

## הדברת התמוטטות במילונים באמצעות טיפולי קרקע משולבים סיכום ניסויים תחנת הניסויים זוהר, כיכר סדום 2004-2005

א. גמליאל<sup>1</sup>, ש. טריקלי<sup>1</sup>, ו. זילברג<sup>1</sup>, מ. בניחס<sup>1</sup>, א. אוקר<sup>2</sup>, ס. דוברינין<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>האגף להגנת הצומח, שה"מ, משרד החקלאות. <sup>3</sup>מו"פ ערבה, תחנת ניסיונות כיכר סדום.

### תקציר

בניסוי שדה נבחנה יעילותו של ממשק כולל בהדברת מחלת ההתמוטטות במילונים. הממשק כלל חיטוי קרקע לפני גידול הסתיו, וסניטציה בתום גידול הסתיו בהשוואה לחיטוי קרקע לפני גידול האביב. בנוסף נבחנו הטיפולים בשני סוגי מי השקיה, מליחים ומתפלים. חיטוי הקרקע היו יעילים ביותר בהדברת ההתמוטטות במילונים בעונת הסתיו. סניטציה באדיגן בתום גידול הסתיו כאשר שיעור המחלה נמוך, גרר שיעור מחלה נמוך גם בעונת האביב עקב מניעת יצירת גופי הריבוי של הפטרייה. לעומת זאת סניטציה שבוצעה בחלקות בהם שיעור המחלה היה גבוה לא הייתה יעילה, והתבטאה בשיעור התמוטטות גבוה בגידול האביב. חיטוי קרקע במתיל ברומיד לפני גידול האביב היה יעיל יותר מהסניטציה בהפחתת ההתמוטטות בגידול האביב, במיוחד על רקע השקיה במים מליחים. בתנאי מים מותפלים שיעור המחלה באביב נמוך יותר וגם יעילות הסניטציה גוברת. בתנאי השקיה במים מותפלים יעילות הסניטציה היא טובה גם כאשר שיעור המחלה בסתיו הוא גבוה שכן התפתחות המחלה בתנאי השקיה במים מותפלים היא נמוכה יותר. בתנאי השקיה במים מותפלים לא היה הבדל רב בשיעור ההתמוטטות באביב בין פעולת הסניטציה לחיטוי קרקע במתיל ברומיד. השקיה במים מותפלים הגדילה את יכול המילונים באופן בולט ביותר.

### מבוא

בתאריך 1 ינואר 2005 הופסק השימוש במתיל ברומיד למטרות חיטוי קרקע, למעט היתר מיוחד לשימושים קריטיים אשר אושרו בהיקף מצומצם. בערבה אין יותר היתר לשימוש במתיל ברומיד להדברת פגעי קרקע בגידול עגבניות. מאז הוכרז על התוכנית להוצאת התכשיר משימוש בשנת 1992, בוצעו מחקרים רבים למציאת אמצעים יעילים להדברת פגעי קרקע ויישומם המהיר במערכת המשקית המסחרית. במחקרים אלה פותחו גישות שונות כגון שימוש ביריעות החוסמות אשר מאפשרות הדברה יעילה של גורמי מחלות שורש בערבה תוך שימוש במינונים מופחתים של תכשירי החיטוי (מתיל ברומיד וגם אחרים). תכשירי חיטוי ותיקים כגון מתאם סודיום (אדיגן, מתמור) וגם חדשים יותר כגון השילוב טילון-כלורופיקרין (טלופיק, טלודריפ), או התכשיר המגורען בזאמיד נבחנו בהצלחה בהדברת פגעים כגון פוזריום ריקבון הכתר בעגבניות, התמוטטות במילונים ונמטודות יוצרות עפצים. למרבית התכשירים רישוי ליישום מסחרי והם מיושמים בקנה מידה משקי בגידולי ירקות שונים. 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. בניסויים בשנים קודמות מצאנו כי יישום משולב של אדיגן ופורדור משפר את הדברתם של פגעים ומרחיב את טווח הפגעים המודברים במילונים, עגבניות, תפוא"ד ואגוזי אדמה. יישום שני התכשירים במשולב מאפשר הדברה יעילה גם במינונים מופחתים של התכשירים ככל הנראה בגלל פעילות סינרגיסטית בין שני התכשירים. לשילוב כזה חשיבות באזורים כמו בערבה שבהם משך הזמן לחיטוי סולרי אינו ממושך מספיק בגלל השתילה המוקדמת (בעיקר מילונים סתיו באזור עין יהב).

