

# הדברת פסעי קרקע פאיזולוי ירקות פערבה

## כיכר סדום 2003/2004

א. גמליאל<sup>1</sup>, ש. טריקי<sup>1</sup>, מ. סיטי, ו. זילברג<sup>1</sup>, מ. בניחס<sup>1</sup>, א. אוקו<sup>2</sup>,  
ע. מדואל<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>המעבדה ליישום שיטות הדברה, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן. <sup>2</sup>הגנת הצומח, שה"מ, משרד החקלאות. <sup>3</sup>מו"פ ערבה, תחנת ניסיונות כיכר סדום.

### תקציר

בתחנת הניסויים זהר בכיכר סדום אנו בוחנים במשך מספר שנים שיטות ותכשירים לחיטוי קרקע לצורך הדברת פגעים שונים ומציאת פתרונות לצרכי החקלאים. חלקות הניסויים בתחנת זוהר מאולחים בגורמי מחלת התמוטטות במילונים וריקבון הכתר בעגבניות. בשנת 2003-2004 נבחנו הגישות הבאות להדברת פגעי קרקע במילונים ועגבניות:

### 1. שילוב תכשירי הדברה

בשנה האחרונה בחנו את יעילותו של התכשיר פורדור 37 בשילוב חיטוי סולרי בשילוב עם מתאם סודיום (אדיגן) במינונים מופחתים. יישום תכשירים אלה נעשה בטפטוף תחת יריעות פלסטיק, באופן שנמצא מיטבי בעבודות קודמות שביצענו ביישום תכשירים אלה ותכשירי חיטוי אחרים בקרקעות הערבה וקרקעות אחרות ברחבי הארץ: שילוב פורדור בתכשירי אדיגן במינונים מופחתים תרם לקטילה טובה של גופי ריבוי של פוזריום בעומק 40 ס"מ, בהשוואה ליישום התכשירים בנפרד. שילוב התכשירים הדביר ביעילות את ההתמוטטות במילונים. בעגבניות לא התפתחה מחלות ריקבון הכתר ולכן לא ניתן לאמוד את יעילותו של השילוב בהדברת מחלה זו. שילוב חיטוי סולרי ביישום פורדור משולב באדיגן בתוספת חיטוי סולרי שיפר עוד את הדברת מחלת ההתמוטטות שילוב התכשירים אדיגן ופורדור מקנה לצמחים און צימוח טוב יותר. בטיפול החיטוי המשולב הושג יכול פירות (עגבניות ומילונים) רב יותר מאשר חלקות ההיקש, או טיפולי החיטוי האחרים.

### 2. שיפור יעילותו של החיטוי הסולרי

ניתן לשפר את יעילותו של החיטוי הסולרי באמצעות שילוב חיפוי תחתון הכולל ריסוס פולימר שחור על בסיס לאטקס וחיפוי עליון שקוף על ידי יריעת פוליאתיילן. בנוסף פותחה יריעה המבוססת על תוסף המונע התעבות מים על היריעה (Anti-Drip) ומגביר את חדירת קרני השמש. שימוש באמצעים אלה שיפר את עוצמת החיטוי הסולרי ואת יעילותו. חימום הקרקע הוגבר בשעור 5 מ"צ בשכבות הקרקע העליונות. שילוב חיפוי כפול או שילוב יריעת AD בתוספת בזאמיד במינון קטן מאד שיפרו מאד את הדברת ההתמוטטות במילונים ותרמו ליכול רב יותר. חיטוי סולרי רגיל לא היה יעיל בהדברת ההתמוטטות. בעגבניות לא התפתחה מחלת ריקבון הכתר ולכן לא ניתן היה להעריך את יעילותו של החיטוי הסולרי המשופר. מאידך החיטוי הסולרי המשופר תרם ליכול רב יותר בהשוואה לחיטוי סולרי סטנדרטי.

### **3. חיטוי קרקע בתנאי השקיה במים מליחים**

מליחות מי ההשקיה מגבירה את שעור התחלואה בהתמוטטות של צמחי מילונים. השקיה במים מליחים מגבירה את רגישות הצמחים לתקיפת הפגעים. השפעת מליחות מי ההשקיה על רגישות הצמחים ועל משולש היחסים פתוגן, צמח, חיטוי קרקע היא מורכבת וכוללת רכיבים של הישרדות הפטריה בקרקע בהעדר הפונדקאי, אלימותו של הפתוגן בתנאי מליחות שונים. חיטוי קרקע מהווה את האמצעי העיקרי לצמצום מדבק הפתוגן בקרקע. חיטוי יעיל בתנאי השקיה במים מליחים חייב להפחית את המדבק לסף נמוך מאד (שואף לאפס) שכן האכלוס של רקמות השורש של האוכלוסיה ששרדה את החיטוי הוא מהיר מאד. המשמעות המעשית היא כי אין כמעט מרווח לטעות בחיטוי קרקע בתנאים אלה. על כן חובה להקפיד בכל מרכיבי החיטוי לצורך ביצוע מושלם והדברה מרבית. כמו כן כדאי גם לעשות סניטציה על ידי חיסול הצמחים עם מתאם סודיום כמו שהראינו בניסויים קודמים. חיטוי הקרקע היו יעילים ביותר בהדברת ההתמוטטות במילונים בעונת הסתיו. יעילותם של החיטויים היתה מושלמת כאשר הצמחים הושקו במים מותפלים. יעילותם של המים המותפלים בצמצום חומרת המחלה התבטאה בעיקר באביב על רקע סניטציה וקטילת הצמחים באדיגן בתום עונת הסתיו. השקיה במים מותפלים הגדילה את יבול המילונים וגם עגבניות באופן בולט ביותר. בגידול האביב היה היבול של מילונים שגדלו במים מותפלים גדול פי 4 ויותר בהשוואה ליבול במים מליחים. יבול העגבניות במים מותפלים היה גדול פי שניים מהיבול של צמחים שגדלו במים מליחים.

### **4. השפעת סניטציה באמצעות מתאם סודיום על הדברת ההתמוטטות במילונים בגידול אביב**

סניטציה בתום עונת הסתיו כאשר שעור המחלה נמוך גורר שעור מחלה נמוך גם בעונת האביב. בשעורי מחלה נמוכים מ-30% בסתיו, פעולת הסניטציה גוררת שעור מחלה נמוך גם באביב. לעומת זאת סניטציה בשעור מחלה גבוה אינה יעילה, כפי שמשקף בשיעור מחלה גבוה בגידול האביב. בשעורי מחלה נמוכים בסתיו היה פעולת הסניטציה באדיגן יעילה מאד בהפחתת מספר גופי הריבוי של הפטריה שנוצרו בשורשים. בשעורי מחלה גבוהים מ-40% בסתיו פוחתת יעילותו של מתאם סודיום במניעת יצירת גופי הריבוי. קיים קשר ישר ומובהק בין מספר גופי הפרי שנוצרו לבין שעור המחלה בגידול האביב. שעור מחלה גבוה בגידול האביב נגרם גם ממספר קטן של גופי ריבוי ליחידת שורש. לכן, חשוב לבצע את הסניטציה מוקדם ככל האפשר על מנת למנוע את יצירת גופי הריבוי על השורשים בתום העונה. בתנאי מים מותפלים שעור המחלה באביב נמוך יותר וגם יעילות הסניטציה גוברת. בתנאי השקיה במים מותפלים יעילות הסניטציה היא טובה גם כאשר שעור המחלה בסתיו הוא גבוה (עד 60%), שכן התפתחות המחלה בתנאי השקיה במים מותפלים היא נמוכה יותר.

### **5. השפעת חיטוי קרקע על גידול פלפל**

חיטויי הקרקע החלופיים למתיל ברומיד אינם פוגמים בגידול הפלפל או ביבול הפירות. בכל הניסויים שביצענו בשנים האחרות לא נמצאה נוכחות של פתוגן לפלפל שניתן היה לבחון את הדברתו. תוצאות המחקרים מדווחים להלן.

### **מבוא**

בשנה הבאה (2005) יופסק השימוש במתיל ברומיד למטרות חיטוי קרקע, למעט היתר מיוחד לשימושים קריטיים אשר יאושרו בהיקף מצומצם. בעשור האחרון בוצעו מחקרים רבים למציאת אמצעים יעילים

להדברת פגעי קרקע ויישומם המהיר במערכת המשקית המסחרית. במחקרים אלה נבחנו גישות שונות כגון שימוש ביריעות החוסמות את בריחת התכשיר מהקרקע במהלך החיטוי, ומאפשר הדברה יעילה של גורמי מחלות שורש בערבה תוך שימוש במינונים מופחתים. נבחנו תכשירי חיטוי ותיקים כגון (מתאם סודיום) וגם חדשים כגון, טילון-כלורופיקרין (טלופיק, טלודריפ), בזאמיד, שחלקם קיבלו בשנים האחרונות רישוי ליישום מסחרי בגידול ירקות. ברור כי תכשירי החיטוי החלופיים אינם יעילים כמו מתיל ברומיד. תכשירים מסוימים דוגמת מתאם סודיום אינם יעילים די הצורך במינונים המקובלים, ללא שילוב אמצעי נוסף. תכשירי חיטוי אחרים אינם ניתנים ליישום בכל עונות השנה ועלולים לפגוע בגידול. תנועתם המוגבלת יחסית של תכשירים אלה מחייבת יישום טוב יותר לצורך קבלת תוצאות הדברה מספקות. יישום תכשירים כגון אדיגן באמצעות מערכת ההשקיה מחייב שימוש במספר שלוחות טפטוף בכל ערוגה. שילוב תכשירים הוא אמצעי לשיפור יעילותם של תכשירי חיטוי והרחבת טווח הפעולה שלהם כנגד פגעים נוספים. בשנתיים האחרונות שילבנו את התכשיר פורדור 37 שמבוסס על חומר החיטוי פורמלין ומיועד להדברת פגעים בקטריאלים. ביצענו חיטוי משולב של התכשיר בחיטוי סולרי להדברת הפגעים ריקבון הכתר בעגבניות, והתמוטטות במילונים. בנוסף בחנו יישום משולב של התכשירים מתאם סודיום ופורמלין להרחבת טווח ההדברה של פגעי קרקע. יישום שני התכשירים במשולב מאפשר הדברה יעילה גם במינונים מופחתים של התכשירים ככל הנראה בגלל פעילות סינרגיסטית והשפעת גומלין בין שני התכשירים. לשילוב כזה חשיבות באזורים בערבה שבהם משך הזמן לחיטוי סולרי אינו ממושך מספיק (דוגמת גידול מילונים בעין יהב). לשילוב של תכשירי מתאם סודיום ופורמלין יתרון נוסף והוא בהדברת פגעי קרקע בקטריאליים.

חיטוי סולרי יעיל כנגד מגוון פגעי קרקע ומתאים ליישום בערבה רק בחודשי הקיץ שבהם הקרקע אינה מנוצלת לגידולים. עם זאת, חיטוי סולרי אינו מדביר ביעילות מספקת את מחוללי מחלות ההתמוטטות במילונים, ריקבון הכתר בעגבניות, ונמטודות יוצרות עפצים. הגברת עוצמת החימום במהלך חיטוי סולרי עשויה לשפר את יעילות ההדברה של פגעים אלה ולאפשר חיטוי סולרי לבדו ללא צורך בתכשירי חיטוי, או לחילופין שימוש בתכשירים אלה במינון מוקטן מאד. חיפוי כפול במתכונת "קולט שמש", דהיינו חיפוי בריסוס פולימר פלסטי שחור ומעליו יריעת פוליאיתילן שקופה, מגביר את עוצמת חימום הקרקע. בניסויים בחלקות קטנות מצאנו כי החיפוי הכפול תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות יותר ולקטילה טובה יותר של פגעי קרקע שנבחנו. בנוסף פותחה יריעה חדשה לחיטוי סולרי המבוססת על תוספים שמונעים התעבות מים על פני היריעה ומאפשרים מעבר קרינה רב יותר לקרקע. התחממות הקרקע בחיפוי ביריעות כאלה היא מוגברת. בניסויים בחלקות קטנות מצאנו כי התחממות הקרקע באמצעות חיפוי ביריעות החדשות גוברת במספר מעלות. בשנה זו בחנו האם תוספת החימום משפרת את יעילות החיטוי בהשוואה לחיטוי הסולרי המקובל באמצעות יריעת פוליאיתילן בלבד.

איכות המים עשויה להשפיע על התפרצות מחלות. בניסויים שבצענו בשנתיים הקודמת בתחנת זוהר מצאנו כי בחלקות שהושקו במים מליחים התפרצה מחלת ריקבון הכתר בעגבניות מוקדם יותר ובעוצמה חזקה יותר מאשר בחלקות שהושקו במים מותפלים. מקורות מי השקיה בערבה הם רובן ככולן מבארות מקומיות שבהם המים ברמת מליחות שונה. התפרצות החזקה יותר של מחלת ריקבון הכתר בעגבניות שגדלו על מים מליחים מעלות מספר שאלות חשובות

1. האם מליחות המים משפיעה על הגברת רגישות הצמח או אלימות הפטרייה
2. האם תופעה זו ייחודית למחלת ריקבון הכתר בעגבניות או שהיא כוללת תחום רחב יותר של פגעים וגידולים.
3. האם שילוב של חיטוי קרקע והשקיה במים מליחים משפיע על יעילות הדברת הפגעים.

כדי לענות על שאלות אלה הוצבו בקיץ 2002 שני ניסויים להדברת ריקבון הכתר בעגבניות ומחלת ההתמוטטות במילונים תוך השוואת הגידול בהשקיה במים מליחים לעומת השקיה במים מותפלים.

