



2000-2002

תקופת המחקר:

459-0290-02

קוד מחקר:

**Subject:** IMPROVED SOILBORNE PEST CONTROL IN  
HERB CROPS

**Principal investigator:** AVRAHAM GAMLIEL

**Cooperative investigator:** MIRIAM AUSTERWEIL, ORNA  
OKO, ZION DEKO, JACOB KATAN, ALIANA  
RABINOVITCH

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

**שם המחקר:** הדברת מחלות קרקע בצמחי  
תבלין

**חוקר ראשי:** אברהם גמליאל

**חוקרים שותפים:** מרים אוסטרוביץ, אורנה  
אוקו, ציון דקו, יעקב קטן, אליאנה רבינוביץ

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

### תקציר

**הצגת הבעיה:** מטרת המחקר הנוכחי הינה לפתח שיטות חלופיות להדברת פגעי קרקע בצמחי תבלין. העבודה תתמקד בשני כיוונים. כיוון אחד יהיה שילוב חיטוי סולרי בתכשירים כימיים במינון מופחת, להדברת פגעים קשי הדברה כגון נמטודות יוצרות עפצים ופטטריות שורש. אחת הבעיות העקרויות בחיטוי קרקע דרסטיים הינו יצירת הואקום הביולוגי ואילוח מחדש של קרקעות מחוטאות בתום החיטוי. בתוכנית זו ניסינו להציב דגש בהשגת פתרונות לנושא זה על ידי שילוב מרכיבים נוספים לאחר החיטוי כגון הדברה ביולוגית, ותוספים כימיים ואורגניים (קומפוסט). כיוון שני

**מהלך ושיטות העבודה:** העבודה התמקדה במספר כיוונים. כיוון אחד היה בחינת יעילותו של החיטוי הסולרי בהדברת פגעי שורש בעירית והשפעתו על עיכוב הצימוח בתחילת הגידול. בחנו את יעילות החיטוי ואת השפעת משך החיטוי ומועד הביצוע על מידת עיכוב הגידול של העירית. במקביל בחנו הטענה של שתילים במיקוריזה על מנת למנוע את עיכוב הגידול. בשדה הוצבו ניסויי שדה המשלבים חיטוי סולרי, חיטוי סולרי משולב בתכשירים כימיים או תוספים אורגניים, והטענת שתילים במרכיבים ביולוגיים כגון טריכודרמה ומיקוריזה. כיוון נוסף היה בחינת פעילותם של תוספים משיירי צמחי תבלין בשילוב חיטוי סולרי במערכת מעבדה מבוקרת ובשדה. כיוון שלישי היה בחינת האפשרות לחטא בתי רשת בעונת החורף לקראת גידולי אביב וקיץ. חיטוי קרקע בחורף מבוצע בתנאים לא טובים להשגת יעילות הדברה גבוהה, מאידך זו העונה היחידה בה ניתן לחטא את הקרקע במערכת גידול זו. לכן בחנו את האפשרות לחטוי חורף בתכשירים כימיים או בתוספים אורגניים שמקורם בשיירי צמחי תבלין.

**תוצאות עיקריות:** התפרקות שיירי צמחי תבלין בקרקע במהלך חיטוי סולרי משחררת תרכובות נדיפות רעילות המשפיעות על קטילת פגעי קרקע. בשדה מצאנו כי חיטוי קרקע כימי משולב בהטענת שתילים במיקוריזה משפר את היבול. חיטוי סולרי בקרקע מאולחת בשורש ורוד. היה יעיל בהדברת המחלה. מיקוריזה משפרת את הגידול ומתקנת פגיעה בגידול שמקורה בהפחתת המיקוריזה בקרקע. חיטוי חורף כימי או בשילוב תוספים אורגניים היה יעיל בקטילת פטריות והדברת עשבים. שילוב חיטוי סולרי והצנעת חומר אורגני היה יעיל בקטילת פתוגנים בקרקע.