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 במילונים התבטאה מוקדם ואף התעצמה בהשקיה במים מליחים. בנוסף, בחלקות המושקות במים מליחים אחוז הצמחים הנגועים בסוף הניסוי היה גבוה מאשר בחלקות המושקות במים מותפלים. באזור הערבה מרבית ההשקיה היא מבארות מקומיות שבהם המים ברמת מליחות שונה. לכן הצבנו ניסויים בעגבניות ובמילונים במטרה לבחון את יעילותם של חיטויי קרקע על רקע איכות מי ההשקיה.

מחלת ההתמוטטות במילונים נגרמת על ידי הפטריה *Monosporoascus 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 לסף 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 הסתווי 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 גידול הסתיו. בעידן השימוש המסיבי במתיל ברומיד היה מקובל לבצע חיטוי קרקע גם לפני עונת האביב. יעילותם של התכשירים החלופיים כאשר הם מבוצעים בחורף לקראת גידול האביב היא מוגבלת ביותר. בשנים האחרונות החדרנו שיטת טיפול להפחתת האינוקולום הנוצר בשורשים נגועים בתום 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.

## מטרות הניסוי

מטרת הניסוי לבחון את יעילותו של ממשק הדברה וגידול כולל בהדברת מחלת התמוטטות בשני גידולים רצופים של מילונים גידול סתיו קצר וגידול אביב ארוך. ממשק ההדברה כלל:

1. חיטוי קרקע בעונת הקיץ לפני הגידול הסתווי
2. סניטציה לקטילת השורשים והפטרייה שבהם טרם העקירה
3. השקיה במים מותפלים לעומת מים מליחים

## הצבת הניסוי ותוצאות

בניסוי נכללו הטיפולים כפי שמופיעים בטבלה 1.

טבלה 1. פירוט הטיפולים ומעקבות ביצוע החיטויים בעונת הסתיו והאביב

חיטוי קרקע לקראת גידול הסתיו (אוגוסט 2004)	טיפול בתום הגידול הסתוי (לפני העקירה)	חיטוי קרקע לפני שתילת גידול האביב
1 היקש	ללא	ללא
2 מתיל ברומיד, 50 גר' למ"ר	ללא	מתיל ברומיד 50 גר' למ"ר
3 מתיל ברומיד, 50 גר' למ"ר	סניטציה באדיגן 20	ללא
4 אדיגן 30, פורדור 200	ללא	מתיל ברומיד 50 גר' למ"ר
5 אדיגן 30, פורדור 200	סניטציה באדיגן 20	ללא
6 אדיגן 30, פורדור 200 + סולרי	ללא	ללא

המינונים של אדיגן ופורדור מובאים ביחידות של סמ"ק למ"ר

### כל טיפול חיטוי נבחן בשני משטרי השקיה:

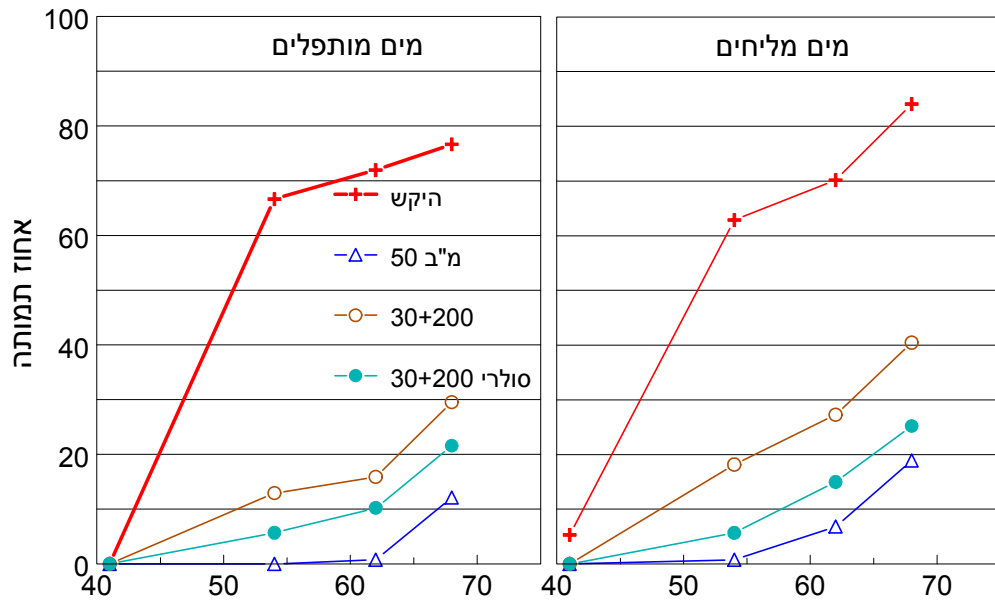
השקיה במים מליחים מקומיים (EC=2.3)  
השקיה במים מותפלים (EC=0.9)