## ניסויים ותוצאות

### 1. שילוב תכשירי פורדור ומתאם סודיום וחיטוי סולרי

פורדור 37 תכשיר בתוארית נוזלית מכיל 37% פורמאלדהיד במים (פורמלין). בשנים האחרונות מיושם פורדור 37 להדברת פגעי קרקע בקטריאלים בתפוא"ד, אגא"ד בשדה הפתוח ובעגבניות בבתי צמיחה. בשנת 2001 ביצענו חיטוי בתכשיר פורדור 37 שמבוסס על חומר החיטוי פורמלין. החיטוי בוצע בשילוב חיטוי סולרי והדברת הפגעים שנבחנו היתה טובה. בניסויים בגידול תפוחי אדמה מצאנו כי יישום משולב של אדיגן ופורדור משפר את הדברתם של פגעים ומרחיב את טווח הפגעים המודברים. יישום שני התכשירים במשולב מאפשר הדברה יעילה גם במינונים מופחתים של התכשירים ככל הנראה בגלל פעילות סינרגיסטית בין שני התכשירים. לשילוב כזה חשיבות באזורים בערבה שבהם משך הזמן לחיטוי סולרי אינו ממושך מספיק (דוגמת גידול מילונים בעין יהב). במסגרת זו בוצעו שלושה ניסויים שבהם בחנו מינונים שונים של פורדור ואדיגן בנפרד ובמשולב ויעילותם בהדברת התמוטטות במילונים וריקבון הכתר בעגבניות.

### הדברת ריקבון הכתר בעגבניות

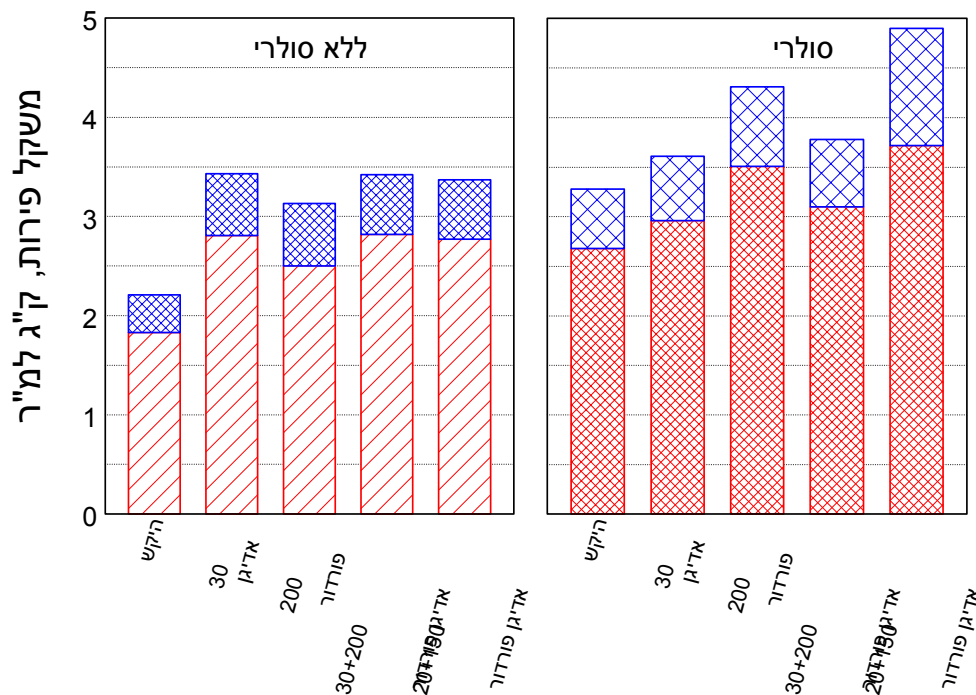
מטרת הניסוי לבחון את יעילותו של השילוב פורמלין-מתאם סודיום במינונים מומלצים ליישום מסחרי. בנוסף לבחון את יעילות השילוב כאשר התכשירים מיושמים במינון מופחת ובשילוב חיטוי סולרי. נבחנו הטיפולים הבאים

1. היקש
2. סולרי
3. פורדור 37 במינון 200 ל"ד.
4. אדיגן במינון 30 ל"ד.
5. פורדור 37 במינון 200 ל"ד, בשילוב חיטוי סולרי
6. אדיגן במינון 30 ל"ד, ובשילוב חיטוי סולרי
7. אדיגן במינון 30 ל"ד בשילוב פורדור במינון 200 ל"ד.
8. אדיגן במינון 30 ל"ד בשילוב פורדור במינון 200 ל"ד וחיטוי סולרי.
9. אדיגן במינון 20 ל"ד בשילוב פורדור במינון 150 ל"ד.
10. אדיגן במינון 20 ל"ד בשילוב פורדור במינון 150 ל"ד וחיטוי סולרי.

הניסוי בוצעו בחמש חזרות, כל חזרה באורך 10 מטר וברוחב שתי ערוגות. כל טיפולי החיטוי בוצעו תחת יריעת פוליאאתילן שקופה (בעובי 35 מיקרון). לפני ביצוע החיטויים הוטמנו בקרקע שקיות רשת ובהם גופי ריבוי של פטריות מבחן. טיפולי החיטוי הכוללים חיטוי סולרי בוצעו בתחילת חודש אוגוסט והושארו למשך חודש. יישום התכשירים בוצע שבועיים לאחר תחילת החיטוי הסולרי. יישום התכשירים ללא שילוב חיטוי סולרי בוצע בחודש ספטמבר, שבועיים לפני שתילת הצמחים. יישום התכשירים בוצע באמצעות מערכת טפטוף (שתי שלוחות לערוגה). בטיפולים בהם בוצע חיטוי משולב הוזרמו התכשירים בו זמנית ממכלים נפרדים למערכת הטפטוף בחלקות. בתום החיטוי נשלפו שקיות הרשת ונבחנה חיוניות גופי הריבוי לצורך בדיקת יעילות ההדברה בטיפולים השונים.

כל טיפולי החיטוי למעט חיטוי סולרי ופורדור 200 ללא סולרי היו יעילים מאד בקטילת גופי הריבוי של פוזריום בשקיות הרשת לעומק 20 ס"מ (איור 1). הטיפולים המשולבים אדיגן ופורדור והטיפולים שכללו חיטוי סולרי קטלו ביעילות את גופי הריבוי גם לעומק 40 ס"מ.

שתיילי עגבניות מזן 906 נשתלו ב-20 בספטמבר 2003. מחלת ריקבון הכתר לא התבטאה בזן זה כפי שהתבטאה בשנים קודמות בחלקה בזן 5656. אף שזן זה אינו מוגדר כעמיד למחלת ריקבון הכתר, לא נראה כי רגישותו רבה. בתום עונת הגידול נעקרו הצמחים לבחינת סימנים בשורשים ובבסיס הגבעול. גם במבחן זה לא נתקבלו תוצאות אשר עשויות להבהיר השפעה של טיפולים בהדברת ריקבון הכתר. יבול הפירות בחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי בשילוב פורדור או שילוב אדיגן ופורדור היה הרב ביותר (איור 1). היבול בחלקות ההיקש היה נמוך ביותר.



**איור מס' 1.** השפעת חיטוי קרקע בתכשירי פורדור ואדיגן בנפרד ובמשולב וכן בשילוב חיטוי סולרי על יבול עגבניות.

### הדברת התמוטטות במילונים על ידי שילוב תכשירי פורמלין ומתאם סודיום

מטרת הניסוי היתה לבחון את יעילותו של פורדור במינון 400 ליטר לדונם לבדו, וכן את יעילותם של השילובים עם מתאם סודיום במינון מופחת וכן בשילוב חיטוי סולרי. לצורך כך נבחרו מראש מינוני אדיגן מוקטנים (20 לוד שהם מינונים תת אופטימליים להדברת הפטריה *monosporascus cannonballus* שגורמת למחלת ההתמוטטות במילונים.

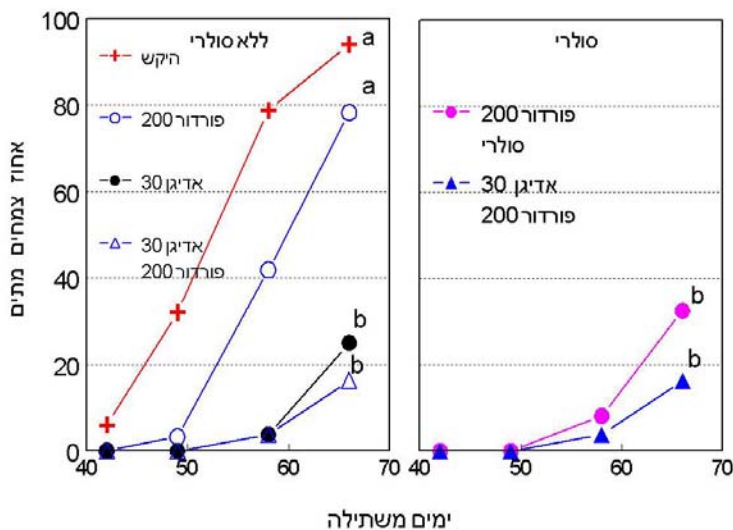
נבחנו הטיפולים הבאים:

1. היקש ללא חיטוי.
2. פורדור 37 במינון 200 לוד.
3. פורדור 37 במינון 200 לודו, בשילוב חיטוי סולרי.

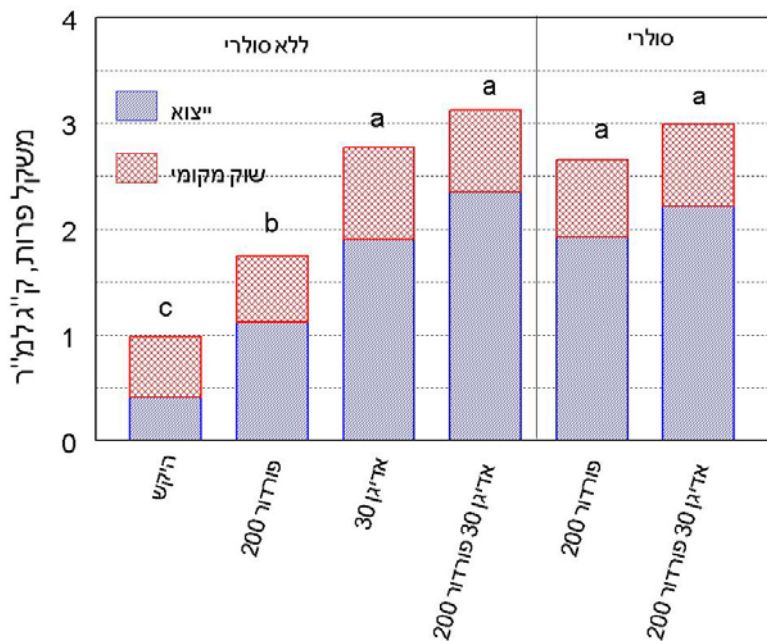
4. אדיגן במינון 30 לוד.
5. אדיגן במינון 30 לוד בשילוב פורדור במינון 200 לוד.
6. אדיגן במינון 30 לוד בשילוב פורדור במינון 200 לוד וחיטוי סולרי.

הניסוי בוצעו בשש חזרות, כל חזרה באורך 10 מטר וברוחב שתי ערוגות. כל טיפולי החיטוי בוצעו תחת יריעת פוליאאתילן שקופה. טיפולי החיטוי הכוללים חיטוי סולרי בוצעו בתחילת חודש אוגוסט. יישום התכשירים בוצע שבועיים לאחר תחילת החיטוי הסולרי. יישום התכשירים ללא שילוב חיטוי סולרי בוצע בחודש ספטמבר, שבועיים לפני שתילת הצמחים. יישום התכשירים בוצע באמצעות מערכת טפטוף (שתי שלוחות לערוגה). בטיפולים בהם בוצע חיטוי משולב הוזרמו התכשירים בו זמנית ממכלים נפרדים למערכת הטפטוף בחלקות.

התמוטטות בחלקות ההיקש החלה 45 ימים לאחר השתילה והגיעה לשיעור מרבי שבועיים לאחר מכן. חיטוי בתכשירי פורדור 200 במינון 200 לוד בשילוב חיטוי סולרי היה יעיל בהדברת ההתמוטטות. שילוב פורדור במינון מופחת (200 לוד) ואדיגן (20 לוד) הדביר את ההתמוטטות ביעילות רבה ללא שילוב חיטוי סולרי וגם בשילוב חיטוי סולרי (איור 2). פורדור במינון 200 לוד לא היה יעיל בהדברת ההתמוטטות יבול הפירות היה נמוך בחלקות ההיקש ובחלקות שחוטאו בפורדור ללא חיטוי סולרי באופן מובהק בהשוואה לחלקות שחוטאו בשילוב סולרי או בשילוב אדיגן פורדור (איור 3).



