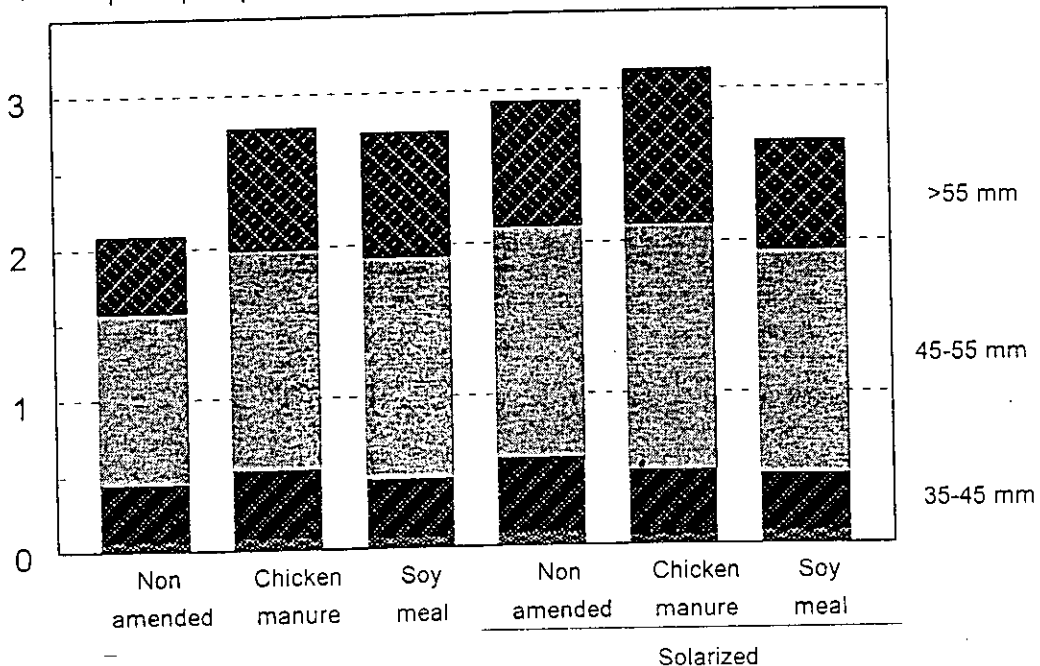
### טמפרטורות קרקע.

התחממות הקרקע בעומק 10 ס"מ היתה בשיעור מרבי 46 מ"צ בחלקות המחופות בריסוס הפולימר אקוטקס ו-36 בחלקות ההיקש ללא חיפוי. טמפרטורות המינימום בעומק 10 ס"מ היו בשיעור 32 בחיפוי פולימר ו-27 מ"צ בחלקות ההיקש ללא חיפוי. תוצאות אלה דומות לאלו שהתקבלו בניסויים קודמים. הדבר דורר בגבעולים היתה יעילה בכל טיפולי החיפוי (סולרי בנפרד וכן טיפולים משולבים בהצנעת חומר אורגני (ציור מס' 12). בולטת גם העובדה כי הצנעת כוספת סויה לבד היתה יעילה בהדברת דוררת. טיפולי החיפוי היו יעילים גם בהדברת גרב וריזוקטוניה בפקעות תפוא"ד (ציור מס' 12). כל טיפולי החיפוי תרמו ליבול רב יותר מאשר בחלקות ההיקש (ציור מס' 13). התרומה לתוספת היבול היתה בעיקר בפקעות הגדולות. תופעה זו מוכרת במחלות כגון דוררת הפוגעות בגידול בשלב מאוחר. הצמחים בחלקות ההיקש התמוטטו בשלב מוקדם לפני השלמת מילוי הפקעות ולכן היבול בחלקות אלה הינו נחות. לעומת זאת נמשך הגידול של הצמחי בחלקות המחוטאות וכן מילוי הפקעות ולכן יבול הפקעות הגדולות והיבול הכללי היה רב יותר. ניתן לראות כי השילוב של חיפוי סולרי בריסוס פולימרים והצנעת חומר אורגני בקרקע הינו יעיל בהדברת טווח רחב של גורמי מחלות בקרקע. ממצאים אלו חשובים שכן הם מאפשרים הדברת יעילה של גורמי מחלות ללא הצורך בשימוש בתכשירים כימיים.