מסקנות והמלצות: על בסיס התוצאות גיבשנו המלצות ליישום מסחרי בגידול עירית המשלב חיטוי סולרי והטענת ומיקוריזה. היישום של חיטויי חורף לקראת שתילות אביב הורחב לשלב חצי מסחרי. שילוב של חיטוי סולרי ותוספים אורגניים נבחן היום במשקי תבלינים בהיקף חצי מסחרי.

#### פירסומים

1. Wininger, S., Gadkar, V., Gamliel, A., Skutelsky, Y., Rabinowich, E., Manor, H. and apulnik, Y. 2002. Response of Chive (*Allium tuberosum*) to AM fungal application following soil solarization under field conditions. *Symbiosis* (in press).

# הדברת מחלות קרקע בצמחי תבלין בבתי צמיחה

## IMPROVED SOILBORNE PEST CONTROL IN GREENHOUSE HERB CROPS

דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מס' 02-0290-459

מוגש למדען הראשי של משרד החקלאות ולהנהלת ענף ירקות ע"י

ע"י

אברהם גמליאל, מרים אוסטרוביץ, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני בית דגן  
(email: agamliel@agri.gov.il)

יורם קפולניק, המכון לגידולי שדה, מרכז וולקני בית דגן  
יעקב קטן, הפקולטה לחקלאות ומדעי הסביבה, רחובות

אורנה אוקן, שה"ם מחוז באר שבע

אליאנה רבינוביץ, שה"ם

ציון דקו, הנהלת ענף ירקות.

Abraham Gamliel, Miriam Austerweil, Institute of Agricultural Engineering, ARO,  
Volcani Center, Bet Dagan (email: agamliel@agri.gov.il)

Yoram Kapulnik, Institute of Agricultural Engineering, ARO, Volcani Center, Bet  
Dagan

Yaacov Katan, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Rehovot,

Orna Ucko, Ministry of Agriculture, Extension Service, Beer Sheva

Eliana Rabinowitz, Ministry of Agriculture, Extension Service, Beer Sheva

Zion Decko, Vegetable Board

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

חתימת החוקר

### תקציר

הצגת הבעיה: מטרת המחקר הנוכחי הינה לפתח שיטות חלופיות להדברת פגעי קרקע בצמחי תבלין. העבודה תתמקד בשני כיוונים. כיוון אחד יהיה שילוב חיטוי סולרי בתכשירים כימיים במינון מופחת, להדברת פגעים קשי הדברה כגון נמטודות יוצרות עפצים ופטטריות שורש. אחת הבעיות העקרויות בחיטוי קרקע דרסטיים הינו יצירת הואקום הביולוגי ואילוח מחדש של קרקעות מחוטאות בתוס החיטוי. בתוכנית זו ניסינו להציב דגש בהשגת פתרונות לנושא זה על ידי שילוב מרכיבים נוספים לאחר החיטוי כגון הדברה ביולוגית, ותוספים כימיים ואורגנים (קומפוסט). כיוון שני

מהלך ושיטות העבודה: העבודה התמקדה במספר כיוונים. כיוון אחד היה בחינת יעילותו של החיטוי הסולרי בהדברת פגעי שורש בעירית והשפעתו על עיכוב הצימוח בתחילת הגידול. בחנו את יעילות החיטוי ואת השפעת משך החיטוי ומועד הביצוע על מידת עיכוב הגידול של העירית. במקביל בחנו הטענה של שתילים במיקוריזה על מנת למנוע את עיכוב הגידול. בשדה הוצבו ניסויי שדה המשלבים חיטוי סולרי, חיטוי סולרי משולב בתכשירים כימיים או תוספים אורגנים, והטענת שתילים במרכיבים ביולוגיים כגון טריכודרמה ומיקוריזה. כיוון נוסף היה בחינת פעילותם של תוספים משיירי צמחי תבלין בשילוב חיטוי סולרי במערכת מעבדה מבוקרת ובשדה. כיוון שלישי היה בחינת האפשרות לחטא בתי רשת בעונת החורף לקראת גידולי אביב וקיץ. חיטוי קרקע בחורף מבוצע בתנאים לא טובים להשגת יעילות הדברה גבוהה,

מאידך זו העונה היחידה בה ניתן לחטא את הקרקע במערכת גידול זו. לכן בחנו את האפשרות לחטוי חורף בתכשירים כימיים או בתוספים אורגניים שמקורם בשיירי צמחי תבלין.