כל טיפולי החיטוי בוצעו בשש חזרות, כל חזרה באורך 10 מטר וברוחב שתי ערוגות (ערוגה אחת מושקית במים מותפלים והשנייה במים מליחים). החיטויים בוצעו תחת יריעת פוליאאתילן שקופה. טיפולי החיטוי אשר שולבו בחיטוי 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.

### גידול סתיו

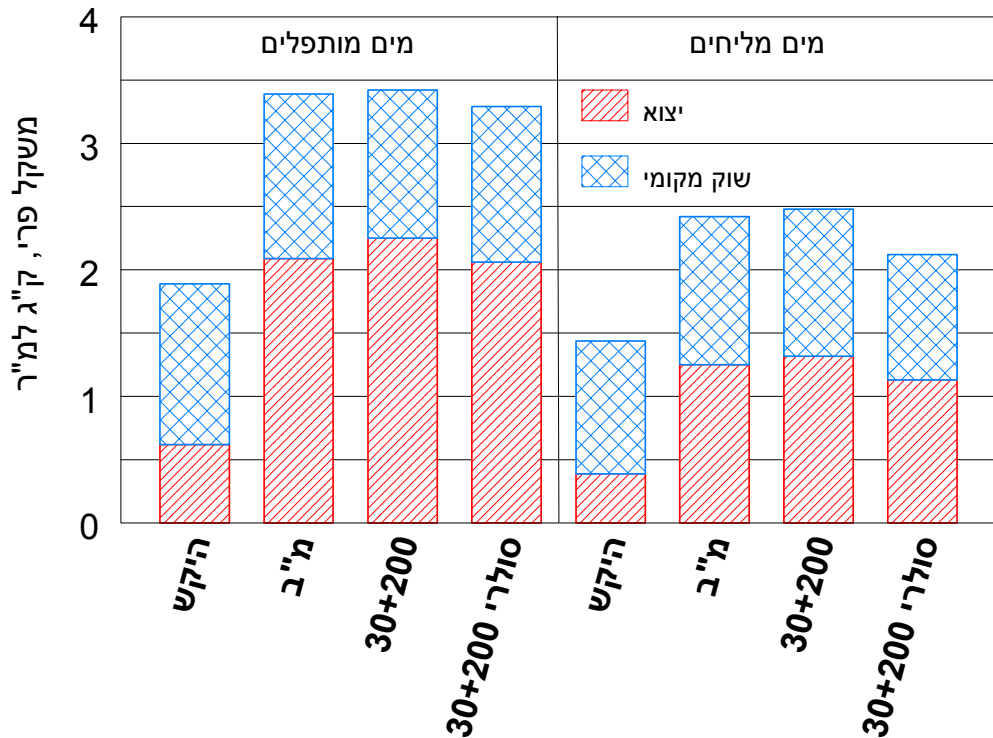
שתילי מילון מזן ערבה נשתלו בחלקה במחצית השנייה של חודש ספטמבר. התפתחות הצמחים בחלקות שהושקו במים מותפלים הייתה נמרצת יותר והתבטאה בצימוח נוף רב יותר, עלים רחבים ובהירים יותר. התמוטטות צמחים נרשמה 40 ימים לאחר השתילה. בחלקות ההיקש שהושקו במים מליחים או מותפלים היה קצב ההתמוטטות דומה וגם שיעור ההתמוטטות הסופי לא היה שונה באופן בולט (איור 1). כל טיפולי החיטוי היו יעילים במניעת ההתמוטטות בשני סוגי מי ההשקיה ללא הבדל מובהק ביניהם.