ציור מס' 12. הדברת דוררת בצמחים וגרב וריזוקטוניה בפקעות תפוא"ד על ידי שילוב חיפוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות והצנעת חומרים אורגנים זבל עופות וכוספת סויה.

משקל פקעות ק"ג למ"ר



ציור מס' 13. השפעת שילוב חיטוי סולרי בריסוס ממברנות מתכלות והצנעת חומר אורגני (זבל עופות וכוספת סויה) על יבול תפוא"ד (משקל ק"ג למ"ר). מספרים מימין לעמודות מציינת התפלגות גודל פקעות (קוטר במ"מ)

#### ד. מסקנות מהמחקר והשלכות לעתיד

- ❖ חיפוי קרקע בפולימרים מרוססים ניתן ליישום על פני הקרקע ויוצר חיפוי המאפשר חימום. בעונת הקיץ חימום הקרקע מאפשר חיטוי סולרי שלה. מנגנון החימום בריסוס פולימרים הינו שונה מזה המתקבל בחיפוי על ידי יריעות פלסטיק. לכן גם אופי התחממות והתקררות הקרקע שונים. חיטוי סולרי של הקרקע על ידי ריסוס פולימרים ניתן בריסוס פולימר כהה אשר בולע את הקרינה, מתחמם ומוליך את החום לעומק. עובי השכבה קובע את מידת החימום.
- ❖ פותחה טכנולוגיה המאפשרת יישום של הפולימרים בשדה. פיתוח הטכנולוגיה מאפשר הרחבת השימוש ויישומו בקנה מידה חצי מסחרי ומסחרי. במקביל נמשך המשך שיפור ושכלול התואריות של התקשיר לשם יישום יעיל וטוב יותר שיאפשר בעתיד חיפוי במינונים קטנים יותר.
- ❖ חיטוי סולרי על ידי ריסוס פולימרים היה יעיל בהדברת גורמי מחלות כגון דוררת, גרב וריזוקטוניה וכן גורמי מחלות תרמיל באגוזי אדמה.
- ❖ שילוב חיטוי סולרי על ידי ריסוס פולימרים בתכשירי אידוי כמו פורמלין במינון מופחת משפר את יעילות החיטוי ומרחיב את טווח הפגעים הנקטלים. שילוב חיטוי סולרי מאפשר הפחתת מינונים של תכשירי הדברה וקבלת הדברה יעילה תוך צמצום השימוש בתכשירי הדברה.
- ❖ העובדה כי החיפוי הנוצר הינו נקבובי מאפשרת יישום של תכשירי הדברה כגון פורמלין, מתאם סודיום ותכשירים נוזליים אחרים לאחר החיפוי. ניתן ליישם תכשירים אלה בהשקיה על החיפוי. מערכת כזו מאפשרת יישום תכשירים במועדים רצויים לאחר החיטוי. בעבודות אחרות מצאנו כי

יישום תכשירי חיטוי מספר ימים לאחר תחילת החיטוי הסולרי משפרת את יעילותם. חיפוי בריסוס פולימרים מאפשר יישום מאוחר של תכשירי הדברה. מאידך יישום כזה קשה לביצוע בחיפוי יריעות פלסטיק. מן הראוי לבחון בעתיד מועדי יישום של תכשירי הדברה לאחר תחילת החיטוי הסולרי. ❖

חיטוי סולרי בריסוס פולימרים היה יעיל בשילוב הצנעה של חומרים אורגניים לפני החיטוי. חיטוי סולרי הינו מוצר "ירוק" והאפשרות לשילובו באמצעים נוספים לא כימיים הינה חשובה. פיתוח מערכת כוללת לא כימית לחיטוי קרקע הינו יעד חשוב שיש לבחון אותו בעתיד. העובדה כי הצנעת חומרים אורגניים תורמת בנוסף לקטילת הפתוגנים גם לבניית מאזן מיקרוביאלי חדש בקרקע חשובה. מנגנון כזה עשוי לאפשר את המשך יעילות החיטוי במשך מספר עונות. חשוב להמשיך ולבחון כיוון זה בעתיד.