**תוצאות עיקריות:** התפרקות שיירי צמחי תבלין בקרקע במהלך חיטוי סולרי משחררת תרכובות נדיפות רעילות המשפיעות על קטילת פגעי קרקע. בשדה מצאנו כי חיטוי קרקע כימי משולב בהטענת שתילים במיקוריזה משפר את היבול. חיטוי סולרי בקרקע מאולחת בשורש ורוד היה יעיל בהדברת המחלה. מיקוריזה משפרת את הגידול ומתקנת פגיעה בגידול שמקורה בהפחתת המיקוריזה בקרקע. חיטוי חורף כימי או בשילוב תוספים אורגניים היה יעיל בקטילת פטריות והדברת עשבים. שילוב חיטוי סולרי והצנעת חומר אורגני היה יעיל בקטילת פתוגנים בקרקע.

**מסקנות והמלצות:** על בסיס התוצאות גיבשנו המלצות ליישום מסחרי בגידול עירית המשלב חיטוי סולרי והטענת ומיקוריזה. היישום של חיטוי חורף לקראת שתילות אביב הורחב לשלב חצי מסחרי. שילוב של חיטוי סולרי ותוספים אורגניים נבחן היום במשקי תבלינים בהיקף חצי מסחרי.

#### רשימת פירסומים

1. Wininger, S., Gadkar, V., Gamliel, A., Skutelsky, Y., Rabinowich, E., Manor, H. and apulnik, Y. 2002. Response of Chive (*Allium tuberosum*) to AM fungal application following soil solarization under field conditions. *Symbiosis* (in press).

#### מבוא

##### מחלות שורש בגידולי צמחי תבלין בבתי צמיחה

גידול צמחי תבלין טריים בבתי צמיחה ליצוא הינו ענף חדש עתיר עבודה והכנסה המתפתח במהירות. הגידול האינטנסיבי של מגוון רחב של סוגי צמחים במשך כל השנה גורם להופעה והתפרצות מחלות שורש שחלקן חדשות וחלקן ידועות בצמחי תבלין אחרים. מחלות כגון פוזריום של בזיל אובחנו ופותחה שיטה כוללת להדברתה. בשנים האחרונות אובחנו מחלות נוספות, מוכרות בגידולים קרובים וגם חדשות לגמרי. מחלת השורש הורוד בעירית (מחלה ידועה בשושנים) אובחנה בעירית באזורים שונים בארץ; פוזריום בטרנזון - מחלה חדשה בגידול - אובחן בטרנזון בכל הארץ. במרווח אובחנו התמוטטויות צמחים שהגורם להם טרם הוגדר במדויק. פתוגנים רב פונדקאים ידועים ומוכרים כגון נמטודות יוצרות עפצים, וגורמי מחלות נבטים (פיתיום ריזוקטוניה) מתעצמים גם הם במהירות בחלקות גידול של צמחי תבלין רבים. הדברת כל המחלות שהוזכרו ורבות אחרות מחייבים התערבות בטיפולים כגון חטוי קרקע לפני תחילת הגידולים. המודעות הגוברת בציבור לאיכות הסביבה ולפגיעה של חומרי הדברה בסביבה, וכן הדרישה בשוקי היצוא לתוצרת ללא שאריות תכשירי הדברה מחייבים פיתוח אמצעי חיטוי ללא שאריות תכשירים כימיים או אמצעים לא כימיים יעילים יאפשר גידול מגוון רחב יותר של גידולים ללא תלות בחומרי חיטוי כימיים.