יבול המילונים בחלקות המחוטאות היה גבוה מהיבול בחלקות ההיקש. היבול בחלקות שהושקו במים המותפלים היה גדול מהיבול בחלקות שהושקו במים מליחים, באותם טיפולי חיטוי. כך לדוגמה היבול בחלקות שחוטאו במתיל ברומיד והושקו במים מותפלים היה גבוה ב- 40% בהשוואה לאותו חיטוי והשקיית הגידול במים מליחים.



ימים משתילה

איור 1. השפעת חיטוי קרקע ואיכות מי ההשקיה על התמוטטות צמחי מילון. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין כל הטיפולים. המספרים המצוינים ליד שמות התכשירים מציינים מינון התכשירים (סמ"ק למ"ר, במתיל ברומיד, גר' למ"ר)



איור 2. השפעת חיטוי קרקע ואיכות מי ההשקיה על יבול מילונים. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין כל הטיפולים. המספרים המצוינים ליד שמות התכשירים מציינים מינון התכשירים (סמ"ק למ"ר, במתיל ברומיד, גר' למ"ר)

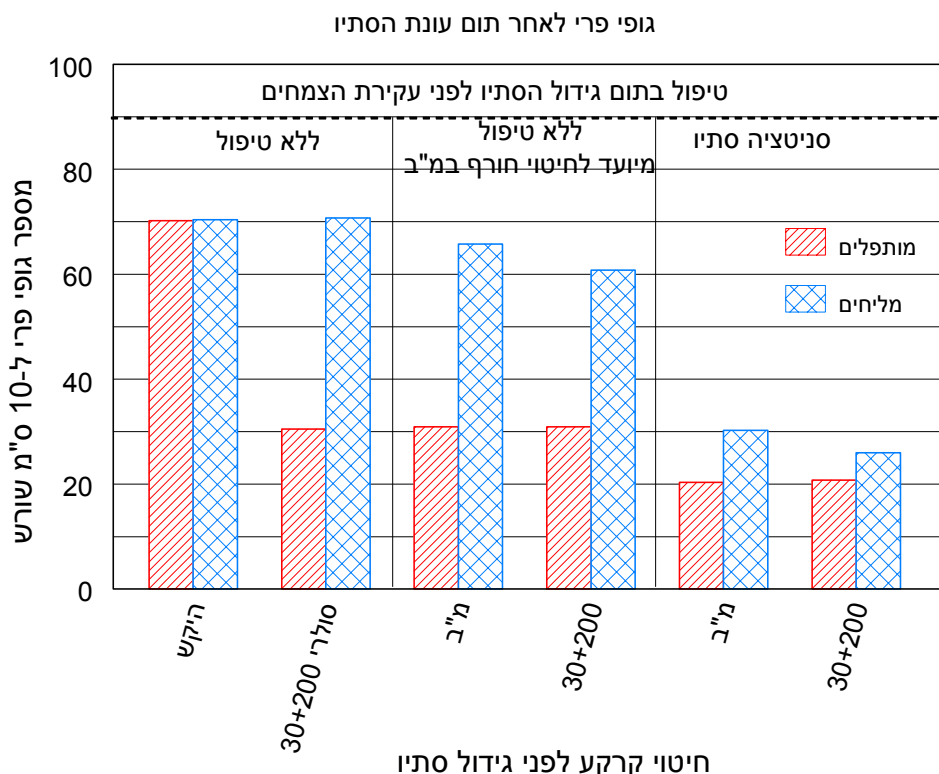
### טיפולים לקראת עונת האביב

בתום גל הקטיפה האחרון בעונת הסתיו בוצעו הפעולות הבאות:

א. לחלקות בטיפולים מסי' 3,5 (טבלה 1). הוזרם אדיגן במינון 15 סמ"ק למ"ר באמצעות שלוחות הטיפטוף (שלוחה אחת לערוגה) על מנת לקטול את השורשים והפטריה שבתוכם.

ב. עשרה ימים לאחר ביצוע הסניטציה נעקרו הצמחים ונאספו שורשים מכל החלקות. קטעי שורש באורך 10 ס"מ הופרדו מהשורשים והועברו למעבדה. מספר גופי הפרי לס"מ שורש נקבע באמצעות מיקרוסקופ סטראוסקופי.