**איור מס' 2.** השפעת חיטוי קרקע בתכשירי פורדור 37 בשילוב חיטוי סולרי או בשילוב אדיגן על הדברת מחלת ההתמוטטות במילונים. מינוני התכשירים בליטר/דונם. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין כל הטיפולים



**איור מס' 3.** השפעת חיטוי קרקע בתכשירי פורדור 37 בשילוב חיטוי סולרי או בשילוב אדיגן על יבול מילונים. מינוני התכשירים בליטר/דונם. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין כל הטיפולים

## 2. שיפור יעילותו של החיטוי הסולרי

גורמי מחלת ריקבון הכתר בעגבניות וההתמוטטות במילונים עמידים יחסית לחום ולכן חיטוי סולרי אינו יעיל לבדו בהדברתם. ביצענו ניסויים במטרה לשפר את עוצמת חימום הקרקע ולבחון את שיפור יעילות החיטוי הסולרי בהדברת פגעי הקרקע. טיפולי החיפוי כללו:

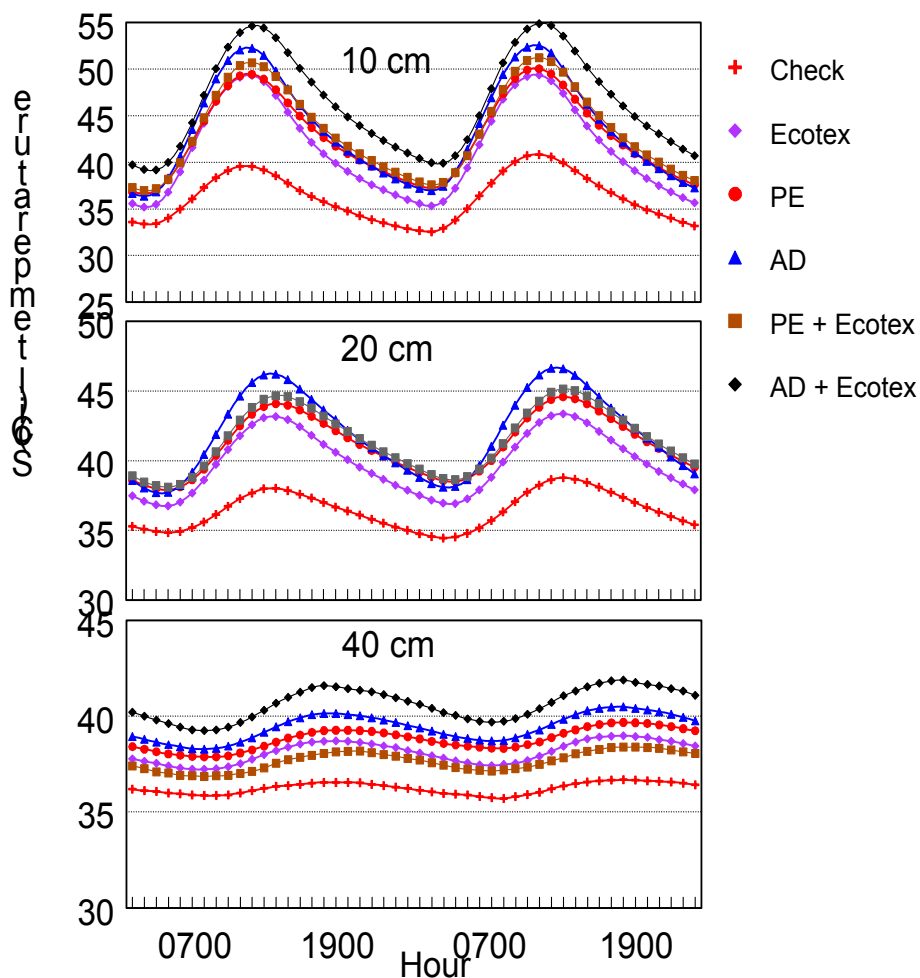
### הדברת ריקבון הכתר בעגבניות

**נבחנו הטיפולים הבאים:**

1. היקש- ללא חיטוי סולרי.
2. בזאמיד במינון 15 גר/מ"ר.
3. חיטוי סולרי באמצעות ריסוס פולימר פלסטי "אקוטקס" שחור.
4. חיטוי סולרי רגיל- חיפוי ביריעת פוליאתיילן שקופה בעובי 30  $\mu\text{m}$  (LDPE)
5. חיטוי סולרי משופר - חיפוי ביריעת פוליאתיילן המכילה תוסף המונע התעבות טיפות מים על צידה הפנימי (שפונה לקרקע) של היריעה AD
6. חיטוי סולרי בחיפוי כפול- ריסוס פולימר פלסטי "אקוטקס" ומעליו יריעת פוליאתיילן רגילה (Ecotex+PE)
7. חיטוי סולרי בחיפוי כפול- ריסוס פולימר פלסטי "אקוטקס" ומעליו יריעת AD שקופה (Ecotex+AD)
8. חיטוי סולרי בחיפוי אקוטקס ושילוב בזאמיד 15 גר/מ"ר
9. חיטוי סולרי בחיפוי יריעת PE ושילוב בזאמיד 15 גר/מ"ר
10. חיטוי סולרי בחיפוי יריעת AD ושילוב בזאמיד 15 גר/מ"ר

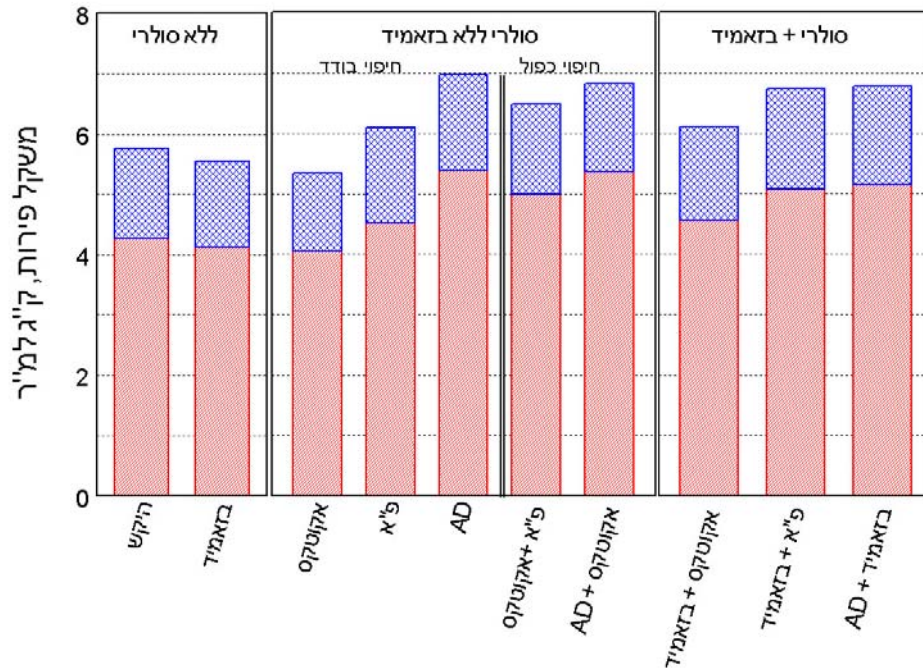
הניסוי בוצעו בחמש חזרות, כל חזרה באורך 10 מטר וברוחב ערוגה. כל טיפולי החיטוי בוצעו בתאריך 5 אוגוסט. פולימר פלסטי אקוטקס (אקוטקס בע"מ ניר-עוז) רוסס באמצעות מרסס יעודי במינון 100 סמ"ק למ"ר. לאחר ריסוס הפולימר נפרשו על גבי הערוגות המיועדות יריעת פלסטיק שקופה. כל הטיפולים בוצעו בחיפוי בפסים על פני כל ערוגה בנפרד באמצעות פורשת בריתום לטרקטור. טמפרטורות הקרקע במהלך החיטוי מוצגות באיור 4.

חיפוי הקרקע בחיפוי כפול AD ואקוטקס הגביר את חימום הקרקע עד לעומק 40 ס"מ. תוספת החימום בחיפוי הכפול היא בשעור 4 ו-8 מ"צ בהשוואה לחיפוי ביריעות פוליאתיילן (איור 4). חיפוי הקרקע באקוטקס לבדו היה נחות מיריעות הפלסטיק בחימום הקרקע. החיפוי הכפול וכן החיפוי ביריעות מונעות התעבות חימום את הקרקע בעומק 40 ס"מ לטמפרטורות גבוהות מ-40 מ"צ. שתילי עגבניות מזן 906 נשתלו ב-20 בספטמבר. מחלת ריקבון הכתר לא התבטאה בזן זה כפי שהתבטאה בשנים קודמות בחלקה. אף שזן זה אינו מוגדר עמיד למחלת ריקבון הכתר, לא נראה כי רגישותו רבה. בתום עונת הגידול נעקרו הצמחים לבחינת סימנים בשורשים ובבסיס הגבעול. גם במבחן זה לא נתקבלו תוצאות אשר עשויות להבהיר השפעה של טיפולים בהדברת ריקבון הכתר. יכול העגבניות היה ביחס ישר לעוצמת החימום (איור 5). לבזאמיד לא היתה תרומה להגדלת היבול.



**איור מס' 4.** השתנות טמפרטורות הקרקע במהלך חיטוי סולרי ביריעת פוליאתיילן שקוף (PE), יריעת פוליאתיילן בתוספת חומר למניעת התעבות מים (AD), ריסוס פולימר שחור (Ecotex), או חיפוי כפול – ריסוס פולימר וחיפוי ביריעה שקופה מעליו.





**איור מס' 5.** השפעת חיטוי קרקע סולרי בעוצמות שונות באמצעות חיפוי ביריעות פלסטיק משופרות או חיפוי כפול, על יבול עגבניות.

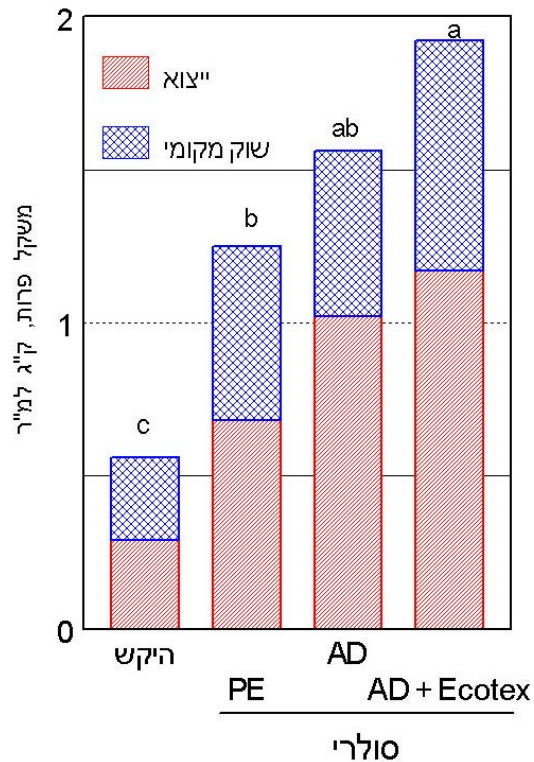
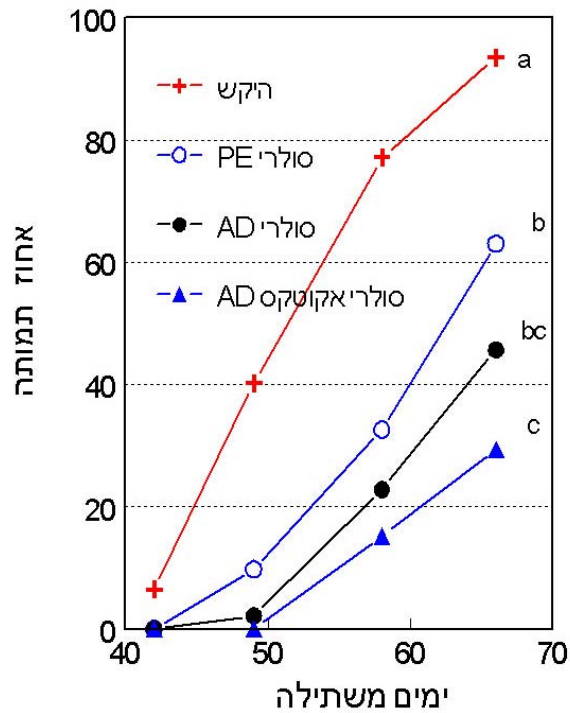
#### הדברת התמוטטות במלונים

ביצענו שני ניסויים בסתיו 2003, בניסוי הראשון בחנו חיטויי קרקע סולריים בלבד, ובניסוי השני, שילוב חיטויים סולריים עם התכשיר בזאמיד במינון מופחת של 15 גר/מ"ר (המינון המלא והמומלץ הוא 45 גר/מ"ר). הניסויים כללו את הטיפולים הבאים:

#### ניסוי 1. חיטוי סולרי משופר בלבד

נבחנו הטיפולים הבאים:

1. היקש- קרקע חשופה
2. חיטוי סולרי רגיל- חיפוי ביריעת פוליאאתילן שקופה בעובי 30  $\mu\text{m}$  (LDPE)
3. חיטוי סולרי משופר- חיפוי ביריעת פוליאאתילן המכילה תוסף המונע התעבות טיפות מים על צידה הפנימי (שפונה לקרקע) של היריעה AD
4. חיטוי סולרי בחיפוי משולב- ריסוס פולימר פלסטי "אקוטקס" ומעליו יריעת AD שקופה (Ecotex+AD)



**איור מס' 6:** השפעת חיטוי סולרי בחיפויי קרקע שונים על הדברת מחלת ההתמוטטות ועל יבול המלונים. איור שמאלי - עקום התפתחות מחלת ההתמוטטות במלונים, איור ימני - השפעת החיטוי על יבול הפירות. PE - יריעת פוליאטילן בעובי  $30 \mu\text{m}$  AD - יריעת פוליאטילן המכילה תוסף המונע התעבות טיפות מים. אותיות שונות מתארות הבדל מובהק ( $P \leq 0.05$ ).