##### חיטוי קרקע

מגוון תכשירי החיטוי המתאימים לחיטוי קרקע להדברת פגעים בגידולים בבתי צמיחה הם מצומצמים. התכשירים המבוססים על שחרור מתיל איזוטיציאנט (כגון, מתאם סודיום, בזאמיד) אינם יעילים לבדם בהדברת הגורם להתמוטטות במינונים כלכליים. יעילותם של תכשירים אחרים כגון טילון בשילוב כלורופיקרין טרם הובררה, מעבר לעובדה שתכשירים אלה אינם מורשים עדין לשימוש בארץ. חיטוי סולרי של קרקע יעיל בהדברת מחלות רבות אך אינו יעיל בהדברת מחלות סבילות לחום כגון רקבון הכתר

בעגבניות. גם פוזריום של בזיל באילוח רב אינו רגיש לחיטוי סולרי. חיטוי סולרי יהיה יעיל רק בטמפרטורות גבוהות במיוחד. מצב זה מחייב פיתוח גישות המשלבות מספר שיטות. שילוב חיטוי סולרי בתכשירים כימיים במינון מופחת, עשוי לשפר את יעילות החיטוי הסולרי ולאפשר הרחבת השימוש בשיטה זו כנגד פגעים חדשים ובתנאי אקלים נוחים פחות. שילוב זה מאפשר שימוש במנות מופחתות של תכשירים כימיים בעקבות לכידת תכשירי החיטוי תחת יריעת הפלסטיק. כמו כן, שילוב זה עשוי להגביר את פעילותם של התכשירים הכימיים ואת רגישות הפתוגנים על ידי חימום הקרקע.

חיטוי סולרי: חיטוי סולרי הינו חיטוי לא כימי אשר פותח בשנות ה-70. חיטוי זה מבוסס על פרישת יריעות פלסטיק שקופות על פני הקרקע במשך הקיץ וחימומה למשך תקופה של 4-6 שבועות. בתנאי יישוב טובים התחממות הקרקע בשיטת זו גורמת לקטילת מיגון רחב של גורמי מחלות, מזיקי קרקע ועשבים רעים. קטילת פתוגנים בחיטוי סולרי הינה תוצאה של השגת חום קטלני, שחרור חומרים נדיפים לאווירת הקרקע במשך החיטוי ושנוי באוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע. טמפרטורות הקרקע במהלך חיטוי סולרי אינן גבוהות בהשוואה לשיטות חיטוי כמו קיטור ולכן, השינויים המיקרוביאליים הכימיים והפיזיקליים החלים בקרקע בעקבותיהם הם יותר מתונים. גם תופעות שליליות המאפיינות חיטויים דרסטיים כגון ואקום ביולוגי ואילוח מחודש של קרקעות מחוטאות, אינו קיים בחיטוי סולרי. לעומת זאת נפוצה תופעה של יצירת תיגודת קרקע (Soil suppressiveness) לאכלוס מחודש של פתוגנים בעקבות חיטוי סולרי.

שילוב חיטוי סולרי באמצעים נוספים: לחיטוי סולרי מגבלות של תלות בתנאי מזג אויר ומשך ביצוע ארוך שבו יריעות הפלסטיק חשופות לפגעי מזג האוויר ובעלי חיים. כמו כן פתוגנים מסוימים כגון הגורם להתמוטטות המילונים, בערבה ופטריית הפוזריום הגורמת למחלת ריקבון הכתר בעגבניות, אינם נקטלים ביעילות באמצעי זה. שילוב חיטוי סולרי בתכשירים כימיים כמו מתיל ברומיד, מתאס, סודיום ואחרים, במינון מופחת, עשוי לשפר את יעילות החיטוי ולאפשר הרחבת השימוש בשיטה זו כנגד פגעים חדשים ובתנאי אקלים נוחים פחות. התועלת הצפויה משילוב חיטוי סולרי בתכשירים כימיים הינה: לכידת תכשירי החיטוי תחת יריעת הפלסטיק, המשמשת ממילא לחיטוי הסולרי, הגברת יעילות החיטוי הסולרי וקיצור משך ביצוע, הרחבת טווח הפגעים הנקטלים, עלות נמוכה יותר, ומזעור הנזקים הנגרמים לסביבה. בעבודות קודמות מצאנו כי השילוב של חיטוי סולרי במינון נמוך של תכשירי חיטוי הדביר מחלות שורש בירקות בצורה יעילה. יישוב תכשיר ההדברה פרק זמן לאחר תחילת החיטוי הסולרי היה יעיל יותר בהדברת הפגעים לעומת יישוב תכשיר במקביל לחיטוי הסולרי. ההסבר האפשרי הוא החלשת הפתוגנים על ידי החיטוי הסולרי וקטילתם על ידי התכשירים הכימיים.