ניתן לראות כי בכל השורשים שלא בוצע בהם טיפול סניטציה התפתחו גופי פרי של הפטרייה בכמות גדולה (איור 3). ממצא זה בולט גם בחלקות שחוטאו ושיעור ההתמוטטות בגידול הסתיו היה קטן. חיטוי הקרקע בסתיו אינו מכחיד את הפטריה בקרקעות לגמרי. מעט האינקולום ששרד בקרקע מחוטאת מתבססים באיטיות, אינם גורמים לנזק או מחלה בצמחים אך מייצרים לקראת תום העונה את גופי הפרי. כפועל יוצא מכך, בתום הגידול הסתוי נוצר פוטנציאל אינקולום גדול. טיפולי הסניטציה באמצעות קטילת הצמחים באדיגן הפחיתו מאד את יצירת גופי הריבוי בשורשי הצמחים (איור 3). שיעור ההפחתה היה גדול יותר בחלקות שהושקו במים מותפלים, אם כי ההבדל אינו מובהק. מאידך בולטת יצירה מוגברת של גופי פרי על שורשים של צמחים שגדלו במים מליחים על רקע חיטוי קרקע לפני הגידול בסתיו. זאת למרות ששיעור המחלה בסתיו בצמחים לא היה שונה בין אלה שהשקו במים מליחים לבין אלה שהושקו במים מותפלים.

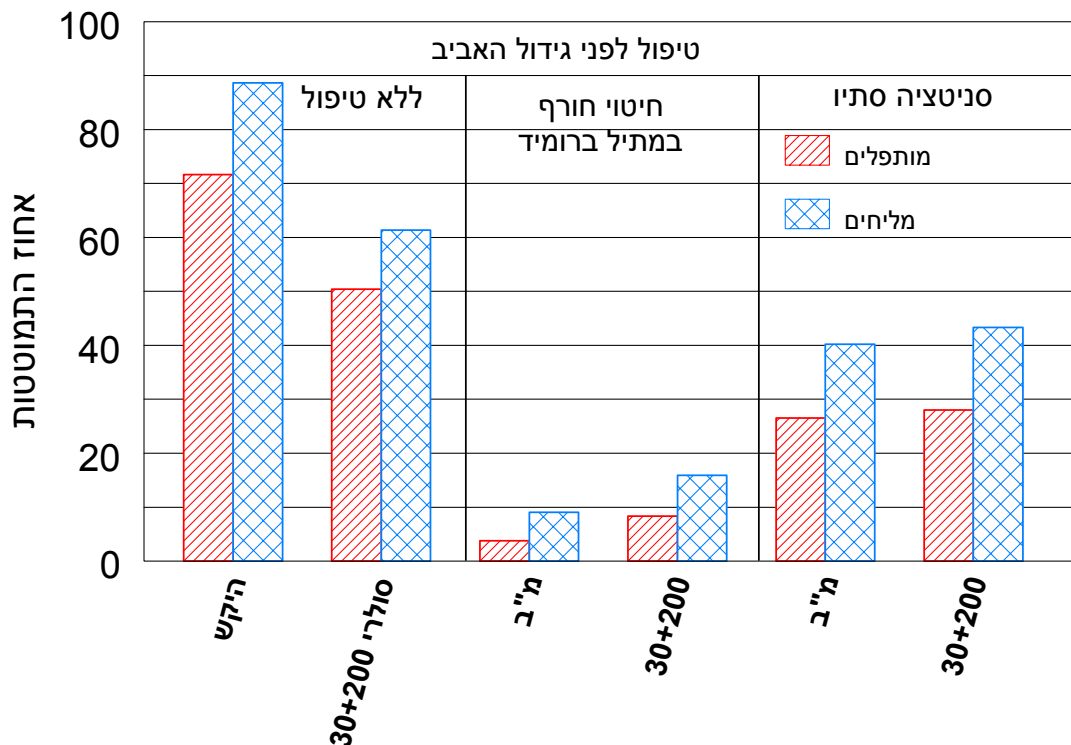


איור 3. השפעת טיפולי סניטציה באדיגן על יצירת גופי ריבוי של הפטריה *M. cannonballus* בשורשי מילון. המספרים המציגים בבסיס האיור ליד שמות התכשירים מציגים מינון התכשירים (סמ"ק למ"ר, במתיל ברומיד, גר' למ"ר)

ג. שבועיים לפני שתילת גידול האביב בוצע חיטוי במתיל ברומיד בחלקות בטיפולים 2,4. החיטוי בוצע בשיטת הגז החם במינון 50 גר' למ"ר

### גידול אביב

בתחילת חודש ינואר נשתל גידול האביב על רקע הטיפולים שתוארו לעיל. חלוקת הבלוקים ותכנון משטרי ההשקיה היו באותם חלקות כפי שבוצע בגידול הסתיו. הגידול האביבי בוצע בהדליה במנהרות עבירות. 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. בחודש אפריל קרסו המנהרות בעקבות סופה וכדי לא לפגוע בצמחים הם הושארו שרועים עד תום הגידול. בפרק זמן זה נאסף הפרי ונשקל. בתום הגידול בחודש מאי נספרו הצמחים שהתמוטטו בכל טיפול.