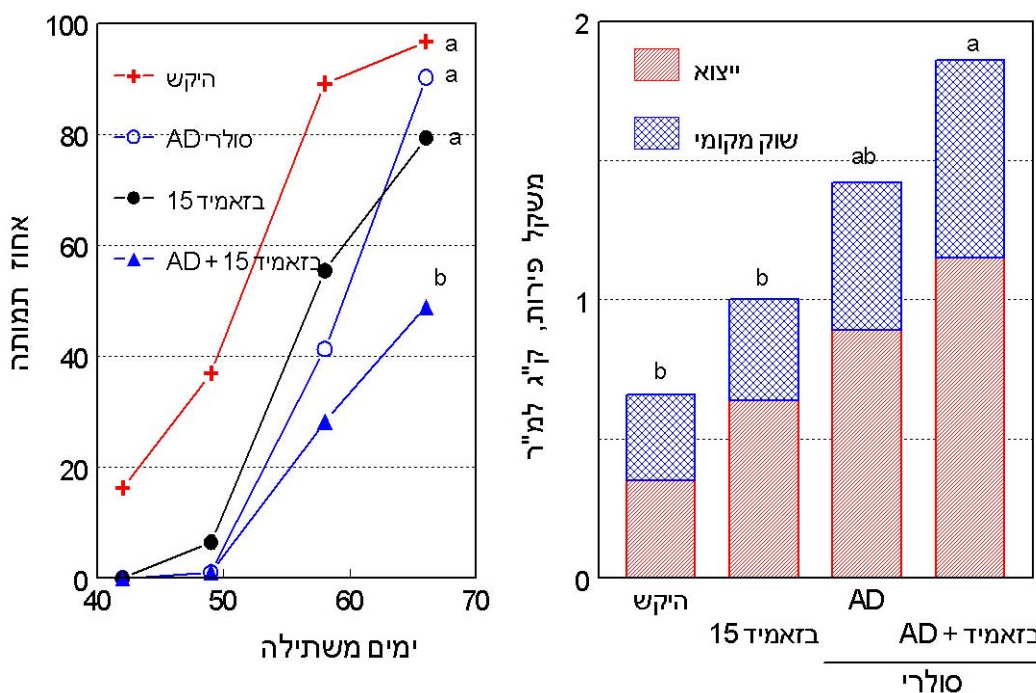
בחלקות ההיקש, המחלה הופיעה לראשונה לאחר 42 ימי גידול. שיעור ההתמוטטות בחלקות אלה לאחר 25 ימים נוספים היה יותר מ-90% (איור 6). שיעור המחלה פחת עם עליית עוצמת החיטוי הסולרי. כך, קצב התפתחות המחלה והשטח מתחת לעקומה נמצא קטן ביותר בחלקות שחוטאו בשילוב סולרי בתוספת יריעת AD. בחיטוי הסטנדרטי והמקובל עם יריעת פ"א רגילה, היה שיעור הצמחים המתמוטטים בסיום הגידול כ-60% לעומת ו-45% בטיפולים AD, ו-אקוטקס+AD בהתאמה. צבירת יבול המלונים נמצא אף הוא במתאם לעוצמת החימום, ככל שעוצמת החימום עלתה גדל גם יבול הפירות (איור 7). סך היבול, בחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי רגיל ביריעות פ"א רגיל היה היבול דומה לזה שבחלקות הביקורת.

## ניסוי 2. שילוב חיטוי סולרי משופר במינון מופחת של בזאמיד

נבחנו הטיפולים הבאים:

1. היקש- קרקע חשופה
2. Basamid 15 גר"/מ"ר - Bas 15
3. חיטוי סולרי משופר- חיפוי ביריעת פוליאטילן המכילה תוסף המונע התעבות טיפות מים על צידה הפנימי (שפונה לקרקע) של היריעה AD
4. AD+Bas 15 - חיפוי משולב של בזאמיד 15 גר"/מ"ר ויריעת פוליאטילן המכילה תוסף המונע התעבות טיפות מים

טיפול החיטוי בזאמיד לבד, או חיטוי סולרי לבדו לא היו יעילים בהדברת התמוטטות. שיעור הצמחים שהתמוטטו היה דומה בטיפולים אלה לזה שבחלקות הביקורת. בטיפול המשולב – סולרי ובזאמיד במינון 15 גר' למ"ר היה שיעור הצמחים המתמוטטים קטן יותר באופן מובהק. החיטוי המשולב יריעת AD עם Basamid 15 גר' למ"ר נמצא זהה בתוצאותיו לחיפוי המשלב אקוטקס+AD (ניסוי מס' 1, איור 7), אף שלא ניתן להשוותם סטטיסטית מכיוון שאלה ניסויים שונים.



**איור מס' 7:** השפעת חיטוי סולרי + מינון מופחת של התכשיר Basamid על הדברת מחלת ההתמוטטות במלונים. **איור שמאלי-** עקום התפתחות מחלת ההתמוטטות במלונים שנגרמת ע"י *Monosporascus cannonballus*. **איור ימני** – השפעת החיטוי על יבול הפירות. PE- יריעת פוליאטילן בעובי  $30 \mu m$ . AD - יריעת פוליאטילן המכילה תוסף המונע התעבות טיפות מים. אותיות שונות מתארות הבדל מובהק ( $P \leq 0.05$ ).

יבול המלונים הגבוה ביותר התקבל בחיטוי המשלב Basamid+AD 2.1 טון לדונם, משקל זה גבוה יותר במובהק ממשקל הפירות בחלקות ההיקש או בחלקות שחוטאו בבזאמיד בלבד. המשקל היה גבוה גם מהטיפול AD אך לא מובהק ממנו.

### 3. השפעת מליחות מי ההשקיה חיטוי קרקע על הדברת מחלות שורש

מליחות מי ההשקיה עשויה להשפיע על התפרצות מחלות. בניסוי שבצענו בשנתיים הקודמות מצאנו כי בחלקות המושקות במים מליחים מחלת ריקבון הכתר בעגבניות וגם מחלת ההתמוטטות במלונים התבטאה מוקדם ואף התעצמה בהשקיה במים מליחים. בנוסף, בחלקות המושקות במים מליחים אחוז הצמחים הנגועים בסוף הניסוי היה גבוה מאשר חלקות המושקות במים מתוקים. באזור הערבה מרבית ההשקיה היא מבארות מקומיות שבהם המים ברמת מליחות שונה. לכן הצבנו ניסויים בעגבניות ובמלונים במטרה לבחון את יעילותם של חיטויי קרקע על רקע איכות מי ההשקיה.

## הדברת ריקבון הכתר בעגבניות

הניסוי הוצב בתחנת זוהר בחלקת עגבניות מאולחת. בשנים שקדמו לניסוי גודלו עגבניות בחלקה ונרשמה נגיעות רבה במחלת ריקבון הכתר.

נבחנו טיפולים החיטוי הבאים:

1. היקש – ללא חיטוי.
2. חיטוי סולרי.
3. בזאמיד במינון 45 גר' למ"ר בשילוב חיטוי סולרי.
4. אדיגן במינון 30 סמ"ק למ"ר בשילוב חיטוי סולרי.
5. חיטוי במתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר

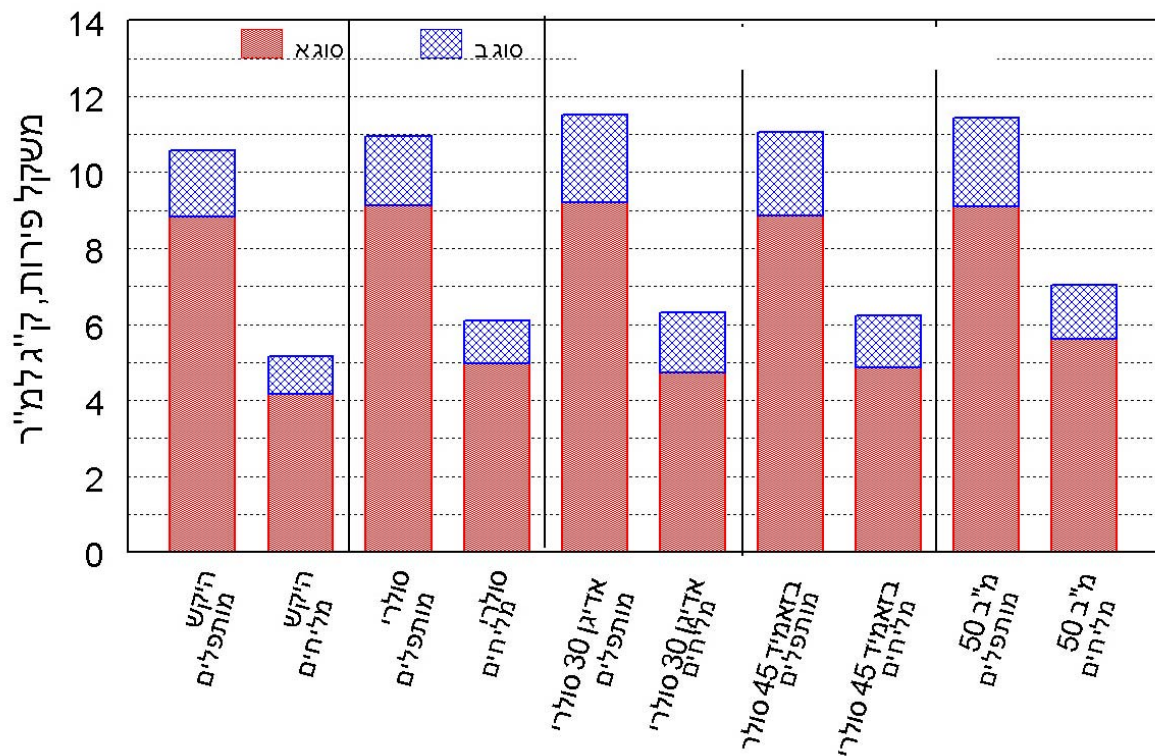
כל טיפול נבחן בשני משטרי השקיה:

השקיה במים מליחים מקומיים ( $EC=2.3$ )

השקיה במים מותפלים ( $EC=0.9$ )

הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי ב-5 חזרות. כל בלוק כלל שתי ערוגות, כשכל ערוגה מושקית בנפרד במשטר השקיה שונה (מים מותפלים או מים מליחים). טיפולי החיטוי בוצעו בחלקות באורך 10 מטר ולרוחב שתי הערוגות של משטרי ההשקיה השונים. חיטוי הקרקע שמשלבים חיטוי סולרי בוצעו בתחילת חודש אוגוסט. כל טיפולי החיטוי בוצעו תחת יריעת פוליאאתילן שקופה. בזאמיד פוזר על פני הקרקע באמצעות מכונת פיזור ייעודית ולאחר מכן הוצנע בתיחוח. יישום אדיגן בוצע באמצעות מערכת טפטוף (שתי שלוחות לערוגה). יישום מתיל ברומיד בוצע בשיטת הגז החם. חלקות היקש הושארו ללא חיטוי שתילי עגבניה מזן 906 נשתלו בחלקה במחצית השנייה של חודש ספטמבר. התפתחות הצמחים בחלקות שהושקו במים מותפלים היתה נמרצת יותר והתבטאה בצימוח נוף רב יותר, עלים רחבים יותר וגבעולים גמישים. בצמחים שגדלו במים מליחים נראתה לקראת תחילת הקטיף שבירה רבה של גבעולים בגלל עומס פרי. בחלקות שהושקו במים מתוקים לא נראתה תופעה כזו כלל, למרות שמשקל הפרות על גבי הצמחים שהושקו במים מותפלים היה רב יותר.

שתילי עגבניות מזן 906 נשתלו ב-20 בספטמבר. מחלת ריקבון הכתר לא התבטאה בזן זה כפי שהתבטאה בשנים קודמות בחלקה. אף שזן זה אינו מוגדר עמיד למחלת ריקבון הכתר, לא נראה כי רגישותו רבה. בתום עונת הגידול נעקרו הצמחים לבחינת סימנים בשורשים ובבסיס הגבעול. גם במבחן זה לא נתקבלו תוצאות אשר עשויות להבהיר השפעה של טיפולים בהדברת ריקבון הכתר. יבול העגבניות היה גבוה פי 2 ויותר בחלקות שהושקו במים מותפלים בהשוואה לחלקות שהושקו במים מליחים (איור 8). לחיטויי הקרקע לא היתה השפעה על היבול בחלקות שהושקו במים מותפלים. לעומת זאת בחלקות שהושקו במים מליחים הגדילו חיטוי הקרקע את היבול בשעור 12-35%. התרומה המרבית ליבול בחלקות שהושקו במים מליחים היתה לחיטוי במתיל ברומיד (איור 8).



**איור מס' 8.** השפעת חיטוי קרקע והשקיה במים מליחים על יבול פרות עגבניה כתוצאה ממחלת ריקבון הכתר. החלקות הושקו במים מותפלים, או מים מליחים.

#### הדברת מחלת ההתמוטטות במילונים

##### מחזור סתיו

בדומה לניסויים שבוצעו בעגבניות רצינו לבחון האם תגובת צמחי מילון להתמוטטות תלויה גם היא במליחות מי ההשקיה. לצורך כך הוצב ניסוי שנמשך על פני שתי עונות גידול, עונת סתיו ועונת אביב.