❖ קרקעות כבדות מהוות מגבלה ביישום חיטוי בריסוס פולימרים. המשך המחקר יתמקד גם בתחום זה. הכיוונים לשיפור הם תכשירים משופרים ושכלול שיטת היישום.

#### ה. פרסומים ופטנטים

1. Gamliel, A., Peretz, Y. Becker, E., and Heiman O. 1997. Sprayable plastic polymers for soil solarization *Phytoparasitica* 25:251
2. Gamliel A., and Becker, E. 1996 A method for applying plastic mulch Israeli Pat. No. 118787

#### הבעת תודה.

ברצוננו להביע את תודתנו לצוות השלחין של קיבוץ ניר עוז, וצוות הוועדה החקלאית של חבל מעון על העזרה בהצבת הניסויים ואחזקתם. למפעל נירלט וניר עוז נכסים ואחזקות בע"מ על העזרה בביצוע המחקר. לחברת דור כימיקלים על העזרה בביצוע החיטויים

### 3. סיכום

#### 1. מטרת העבודה לתקופת הדו"ח

מטרת העבודה הינה לפתח גישה חדשנית לחיטוי סולרי של קרקע ע"י חיפוי בקרקע בממברנות מתכלות, ובחינת השפעתה על הדברה יעילה של גורמי מחלות בגידולי שדה, תפוא"ד ואגא"ד ואחרים. בנוסף בחינת השפעת החיטוי במשך מספר עונות גידול.

#### 2. עיקרי הניסויים והתוצאות

פיתחנו טכנולוגיה לריסוס יעיל של פולימרים וחיפוי רציף של הקרקע. הצבנו ניסויים לבחינת יעילות החיטוי בהדברת גורמי מחלות בתפוא"ד ואגא"ד. בחנו חיטוי ע"י ריסוס ממברנות בכמויות פולימרים שונות ושילוב בחומרי אידוי פורמלין במינונים מופחתים לצורך הדברת מחלות הגרב בתפוא"ד ויבללת באגא"ד. בחנו את השפעת החיטויים לטווח ארוך יותר על גידול שני ושלישי במחזור. הושג שילוב יעיל של שיטת הריסוס ומינון תכשיר לקבלת חימום יעיל של הקרקע. הושגה קטילה טובה של דוררת וגרב בתפוא"ד ע"י חיטוי סולרי של הקרקע באמצעות ריסוס ממברנות מתכלות. שילוב פורמלין במינון מופחת שיפר את הדברת המחלות. התעצמות מחלות בתרמילי אגא"ד כגידול שני על חלקת תפוא"ד נרשמה בחלקות ההיקש. טיפולי החיטוי היו יעילים בהפחתת המחלה מעבר לגידול הראשון לאחר החיטוי. הושג חיטוי יעיל בשילוב חיטוי סולרי בהצנעת חומר אורגני בקרקע.

#### 3. המסקנות המדעיות והשלכות להמשך המחקר ויישום

חיטוי סולרי של קרקע ע"י ריסוס ממברנות מתכלות הינו בעל פוטנציאל כלכלי חשוב שכן שיטה זו קלה יותר ליישום מהשיטות המקובלות כיום לפרישת יריעות פלסטיק, ולכן מעשית מאד לביצוע על פני שטחים גדולים. בשיטה זו ניתן יהיה לחטא שטחים נרחבים של גידולים חקלאים כגון תפוא"ד ואגא"ד אשר נפגעים מגורמי מחלות אך אינם מחוטאים בשל מגבלות טכניות קשות של ביצוע. תוצאות המחקר מצביעות כי ניתן לעבור להיקף חצי מסחרי לבחינת יעילות השיטה.

#### 5. הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח

בשנת 1996 נרשם פטנט ליישום השיטה וכן פורסמו מאמרים בעיתונות המקומית, בכינוסים השנתיים של החברה הישראלית לפיטופתולוגיה, ובסדנאות בינלאומיות.