צמחי תבלין מסוימים כגון טרגון, מרווה, רוזמרין מכילים חומרים רעילים לגורמי מחלות. ניתן לנצל תכונה זו וליישם שילוב של חיטוי סולרי בהצנעת שיירי צמחים כאלה להדברה יעילה של מחלות בגידולים הרלוונטיים. העשרת הקרקע בחומר אורגני מכוונת לקטול פתוגנים ובמקביל לעודד את כלל אוכלוסיות המיקרואורגניזמים ובניהם כאלו אשר מונעים את פעילותם של הפתוגנים. בעבודה הקדמית מצאנו שחימום קרקע מועשרת בשיירי טרגון ומרווה במשטר חיטוי סולרי במערכת מבוקרת, גרם לשחרור תרכובות נדיפות שהיו קטלניות לגופי ריבוי של פטריות שנבדקו. השילוב של חימום קרקע מועשרת בחומר אורגני גרם להגברת הפעילות המיקרוביאלית בקרקע. ולכן עשוי בנוסף לקטילת פתוגנים גם לשפר את כושר הדיכוי של הקרקע ולמנוע התבססות מחודשת של גורמי מחלות. בעבודה שבוצעה על ידי מקצת החוקרים המעורבים בתוכנית זו הושגה הפחתה משמעותית של אוכלוסיות פתוגנים מקבוצות שונות לצמחים כגון, סטרפטומיצאים מחוללי גרב בתפא"ד, דוררת מחוללת נבילה בתפוא"ד, נמטודות חופשיות. הליך זה הינו

בניגוד גמור להדברה הכימית. בהדברה הכימית הכוונה לקטול ביעילות ספקטרום רחב של אורגניזמים בקרקע. העשרת הקרקע בחומר אורגני תורמת לעידוד אוכלוסיות של כלל המיקרואורגניזמים ובניהם כאלו אשר מונעים את פעילותם של הפתוגנים.

### הדברת פגעי קרקע בעירית באמצעות חיטוי סולרי משולב בהטענת שתילים במיקוריזה

בשנתיים האחרונות ביצענו ניסויים לבחינת יעילות החיטוי הסולרי בהדברת שורש ורוד בעירית והטענת שתילים במיקוריזה לאחריו. איזור יבנאל מאופיין בקרקע כבדה מאד ואילוח רב של הקרקעות במחלת השורש הורוד ונמטודות יוצרות עפצים. חיטוי קרקע כימי עלול לגרום לפגיעה בצמחים לאחר החיטוי בגלל ישאריות תכשירים בקרקע. בנוסף צמח העירית רגיש לנוכחות מיקוריזה. חיטוי הקרקע פוגעים באוכלוסיות המיקוריזה בקרקע וכתוצאה מכך סובלים שטחי העירית באזור מתסמונת עיכובי תחילת גידול בחלקות מחוטאות. בשנים האחרונות אנו עדים לתסמונת עיכוב גם לאחר חיטוי סולרי, למרות שחיטוי זה אינו משולב בתכשירים כימיים ולמרות שבאופיו זהו חיטוי שהשפעתו על אוכלוסיות אורגניזמים בקרקע אינה דרסטית. אחת הדרכים לתקן את תסמונת עיכובי תחילת הגידול היא באמצעות הטענת השתילים במיקוריזה.