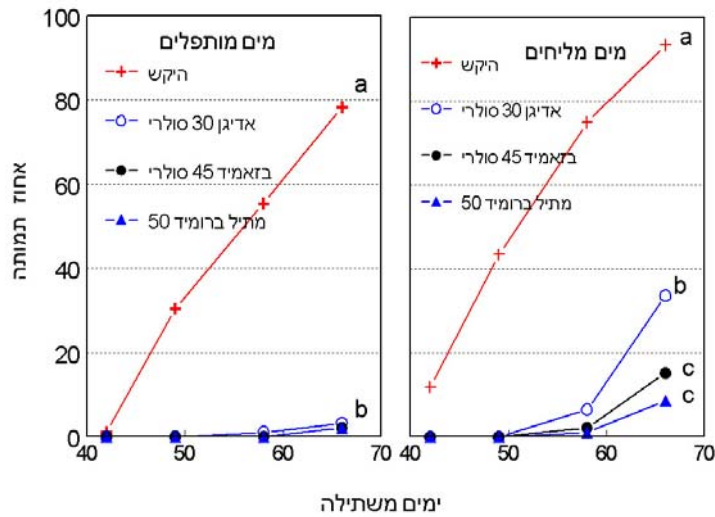
##### נבחנו טיפולי החיטוי הבאים:

1. היקש – ללא חיטוי.
2. חיטוי קרקע סולרי + בזמיד במינון 45 ק"ג/דונם.
3. חיטוי קרקע סולרי + אדין במינון 30 ליטר/דונם
4. מתיל ברומיד במינון 50 ק"ג לדונם

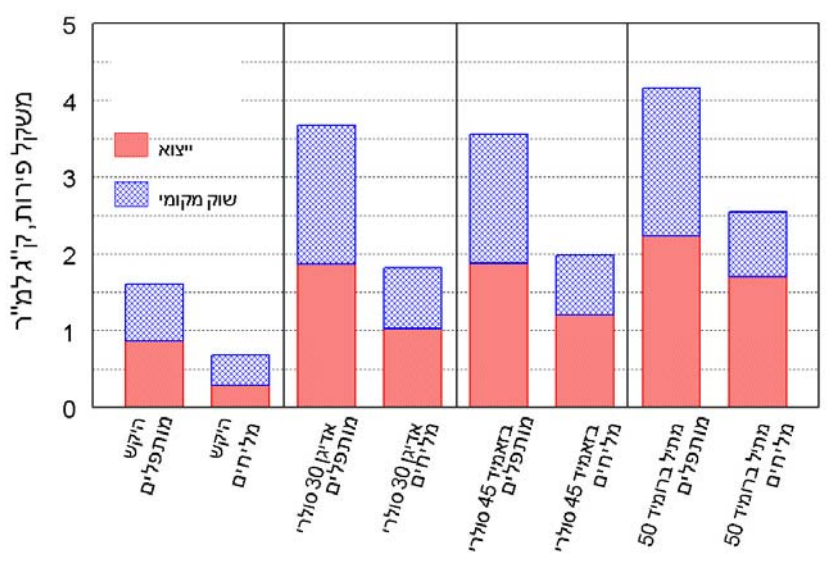
##### כל טיפול נבחן בשני משטרי השקיה:

השקיה במים מליחים מקומיים (EC=2.3)  
השקיה במים מותפלים (EC=0.9)

הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי ב-6 חזרות. כל בלוק כלל שתי ערוגות, שכל ערוגה מושקית בנפרד במשטר השקיה שונה כפי שמפורט לעיל. טיפולי החיטוי בוצעו בחלקות באורך 10 מטר ולרוחב שתי הערוגות של משטרי ההשקיה השונים. חיטוי הקרקע בוצעו בתחילת חודש אוגוסט. טיפולי החיטוי בוצעו תחת יריעת פוליאאתילן שקופה. בזאמיד פוזר על פני הקרקע באמצעות מכונת פיזור ייעודית ולאחר מכן הוצנעו בתיחוח. חלקות היקש הושארו ללא חיטוי.



**איור 9.** השפעת חיטוי קרקע והשקיה במים מליחים על התמוטטות שיחי מילון בעונת הסתיו בתחנת הניסויים זוהר. החלקות הושקו במים מותפלים, או מים מליחים. ניתוח סטטיסטי של הנתונים מובא בטבלה 1 להלן.



**איור 10.** השפעת חיטוי קרקע והשקיה במים מליחים על יבול מילון בעונת הסתיו בתחנת הניסויים זוהר. החלקות הושקו במים מותפלים, או מים מליחים. ניתוח סטטיסטי של הנתונים מובא בטבלה 1 להלן.

**טבלה מס' 2. השפעת חיטוי קרקע והשקיה במים מליחים על תמותת צמחי מילון ויבול פרות. סיכום וניתוח סטטיסטי.**

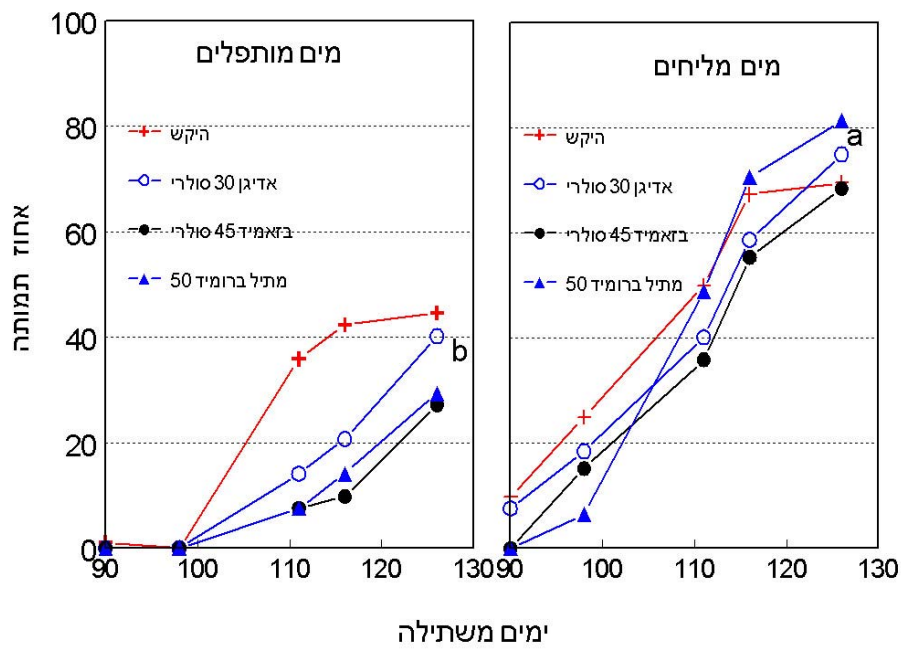
ממוצע	מתיל ברומיד	בזאמיד סולרי	אדיגן סולרי	היקש	
<b>AUDPC</b>					
b267	8.54	8.69	22.2	1031	מים מותפלים
a428	44	79	190	1401	מים מליחים
	b26	b44	b106	a1216	ממוצע
<b>יבול ק"ג למ"ר</b>					
a3.25	4.16	3.56	3.67	1.61	מים מותפלים
b1.76	2.56	1.98	1.82	0.68	מים מליחים
	3.36 a	a2.77	a2.74	b1.15	ממוצע

<sup>1</sup>AUDPC – שטח מתחת לעקום התפתחות המחלה  
<sup>2</sup>ניתוח שונות בוצע לשתי ההשפעות העיקריות (חיטוי קרקע בקיץ, או משטר ההשקיה) לאחר שנמצא כי אין השפעות גומלין בין הטיפולים, לכן בוצע ניתוח להשפעות העיקריות. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין ההשפעות העיקריות ( $P=0.05$ ).

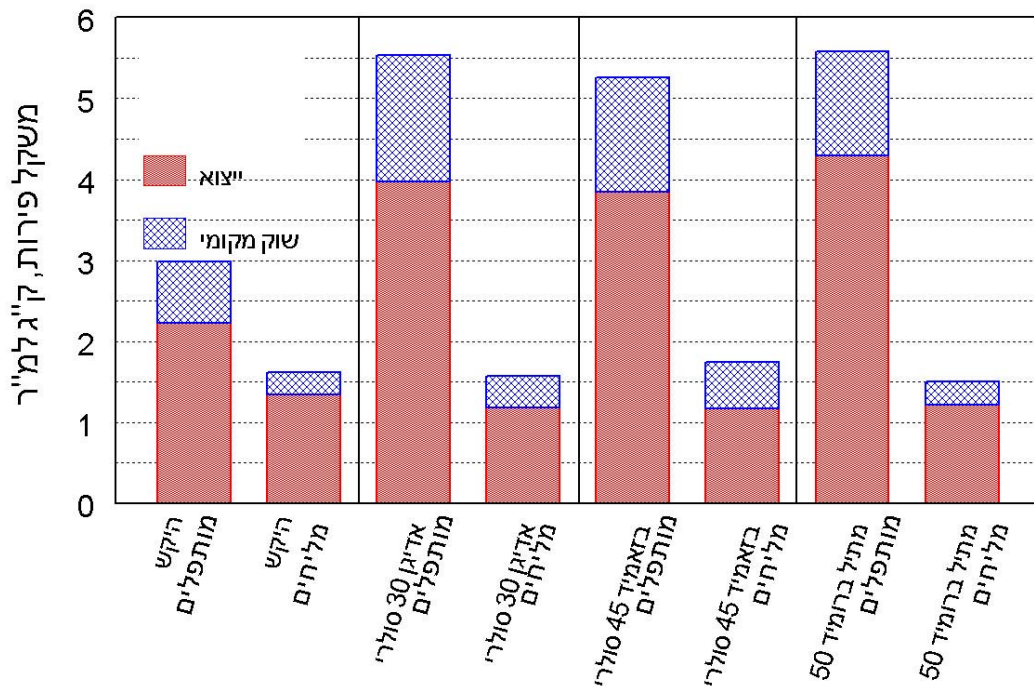
שתילי מילון מזן ערבה נשתלו בחלקה במחצית השנייה של חודש ספטמבר. התפתחות הצמחים בחלקות שהושקו במים מותפלים היתה נמרצת יותר והתבטאה בצימוח נוף רב יותר, עלים רחבים ובהירים יותר. התמוטטות צמחים נרשמה 50 ימים לאחר השתילה. בחלקות ההיקש שהושקו במים מליחים היה שיעור ההתמוטטות רב יותר, מאשר בחלקות ההיקש שהושקו במים מותפלים (איור 11). כל טפולי החיטוי היה יעילים במניעת ההתמוטטות בשני סוגי מי ההשקיה ללא הבדל מובהק ביניהם. יבול המילונים היה גבוה בחלקות המחוטאות בהשוואה לחלקות ההיקש. היבול בחלקות שהושקו במים המותפלים היה גדול פי שניים בהשוואה ליבול בחלקות שהושקו במים מליחים. פרוט הניתוח הסטטיסטי מובא בטבלה מס' 1)

**מחזור אביב**

בתום עונת הסתיו הוזרם בחלקה מתאם סודיום במינון 15 ליטר לדונם לצורך קטילת השורשים והפטריה הפעילה שעליהם. לאחר מכן נעקרו השיחים ובתחילת חודש ינואר נשתל מחזור נוסף של מילונים ללא ביצוע חיטוי קרקע נוסף. שתילת הצמחים נעשתה על רקע חיטוי הקרקע שבוצע לפני עונת הסתיו. מבנה הניסוי, חלוקת הבלוקים ותכנון משטרי ההשקיה היו באותם חלקות כפי שבוצע בגידול הסתיו. הגידול האביבי בוצע בהדליה. גם בגידול האביבי היתה התפתחות הצמחים בחלקות שהושקו במים מותפלים נמרצת יותר והתבטאה בצימוח נוף רב יותר, עלים רחבים ובהירים יותר. התמוטטות צמחים בחלקות שהושקו במים מליחים החלה לאחר 90 ימים משתילה, לעומת 100 ימים בחלקות שהושקו במים מותפלים. בחלקות שהושקו במים מליחים היה שיעור ההתמוטטות רב יותר, מאשר בחלקות ההיקש שהושקו במים מותפלים (איור 11). לחיטויי הקרקע שבוצעו לפני הגידול הסתיו לא היתה השפעה על שיעור התמוטטות. יבול הפירות היה רב יותר בצורה משמעותית בחלקות שהושקו במים מותפלים (איור 12). גידול מילונים במים מותפלים העלה את היבול הכללי ב-357% בהשוואה לגידול במים מליחים. גידול במים מותפלים העלה את היבול ליצוא בשעור דומה בהשוואה לגידול במים מליחים. חיטוי הקרקע שבוצע לפני עונת הסתיו תרם להעלאת היבול בשיעור 180% בהשוואה לחלקות ללא חיטוי באותם מי השקיה.



**איור 11.** השפעת חיטוי קרקע בעונת הסתיו, והשקיה במים מליחים על התמוטטות שיחי מילונים במחזור גידול שני באביב. החלקות הושקו במים מותפלים, או מים מליחים.



**איור 12.** השפעת חיטוי קרקע בעונת הסתיו, והשקיה במים מליחים על על יבול מילונים במחזור גידול שני באביב. החלקות הושקו במים מותפלים, או מים מליחים.