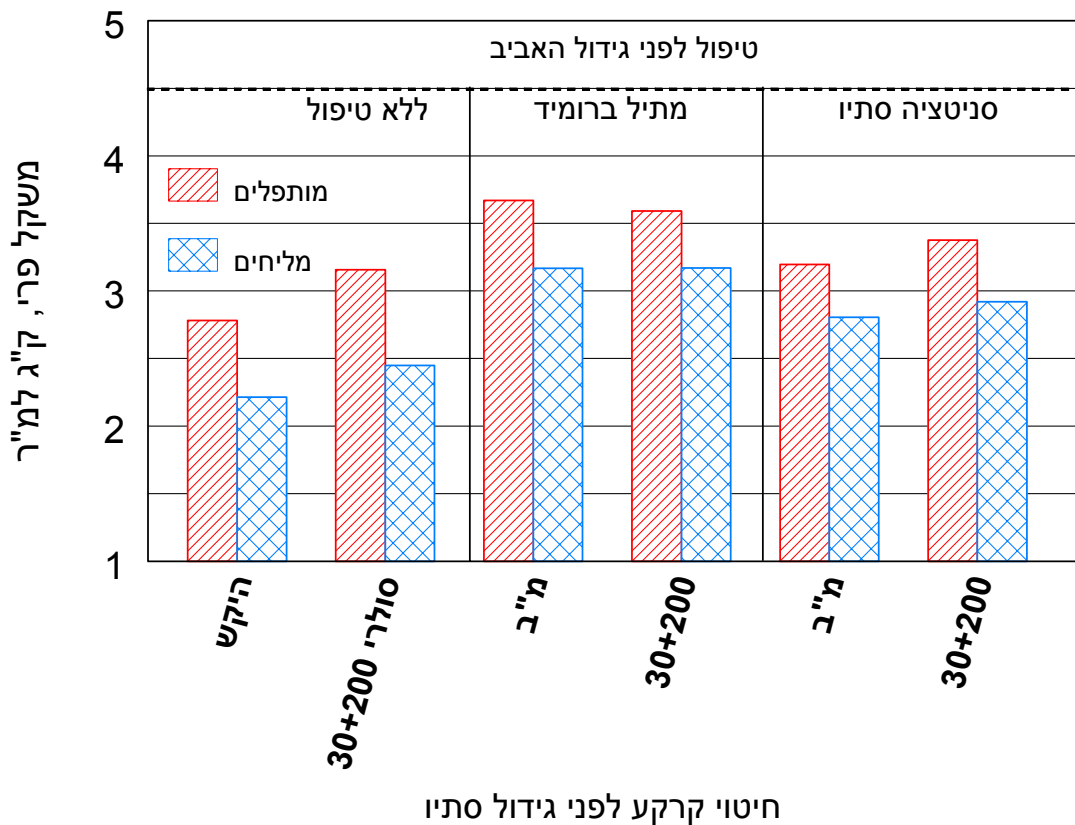


### חיטוי קרקע לפני גידול סתיו

איור 4. השפעת חיטוי קרקע בסתיו, טיפולי סניטציה או חיטוי בחורף, ואיכות מי ההשקיה על שיעור תמותת צמחי מילון בגידול האביב. המספרים המצוינים בבסיס האיור ליד שמות התכשירים מציינים מינון התכשירים (סמ"ק למ"ר, במתיל ברומיד, גר' למ"ר)