מטרות העבודה היו:

- בחינת משך החיטוי הסולרי ומועד הביצוע והשפעתם על יעילות הדברת מחלת השורש הורוד;
- מידת הפגיעה במיקוריזה טבעית בקרקע על ידי חיטוי סולרי.
- הטענת מיקוריזה בשתילים כאמצעי לצמצום תסמונת עיכוב תחילת הגידול.

בוצעו שני ניסויים בעונת 1999-2000 ובעונת 2000-2001. נבחרו שתי חלקות באזור יבנאל במשקו של דוד ראובני. בחלקות אלה גודלו בעבר גידולים רגישים למחלת השורש הורוד (בצל ועירית) והם נגועות במחלה. מחלה זו להלן תוצאות הניסוי בשנת המחקר השניה.

#### ניסוי שנת 2000-2001

הניסוי בוצע במתכונת דומה לניסוי בשנת המחקר הראשונה במנהרות עבירות (50 מטר אורך, 6 מטר רוחב). בניסוי זה נבחנו רק ארבעה טיפולים הכוללים חיטויים החל מחודש יולי:

1. חיטוי סולרי מתחילת יולי - סוף יולי (4 שבועות, עוצמה 1)
2. חיטוי סולרי מתחילת יולי - אמצע אוגוסט (6 שבועות, עוצמה 2)
3. חיטוי סולרי מאמצע יולי - אמצע אוגוסט (4 שבועות, עוצמה 3)
4. היקש ללא חיטוי כלל.

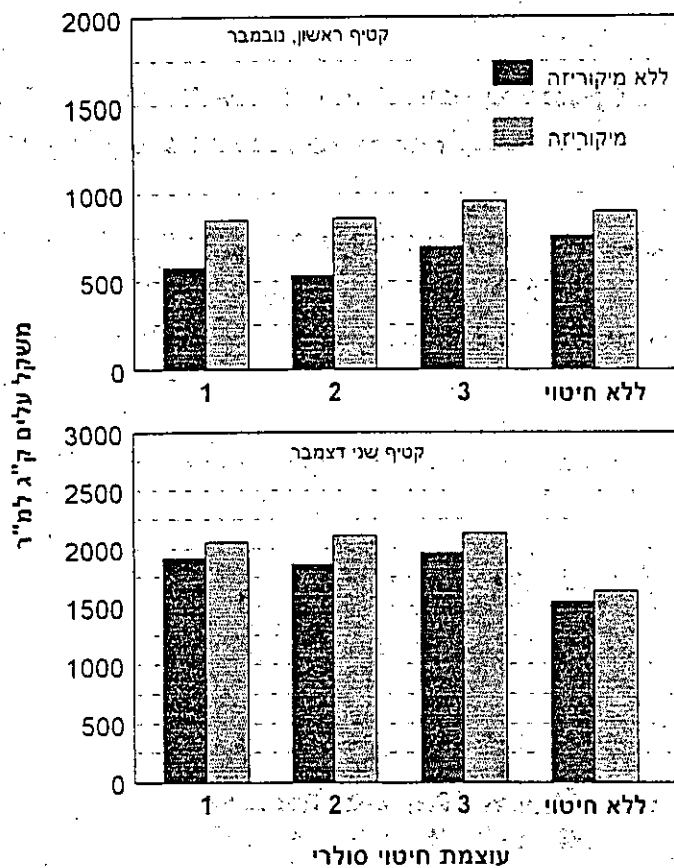
הניסוי בוצע במתכונת של בלוקים באקראי ב-4 חזרות. במהלך החיטוי נמדדו טמפרטורות הקרקע בכל משטרי החיטוי. לאחר תום החיטוי הוכנה החלקה לשתילה. בניגוד לנסוי הראשון נשתלו בכל הערוגות שתילים רגילים או שתילים שהוטענו במיקוריזה במשתלה. שתילת השתילים (מוטענים במיקוריזה או ללא הטענה), היתה במתכונת של חלקות מפוצלות.