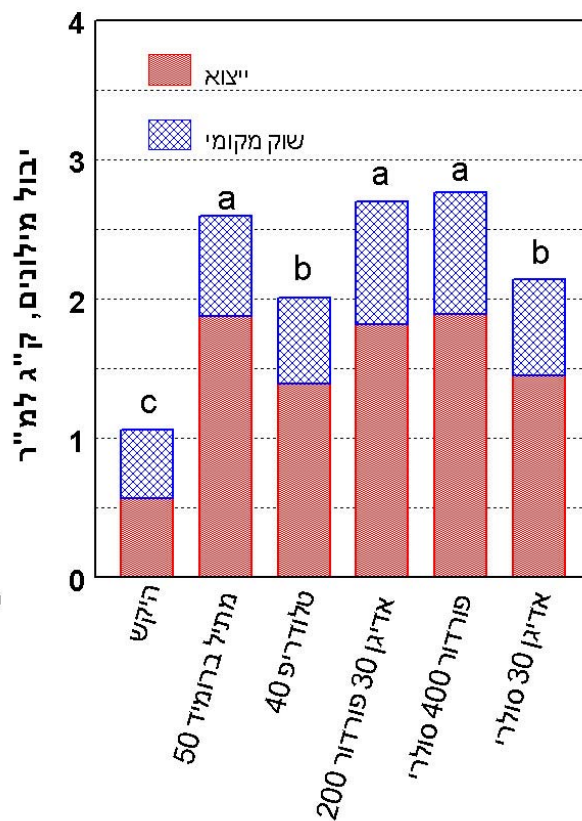
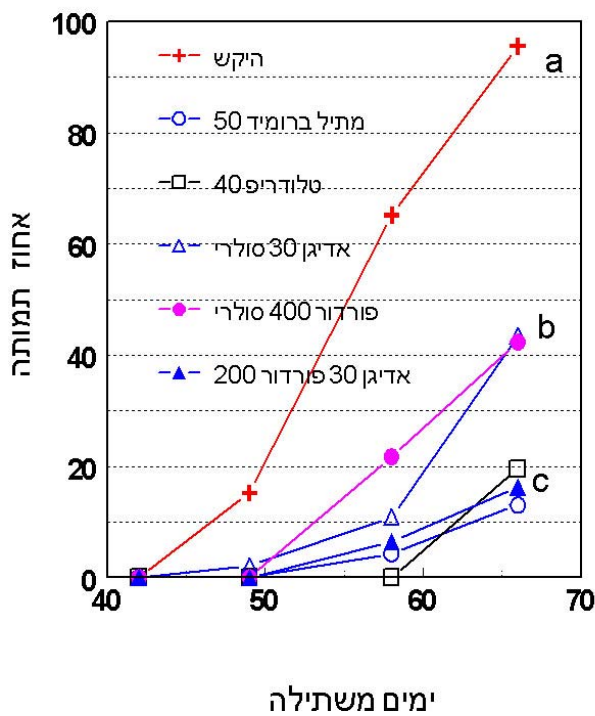
#### 4. השפעת חיטויי קרקע שונים וסניטציה וקטילת צמחי מילון ושורשיהם באמצעות מתאם סודיום בתום עונת הסתיו על התפתחות הצמחים והדברת ההתמוטטות בגידול אביב

##### א. השפעת חיטויי קרקע בסתיו ויישום אדיגן בתום הגידול על התפתחות צמחים באביב

מחלת ההתמוטטות במילונים נגרמת על ידי הפטריה *Monosporascus cannonballus* שתוקפת את השורשים וגורמת לריקבונם ולתמותת הצמחים לקראת קטיף היבול. על השורשים הנגועים יוצרת הפטריה בסוף העונה גופי פרי (פריטציה) ובתוכה נבגים מיניים (אסקוספורות) המשמשים להשתמרות הפטריה לקראת העונות הבאות. בקרקעות מאולחות בפטרייה (קרקעות הערבה) גופי פרי אלה נוצרים גם על שורשים שנראים לכאורה בריאים בקרקע לאחר חיטוי, שכן חיטוי קרקע אינו מכחיד את הפטריה בקרקעות מאולחות, אלא מפחית את האוכלוסייה אל מתחת סף הנזק. שרידי הפטריה בקרקע מחוטאת מתבססים באיטיות, אינם גורמים לנזק או מחלה בצמחים אך מייצרים לקראת תום העונה את גופי הפרי. כפועל יוצא מכך, בתום הגידול הסתיוי נוצר לחץ אינוקולום חזק חדש. לכן בגידול רצוף של מחזור סתווי וגידול אביבי מיד לאחריו יש חשש להתפרצות המחלה בגידול האביבי (שהוא הגידול הארוך והרווחי יותר), למרות חיטוי יעיל שבוצע לפני הגידול הסתווי. בעידן השימוש המסיבי במתיל ברומיד היה מקובל לבצע חיטוי קרקע גם לפני עונת האביב. יעילותם של התכשירים החלופיים לחיטוי לקראת עונת האביב היא מוגבלת ביותר. בשנים האחרונות החדרנו שיטת טיפול להפחתת האינוקולום הנוצר בשורשים נגועים בתום עונת כל עונת הגידול כאמצעי משלים להדברה. הגישה מתבססת על קטילת הצמח והשורשים מיד בתום הקטיף האחרון כאשר הצמחים עדיין חיוניים. תכשירי החיטוי המיושמים (מתאם סודיום), קוטלים את השורשים ובעיקר את הפטריה אשר נמצאת במצב פעיל בשורשים לפני יצירת גופי ההשתמרות. בניסויים שביצענו בשנים האחרונות נראה כי יישום מתאם סודיום לצורך קטילת הצמחים בתום עונת הסתיו גורם לעיכוב הגידול האביבי כאשר מבוצע בחלקות שחוטאו. על כן רצינו לבחון האם פעולה זו אכן גוררת תגובה פיטוטוקסית, והאם לחיטויי קרקע שונים לפני עונת הסתיו השפעה שונה על תגובה זו בעונת הסתיו היצבו ניסוי שכלל את כל חיטויי הקרקע הרלוונטים. הטיפולים כללו:

1. היקש
2. מתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר
3. טלודריפ במינון 40 גר' למ"ר
4. אדיגן במינון 30 סמ"ק למ"ר ובשילוב חיטוי סולרי
5. פורדור במינון 400 סמ"ק למ"ר בשילוב חיטוי סולרי
6. אדיגן במינון 30 סמ"ק למ"ר בשילוב פורדור במינון 200 סמ"ק למ"ר.

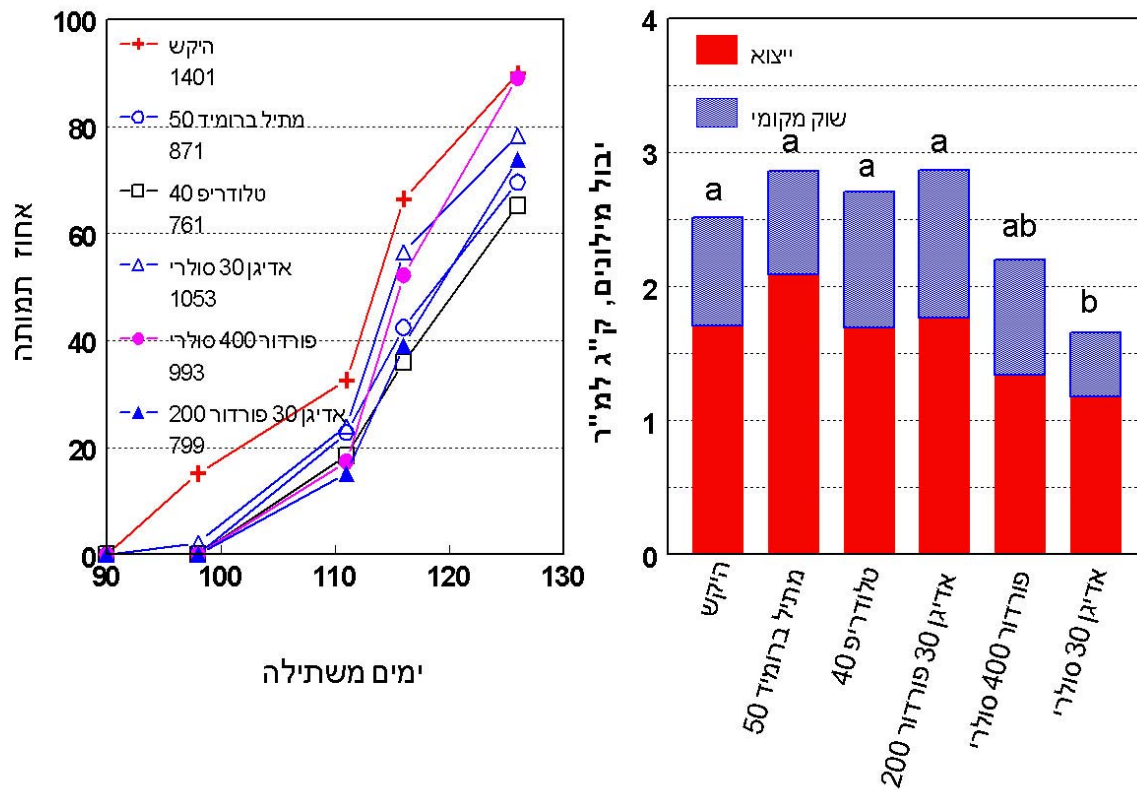
הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי ב-4 חזרות. כל בלוק כלל שתי ערוגות, כשכל ערוגה מושקית בנפרד במשטר השקיה שונה (מים מותפלים או מים מליחים). טיפולי החיטוי בוצעו בערוגות באורך 10 מטר. חיטוי הקרקע שמשלבים חיטוי סולרי בוצעו בתחילת חודש אוגוסט. כל טיפולי החיטוי בוצעו תחת יריעת פוליאאתילן שקופה. יישום התכשירים אדיגן פורדור וטלודריפ בוצע באמצעות מערכת טפטוף (שתי שלוחות לערוגה). יישום מתיל ברומיד בוצע בשיטת הגז החם. חלקות היקש הושארו ללא חיטוי



**איור מס' 13.** השפעת חיטוי קרקע על התמוטטות צמחי מילון ויבול בעונת הסתיו.

כל טיפולי החיטוי הדבירו את מחלת ההתמוטטות (איור 13). החיטוי במתיל ברומיד, בטלודריפ ובשילוב של אדיגן ופורדור היו היעילים ביותר בהפחתת ההתמוטטות. יבול המילונים בכל החלקות המוחטאות היה רב יותר במובהק מחלקות ההיקש. היבול היה הרב ביותר בחלקות שחוטאו בתכשיר שכלל פורדור וכן בחלקות שחוטאו במתיל ברומיד. בחלקות שחוטאו בטלודריפ נרשם יבול נמוך יותר, אף שהדברת ההתמוטטות בטיפול זה היתה טובה מאד.

בתום קטיף המילונים בעונת הסתיו הוזרם אדיגן במינון 15 סמ"ק למ"ר באמצעות שלוחות הטיפטוף (שלוחה אחת לערוגה) על מנת לקטול את השורשים והפטריה שבתוכם. שבוע לאחר הזרמת התכשיר, נעקרו הצמחים ולאחר שלושה שבועות נשתלה החלקה בשתילי מילון שרועים לגידול אביבי. במהלך גידול הצמחים במחזור האביבי לא נצפו כל סימני עיכוב בהתפתחות הצמחים בחלקות השונות. התמוטטות צמחים החלה לאחר כ-100 ימים משתילה, תחילה בחלקות ההיקש שלא חוטאו לקראת גידול הסתיו ואח"כ ביתר החלקות. שיעור ההתמוטטות הסופי היה דומה בחלקות השונות (איור 14) אולם התפתחות המחלה כפי שהיא מתבטאת בשטח מתחת לעקום התפתחות המחלה מצביעה על הפחתת המחלה בעיקר בשלבים הראשונים בחלקות שחוטאו בסתיו בטלודריפ, מתיל ברומיד ושילוב אדיגן ופורדור (איור 14). טיפולים אלה היו יעילים בהדברת ההתמוטטות גם בעונת הסתיו. יבול נמוך של מילונים נרשם בחלקות שחוטאו באדיגן משולב בסולרי (איור 14).



**איור מס' 14.** השפעת חיטוי קרקע, קטילת השורשים באדיגן בתום עונת הסתיו על התמוטטות צמחי מילון ויבול בגידול שני בעונת האביב. איור שמאלי – התפתחות מחלה (ערכים במקרא מציינת את השטח מתחת לעקום התפתחות המחלה - AUDPC בכל טיפול). איור ימני. אותיות שונות בכל איור בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים (P=0.05).

**ב. השפעת סניטציה באמצעות מתאם סודיום בתום עונת הסתיו על ההתמוטטות בגידול אביב**

הצלחת פעולה הסניטציה כנגד הפטריה *M. cannonballus* המאכלסת את השורשים באמצעות קטילתם על ידי מתאם סודיום בתום עונת הסתיו, תלויה ביישום על צמח ושורשים חיוניים לפני יצירת גופי הפרי על ידי הפטריה. על שורשים מתים מצליחה הפטריה לייצר את גופי הקיימא, שהם מקור המידבק לגידול הבא, ולהדברתם נדרש מינון גבוה של תכשירי חיטוי. בחנו את ההנחה שקטילת שורשים חיוניים גורמת סניטציה יעילה בעוד שקטילה מאוחרת אינה תורמת למניעת יצירת האינקולום. לצורך כך ביצענו בשנתיים באחרונות לבחון את הקשר בין שיעור ההתמוטטות בתום עונת הסתיו ויעילות פעולת הסניטציה להפחתת שיעור התמוטטות בעונת האביב.

בעונת 2002-3 בוצעו בסתיו שני ניסויים בהדברת ההתמוטטות:

1. בחלקה הדרומית בוצע ניסוי לבחינת שילובי תכשירים בהדברת ההתמוטטות
2. בחלקה הצפונית בוצע ניסוי לבחינת השפעת חיטוי קרקע והשקיה במים מליחים ומותפלים.