בכל החלקות שלא טופלו לפני גידול האביב (סניטציה, או חיטוי חורף) היה שיעור ההתמוטטות גבוה (איור 4). בחלקות שהושקו במים מליחים היה שיעור ההתמוטטות רב יותר, מאשר בחלקות שהושקו במים מותפלים. תופעה זו בלטה בכל החלקות ללא קשר לטיפול החיטוי או הסניטציה. חיטוי קרקע בחורף במתיל ברומיד היה יעיל ביותר בהפחתת ההתמוטטות בגידול האביב. טיפול זה מהווה מדד ליעד אליו אנו רוצים להגיע בגידול האביב. טיפולי הסניטציה בתום גידול הסתיו היו יעילים בהפחתת ההתמוטטות בהשוואה לחלקות ללא טיפול לפני גידול האביב. טיפולי הסניטציה שבוצעו על רקע השקיה במים

מותפלים היו יעילים יותר מאלה שבוצעו על רקע השקיה במים מליחים. תוצאות אלה הן בהתאמה ליצירת גופי הפרי בתום גידול האביב שהיו מרובים יותר בשורשי הצמחים שגדלו על מים מליחים בכל הטיפולים. כמות היבול בניסוי היתה נמוכה מהצפוי בגלל קריסת המבנים והפגיעה בצמחים. בכל זאת נאסף היבול ונשקל כדי לבטא את הפוטנציאל בטיפולים השונים. בכל החלקות שלא טופלו לפני גידול האביב (סניטציה, או חיטוי חורף) היה שיעור היבול נמוך (איור 5). בחלקות שהושקו במים מותפלים היה שיעור היבול רב יותר, מאשר בחלקות שהושקו במים מליחים. תופעה זו בלטה בכל החלקות ללא קשר לטיפול החיטוי או הסניטציה. חיטוי קרקע בחורף במתיל ברומיד, או סניטציה בתום גידול הסתיו הניבו יבול גבוה ללא הבדל מובהק ביניהם. טיפולי הסניטציה שבוצעו על רקע השקיה במים מותפלים היו יעילים יותר בהגדלת היבול מאלה שבוצעו על רקע השקיה במים מליחים.



איור 5. השפעת חיטוי קרקע בסתיו, טיפולי סניטציה או חיטוי בחורף, ואיכות מי ההשקיה על שיעור תמותת צמחי מילון בגידול האביב. המספרים המצוינים ליד שמות התכשירים מציינים מינון התכשירים (סמ"ק למ"ר, במתיל ברומיד, גר' למ"ר)

### סיכום

בניסוי זה נבחנה יעילותו של ממשק הדברה כולל בהדברת ההתמוטטות במילונים במשך שתי עונות גידול ללא שימוש במתיל ברומיד. ממצאי הניסוי מצביעים כי שילוב כל האמצעים מביא בגידול האביב לתוצאה דומה לזו אשר מושגת על ידי חיטוי במתיל ברומיד לפני הגידול.

- שילוב התכשירים אדיגן ופורדור מהווה חלופה יעילה למתיל ברומיד בחיטוי בקיץ. חיטוי בתכשירים אלה בשילוב חיטוי סולרי משפר עוד את יעילות ההדברה. ממצאים אלה מאששים את התוצאות משנים קודמות. לשילוב זה קיים כיום רישוי ליישום מסחרי.
- מליחות מי ההשקיה מגבירה את שיעור התחלואה בהתמוטטות של צמחי מילונים. השקיה במים מליחים מגבירה את רגישות הצמחים לתקיפת הפגעים בעיקר בעונת הגידול הארוכה בגידול האביב.

בגידול הסתיו הקצר מתבטא ההבדל בעיקר ביבול הנמוך יותר בחלקות שמושקות במים מליחים בהשוואה לאלה המושקות במים מותפלים. המשמעות המעשית היא כי אין כמעט מרווח לטעות בחיטוי קרקע בתנאים אלה. על כן חובה להקפיד בכל מרכיבי החיטוי לצורך ביצוע מושלם והדברה מרבית.

- סניטציה בתום עונת הסתיו היא פעולה יעילה ופשוטה. יעילותה של הסניטציה גוברת כאשר היא מבוצעת בחלקות בריאות ששיעור המחלה בהם נמוך. בשעורי מחלה נמוכים מ-30% בסתיו, פעולת הסניטציה גוררת שעור מחלה נמוך גם באביב. לעומת זאת סניטציה בשיעור מחלה גבוה אינה יעילה, כפי שמשקף בשיעור מחלה גבוה בגידול האביב.
- בשעורי מחלה נמוכים בסתיו 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. שיעור 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 שיעור המחלה באביב נמוך יותר וגם יעילות הסניטציה גוברת. 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.

### **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 נתיב, 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**