התמוטטות צמחים נרשמה בחלקות השונות על פי יעילות ההדברה בטיפולים השונים (תוצאות יעילות ההדברה בתום עונת הסתיו דווחו בדוח המסכם לעונת 2002-3). בתום הקטיף האחרון בעונת הסתיו לפני עקירת הצמחים, הוזרם מתאם סודיום במינון 15 סמ"ק למ"ר באמצעות מערכת ההשקיה בטפטוף לקטילת הצמחים, השורשים והפטריה שעליהם. שבוע לאחר יישום התכשיר נעקרו הצמחים. שבועיים מאוחר יותר בתחילת חודש ינואר נשתלו מילונים שרועים לגידול אביב. בחלקה הדרומית הושקו הצמחים במים

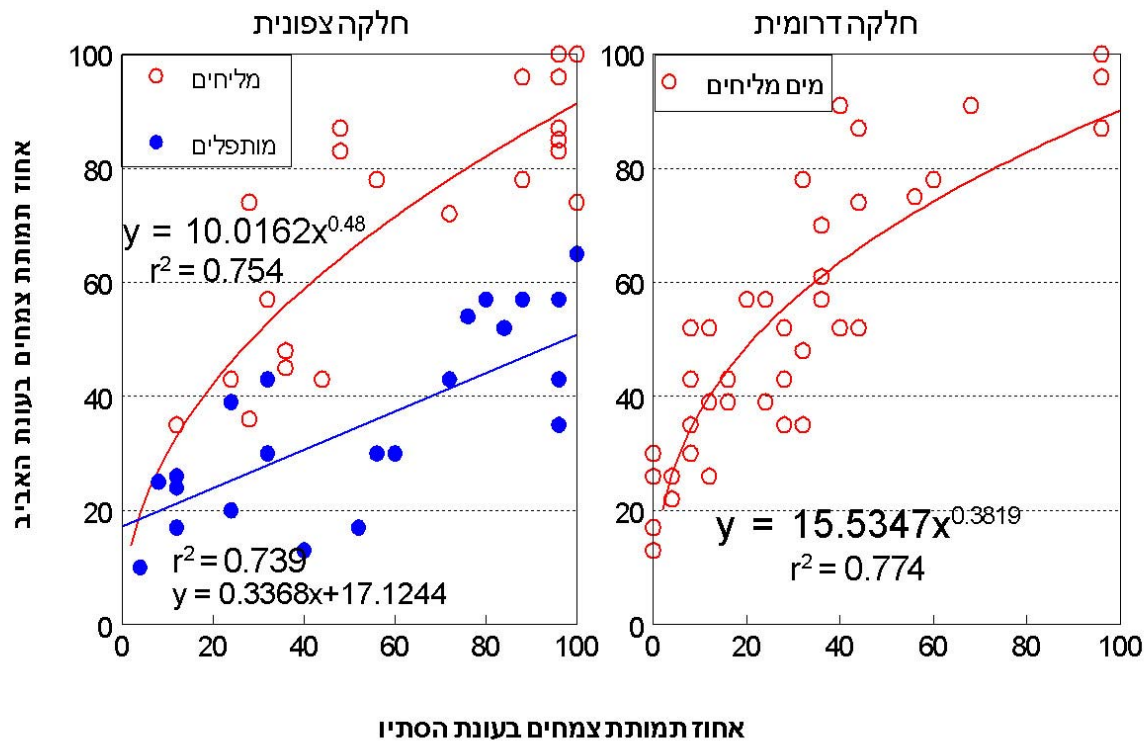
מקומיים (מליחים). בחלקה הצפונית הושקו הצמחים במים מותפלים או מליחים במתכונת זהה לתוכנית הטיפולים בגידול הסתיו.

בחינת הקשר בין שיעור המחלה באביב בהשפעת פעולת הסניטציה ושיעור המחלה בסתיו מוצג באיור 15. בתנאי השקיה במים מליחים (בשתי החלקות) קיים קשר לוגריתמי בין שיעור המחלה בסתיו לשיעור באביב. כלומר, סניטציה בתום עונת הסתיו כאשר שיעור המחלה נמוך גורר שיעור מחלה נמוך גם בעונת האביב. בשעורי מחלה נמוכים מ-30% בסתיו, פעולת הסניטציה גוררת שיעור מחלה נמוך גם באביב. לעומת זאת סניטציה בשעור מחלה גבוה אינה יעילה, כפי שמשקף בשיעור מחלה גבוה בגידול האביב. בתנאי מים מותפלים שיעור המחלה באביב נמוך יותר וגם יעילות הסניטציה גוברת (איור 15). בתנאי השקיה במים מותפלים יעילות הסניטציה היא טובה גם כאשר שיעור המחלה בסתיו הוא גבוה (עד 60%), שכן התפתחות המחלה בתנאי השקיה במים מותפלים היא נמוכה יותר.

על מנת לאשש ממצאים אלה השתמשנו בעונת 2003-4 בנתונים של שלושה ניסויים שעסקו בהדברת ההתמוטטות:

1. בחלקה הדרומית, ניסוי לבחינת שילובי תכשירים בהדברת ההתמוטטות (מים מליחים).
2. בחלקה הצפונית, ניסוי לבחינת שיפור החיטוי הסולרי (מים מליחים).
3. בחלקה הצפונית, ניסוי לבחינת השפעת חיטוי קרקע והשקיה במים מליחים ומותפלים.

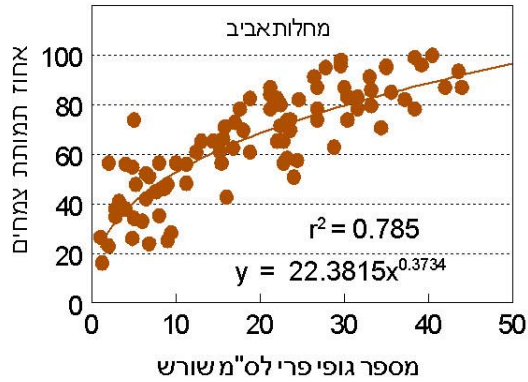
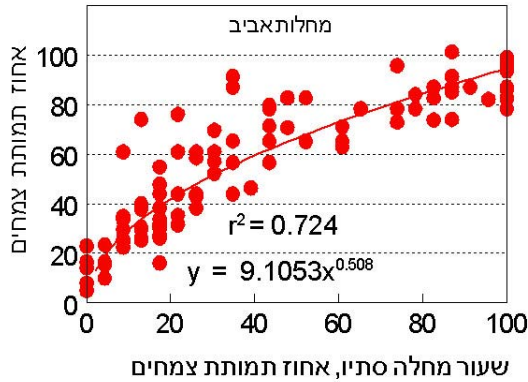
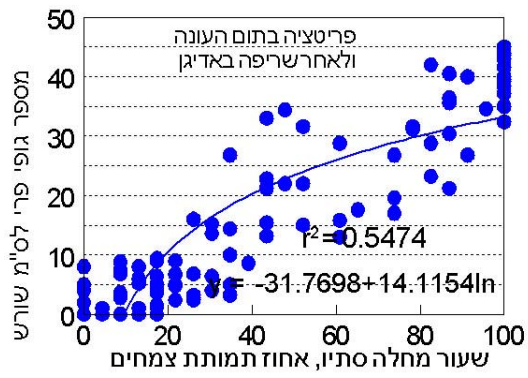
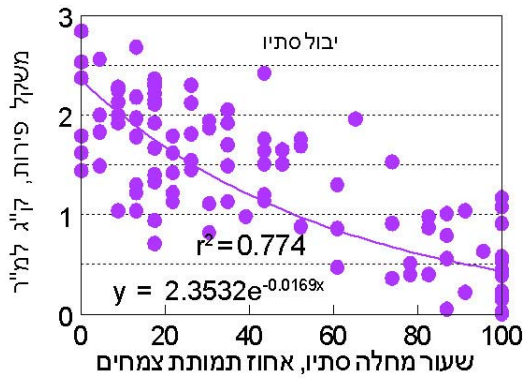
התמוטטות צמחים נרשמה בחלקות השונות על פי יעילות ההדברה בטיפולים השונים (תוצאות יעילות ההדברה בתום עונת הסתיו מוצגים בפרקים הקודמים בדוח זה). בתום הקטיף האחרון בעונת הסתיו לפני עקירת הצמחים, הוזרם אדיגן במינון 15 סמ"ק למ"ר באמצעות מערכת ההשקיה בטפטוף לקטילת הצמחים, השורשים והפטריה שעליהם. שבוע לאחר יישום התכשיר נעקרו הצמחים. שורשי הצמחים נלקחו למעבדה ונקבע מספר גופי הריבוי (פריטציה) שנוצרו בעקבות חיטוי הקרקע ופעולת הסניטציה באדיגן). שבועיים מאוחר יותר בסוף חודש ינואר נשתלו מילונים שרועים לגידול אביב. הצמחים הושקו במים מקומיים (מליחים) או במים מותפלים באופן זהה למשטר ההשקיה של החלקות בגידול הסתיו.



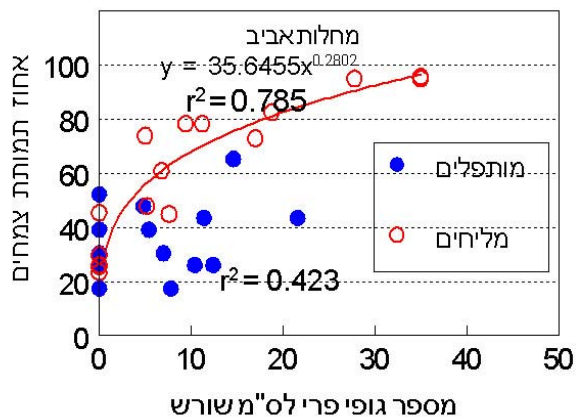
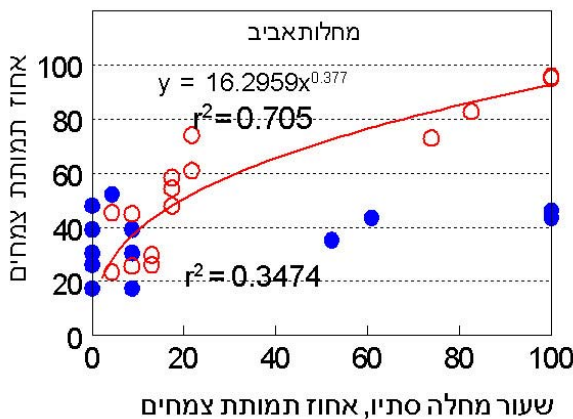
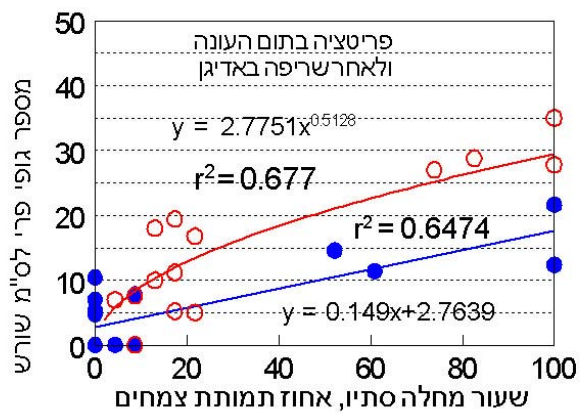
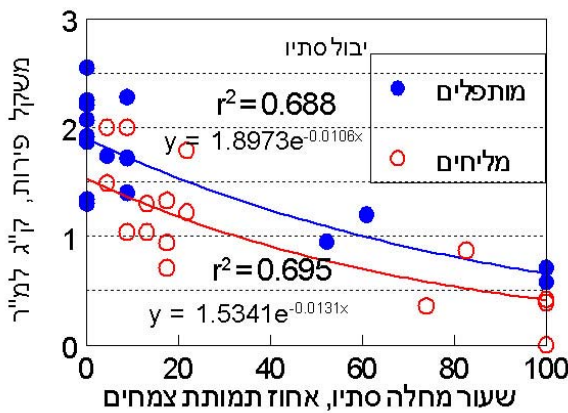
**איור מס' 15.** השפעת שיעור הנגיעות בהתמוטטות מילונים בגידול הסתיו וסניטציה ביישום אדיגן לקטילת שורשים בתום גידול הסתיו על שיעור מחלת ההתמוטטות בגידול האביב.

הקשר בין שיעור המחלה באביב בהשפעת שיעור המחלה בסתיו ופעולת הסניטציה דומה לתוצאות בשנת 2002 3- (איורים 16,17). בתנאי השקיה במים מליחים (בשתי החלקות) קיים קשר לוגריתמי בין שיעור המחלה בסתיו לשיעור האביב. כלומר, סניטציה בתום עונת הסתיו כאשר שיעור המחלה נמוך גורר שיעור מחלה נמוך גם בעונת האביב. בשיעורי מחלה נמוכים מ-20% בסתיו, פעולת הסניטציה גוררת שיעור מחלה נמוך גם באביב. לעומת זאת סניטציה בשיעור מחלה גבוה אינה יעילה, כפי שמשקף בשיעור מחלה גבוה בגידול האביב. יעילות הסניטציה נבחנה גם במניעת יצירת גופי ההשתמרות (פריטציה). ניתן לראות כי בשיעורי מחלה נמוכים בסתיו היה פעולת הסניטציה באדיגן יעילה מאד בהפחתת מספר גופי הפרי שנוצרו. בשיעורי מחלה גבוהים מ-40% בסתיו פוחתת יעילותו של מתאם סודיום במניעת יצירת גופי הפרי (איורים 16,17). הקשר בין מספר גופי הפרי שנוצרו לבין שיעור המחלה בגידול האביב מוצג בבירור. שיעור מחלה גבוה בגידול האביב נגרם גם ממספר קטן של גופי ריבוי ליחידת שורש (איור 16). מכאן שיעילות הסניטציה היא מקסימלית כאשר מקפידים על ביצוע בגידול בריא וחיוני.

בתנאי מים מותפלים שיעור המחלה באביב נמוך יותר וגם יעילות הסניטציה גוברת (איור 15). בתנאי השקיה במים מותפלים יעילות הסניטציה היא גבוהה גם כאשר שיעור המחלה בסתיו הוא גבוה (עד 60%), שכן התפתחות המחלה בתנאי השקיה במים מותפלים היא נמוכה יותר. תוצאות אלה דומות לאשר התקבלו בשנה קודמת.



**איור מס' 16.** השפעת שעור הנגיעות בהתמוטטות מילונים בגידול הסתיו וסניטציה ביישום אדיגן לקטילת שורשים בתום גידול הסתיו על שעור מחלת ההתמוטטות בגידול האביב



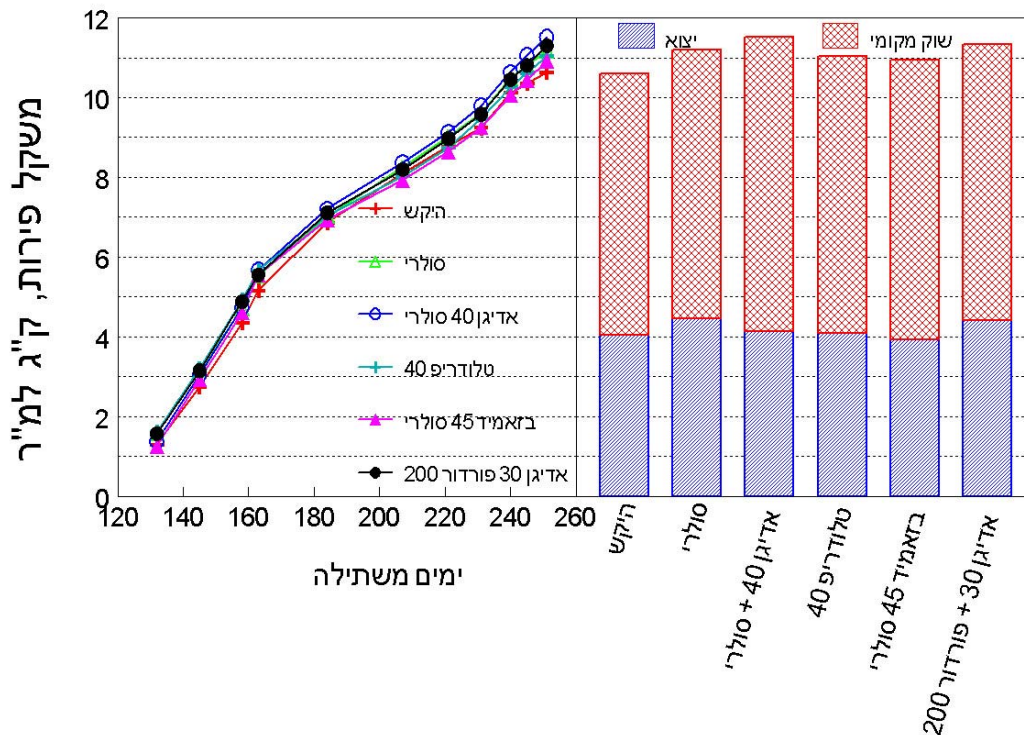
**איור מס' 17.** השפעת שעור הנגיעות בהתמוטטות מילונים בגידול הסתיו וסניטציה ביישום אדיגן לקטילת שורשים בתום גידול הסתיו על שעור מחלת ההתמוטטות בגידול האביב.

## 5. השפעת חיטוי קרקע שונים על הדברת פגעים ויבול בפלפל

הוצב ניסוי לבחינת השפעת חיטוי קרקע שונים על התפתחות צמחים ויבול פלפל בתחנת הניסויים זוהר בכיכר סדום. בחממות בתחנת זוהר ביצענו בעבר ניסויים בהשפעת חיטוי קרקע שונים לקראת גידול פלפל. בכל הניסויים לא נתגלתה מחלת שורש (למעט מחלות נבטים בתנאי השקיה בעודף). לכן נבחנה השפעת החיטויים רק על התפתחות הצמחים ועל היבול. נבחנו הטיפולים הבאים:

1. היקש ללא חיטוי
2. חיטוי סולרי
3. אדיגן במינון 40 סמ"ק למ"ר בשילוב חיטוי סולרי
4. טלודריפ במינון 40 גר' למ"ר
5. בזאמיד במינון 45 גר' למ"ר
6. אדיגן 30 + פורדור 200

הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי ב-5 חזרות. כל בלוק כלל מפתח בחממה, כל טיפול (חלקה) בבלוק היה ברוחב שלוש ערוגות (3 מטר) ובאורך 8 מטר. חיטוי הקרקע ששולבו בחיטוי סולרי בוצעו בתחילת חודש אוגוסט. טיפולי החיטוי בוצעו תחת יריעת פוליאיתילן שקופה. הזרמת התכשירים בוצעה באמצעות שלוחות הטפטוף (שתי שלוחות לערוגה) בזאמיד פוזר על פני הקרקע באמצעות מכונת פיזור ייעודית ולאחר מכן הוצנע בתיחוח. חלקות היקש הושארו ללא חיטוי. בכל מהלך הגידול הגידול לא נרשמו הבדלים בהתפתחות הצמחים ולא נצפתה כל התמוטטות בצמחים. יבול הפלפל נקטף ונשקל במשך כל עונת הקטיף. לא היו הבדלים מובהקים בצבירת היבול ובשעור היבול הסופי בין הטיפולים וכן בין הטיפולים לבין חלקות היקש (איור 18).



**איור מס' 18.** השפעת חיטוי קרקע על יבול פלפל בחממה, חוות הניסויים זוהר, כיכר סדום.

## סיכום

### 1. שילוב תכשירי הדברה

במשך שלוש שנים נבדק כושרו של פורדור 37 בהדברת התמוטטות במילונים בערבה. בשנה האחרונה בחנו את יעילותו של התכשיר פורדור 37 במינון 200 ליטר לדונם בשילוב חיטוי סולרי בשילוב עם מתאם סודיום (אדיגן) במינונים מופחתים. יישום תכשירים אלה נעשה בטפטוף תחת יריעות פלסטיק, באופן שנמצא מיטבי בעבודות קודמות שביצענו ביישום תכשירים אלה ותכשירי חיטוי אחרים בקרקעות הערבה וקרקעות אחרות ברחבי הארץ:

שילוב פורדור בתכשירי אדיגן במינונים מופחתים תרם לקטילה טובה של גופי ריבוי של פוזריום בעומק 40 ס"מ, בהשוואה ליישום התכשירים בנפרד. שילוב התכשירים הדביר ביעילות את ההתמוטטות במילונים. בעגבניות לא התפתחה מחלות ריקבון הכתר ולכן לא ניתן לאמוד את יעילותו של השילוב בהדברת מחלה זו. שילוב חיטוי סולרי ביישום פורדור משולב באדיגן בתוספת חיטוי סולרי שיפר עוד יותר את הדברת מחלת ההתמוטטות

שילוב התכשירים אדיגן ופורדור מקנה לצמחים און צימוח טוב יותר. בטיפול החיטוי המשולב הושג יבול הפירות (עגבניות ומילונים) רב יותר מאשר חלקות ההיקש, או טיפולים החיטוי האחרים.

### 2. שיפור יעילותו של החיטוי הסולרי

ניתן לשפר את יעילותו של החיטוי הסולרי באמצעות שילוב חיפוי תחתון הכולל ריסוס פולימר שחור על בסיס לאטקס וחיפוי עליון שקוף על ידי יריעת פוליאאתילן. בנוסף פותחה יריעה המבוססת על תוסף המונע התעבות מים על היריעה ומגביר את חדירת קרני השמש. שימוש באמצעים אלה שיפר את עצמת החיטוי הסולרי ואת יעילותו. חימום הקרקע הוגבר בשעור 5 מ"צ בשכבות הקרקע העליונות.

שילוב חיפוי כפול או שילוב יריעת AD בתוספת בזאמיד במינון קטן מאד שיפרו מאד את הדברת ההתמוטטות במילונים ותרמו ליבול רב יותר. חיטוי סולרי רגיל לא היה יעיל בהדברת ההתמוטטות. בעגבניות לא התפתחה מחלת ריקבון הכתר ולכן לא ניתן היה להעריך את יעילותו של החיטוי הסולרי המשופר. מאידך החיטוי הסולרי המשופר תרם ליבול רב יותר בהשוואה לחיטוי סולרי סטנדרטי.

### 3. חיטוי קרקע בתנאי השקיה במים מליחים

מליחות מי ההשקיה מגבירה את שעור התחלואה בהתמוטטות של צמחי מילונים. השקיה במים מליחים מגבירה את רגישות הצמחים לתקיפת הפגעים. השפעת מליחות מי ההשקיה על רגישות הצמחים ועל משולש היחסים פתוגן, צמח, חיטוי קרקע היא מורכבת וכוללת רכיבים של הישרדות הפטריה בקרקע בהעדר הפונדקאי, אלימותו של הפתוגן בתנאי מליחות שונים. חיטוי קרקע מהווה את האמצעי לצמצום פוטנציאל האינקולום בקרקע. חיטוי יעיל בתנאי השקיה במים מליחים חייב להפחית את פוטנציאל האינקולום לסף נמוך מאד (שואף לאפס) שכן האכלוס של רקמות השורש של האוכלוסיה ששרדה את החיטוי הוא מהיר מאד. המשמעות המעשית היא כי אין כמעט מרווח לטעות בחיטוי קרקע בתנאים אלה. על כן חובה להקפיד בכל מרכיבי החיטוי לצורך ביצוע מושלם והדברה מרבית. כמו כן כדאי גם לעשות סניטציה על ידי חיסול הצמחים עם מתאם סודיום כמו שהראינו בניסויים קודמים.

חיטוי הקרקע היו יעילים ביותר בהדברת ההתמוטטות במילונים בעונת הסתיו. יעילותם של החיטויים היתה מושלמת כאשר הצמחים הושקו במים מותפלים. יעילותם של המים המותפלים בצמצום חומרת המחלה התבטאה בעיקר באביב על רקע סניטציה וקטילת הצמחים באדיגן בתום עונת הסתיו.



השקיה במים מותפלים הגדילה את יכול המילונים וגם עגבניות באופן בולט ביותר. בגידול האביב היה היבול של מילונים שגדלו במים מותפלים גדול פי 4 ויותר בהשוואה ליבול במים מליחים. יבול העגבניות במים מותפלים היה גדול פי שניים מהיבול של צמחים שגדלו במים מליחים.

#### **4. השפעת סניטציה באמצעות מתאם סודיום בתום עונת הסתיו על והדברת ההתמוטטות בגידול אביב**

הצלחת פעולה הסניטציה כנגד הפטריה *M. cannonballus* המאכלסת את השורשים באמצעות קטילתם על ידי מתאם סודיום במינון קטן בתום עונת הסתיו אותם תלויה ביישום על צמח ושורשים חיוניים לפני יצירת גופי הפרי על ידי הפטריה. על שורשים מתים מצליחה הפטריה לייצר את גופי הקיימא, שהם מקור המידבק לגידול הבא, ולהדברתם נדרש מינון גבוה של תכשירי חיטוי.

סניטציה בתום עונת הסתיו כאשר שעור המחלה נמוך גורר שעור מחלה נמוך גם בעונת האביב. בשעורי מחלה נמוכים מ-30% בסתיו, פעולת הסניטציה גוררת שעור מחלה נמוך גם באביב. לעומת זאת סניטציה בשעור מחלה גבוה אינה יעילה, כפי שמשתקף בשיעור מחלה גבוה בגידול האביב. בשעורי מחלה נמוכים בסתיו היה פעולת הסניטציה באדיגן יעילה מאד בהפחתת מספר גופי הפרי שנוצרו בשורשים. בשעורי מחלה גבוהים מ-40% בסתיו פוחתת יעילותו של מתאם סודיום במניעת יצירת גופי הפרי. קיים קשר ישר ומובהק בין מספר גופי הפרי שנוצרו לבין שעור המחלה בגידול האביב. שעור מחלה גבוה בגידול האביב נגרם גם ממספר קטן של גופי ריבוי ליחידת שורש. לכן, חשוב לבצע את הסניטציה מוקדם ככל האפשר על מנת למנוע את יצירת גופי הפרי על השורשים בתום העונה.

בתנאי מים מותפלים שעור המחלה באביב נמוך יותר וגם יעילות הסניטציה גוברת. בתנאי השקיה במים מותפלים יעילות הסניטציה היא גבוהה גם כאשר שעור המחלה בסתיו הוא גבוה (עד 60%), שכן התפתחות המחלה בתנאי השקיה במים מותפלים היא נמוכה יותר.

#### **5. השפעת חיטוי קרקע שונים על הדברת פגעים ויבול בפלפל**

הוצב ניסוי לבחינת השפעת חיטוי קרקע שונים על התפתחות צמחים ויבול פלפל בתחנת הניסויים זוהר בכיכר סדום. בחלקה לא היתה נוכחות של פתוגן ידוע ולכן גם לא נראתה הדברה של פתוגן זה או אחר. בכל מהלך הגידול הגידול לא נרשמו הבדלים בהתפתחות הצמחים, או ביבול. מתוצאות ניסוי זה ותוצאות ניסויים אחרים ניתן להסיק כי חיטוי הקרקע החלופיים למתיל ברומיד אינם פוגמים בגידול הפלפל או בתנובת הפירות. בכל הניסויים שביצענו בשנים האחרות לא נמצאה נוכחות של פתוגן פלפל שניתן היה לבחון את הדברתו.

#### **הבעת תודה:**

אנו מודים למו"פ ערבה תיכונה על הקצאת החלקות והאמצעים לביצוע הניסויים, לצוות תחנת הניסויים זוהר, בכיכר סדום, על העזרה הרבה בהצבה הניסויים ואחזקתם. תודה לעופר היימן, וחברת דור כימיקלים בע"מ, ליאיר נתוב, אוהד אבירם וחברת אגן כימיקלים בע"מ על העזרה הרבה בהצבת הניסויים וביצוע החיטויים. תודה ליורם כחלון וחברת סוילטק בע"מ על העזרה בביצוע החיטוי בתכשיר טלודריפ תודה מיוחדת לצביקה גוטליב וחברת ביוואק על ביצוע החיטויים בתכשירי פורדור ואדיגן.

**הממצאים המוצגים בדו"ח זה הינם תוצאות חלקיות של מחקר ואינן בשום מקרה המלצות לשימוש. מקצת החומרים המוזכרים בדו"ח זה מורשים רק לניסויים בגידולים שנבחנו ואינם מורשים עדיין לשימוש מסחרי. אין באזכור התכשירים המופיעים בדו"ח משום המלצה לשימוש בהם או העדפה על פני תכשירים אחרים שלא נבחנו**