### השפעת עוצמת החיטוי על עיכובי תחילת הגידול

גם בשנה השניה התבטאה עוצמת החיטוי הסולרי בתסמונת עיכוב תחילת הגידול. עיכוב זה מתבטא בעיקר בקציר הראשון (ציור מס' 1) שבו היה משקל הנוף הקצור בחיטויים נמוך בהשוואה לחלקות ללא חיטוי. העוצמות השונות של החיטוי הסולרי השפיעו על הגידול הראשוני של העירית בטיפול החיטוי השונים. משקל עלי העירית בשתילים ללא הטענה מלאכותית של מיקוריזה היה נמוך יותר בחלקות בהם עוצמת החיטוי הסולרי הייתה רבה (חיטוי יולי- אוגוסט). משקל העלים בחלקות אלה היה 30-47% ממשקלם של על העירית בחלקת ההיקש (שעור דומה לתוצאות השנה הקודמת). מגמה זו נשמרה גם בקציר השני שנערך בחודש דצמבר, אך שעור ההבדלים הצטמצם.

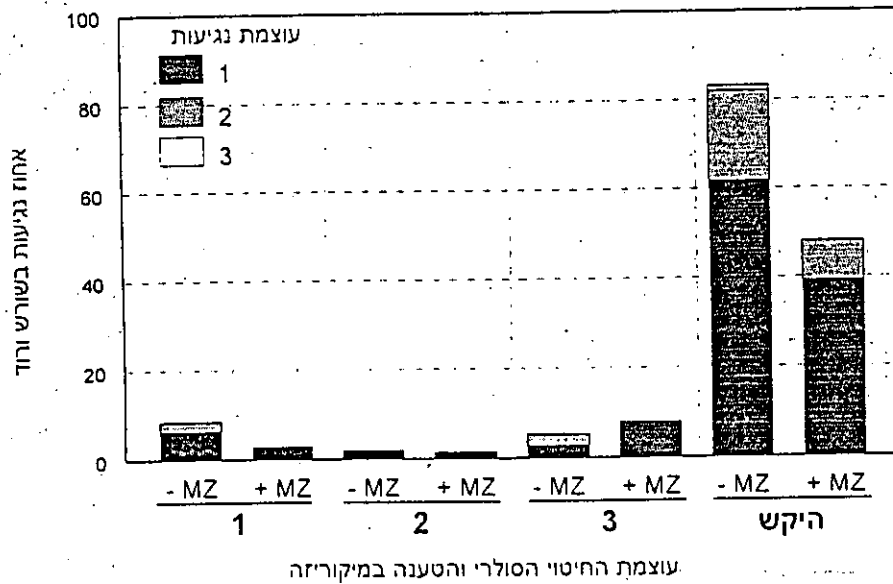
הטענת שתילי העירית במיקוריזה שיפרה מאוד את התפתחות הצמחים ביחס לצמחים ללא הטענה מוקדמת באותן חלקות חיטוי (ציור מספר 1). משקל העלווה הקצורה (קציר ראשון) של צמחים שהוטענו במיקוריזה היה גבוה ב- 44-65% ממשקלם של צמחים באותה חלקה ללא הטענה מוקדמת של מיקוריזה. הטענת צמחים במיקוריזה תיקנה את בעיית עיכוב הגידול בחיטויים החזקים ומשקל הצמחים בחלקות אלו לא נבדל ממשקל הצמחים בחלקות ההיקש ואף היה רב יותר במקרים מסויימים.

תרומת המיקוריזה הייתה בולטת גם בקטיף השני בחודש דצמבר אם כי ההבדלים קטנים יותר. בקציר השני היה יכול הצמחים בחלקות המחוטאות רב יותר מאשר חלקות ההיקש.



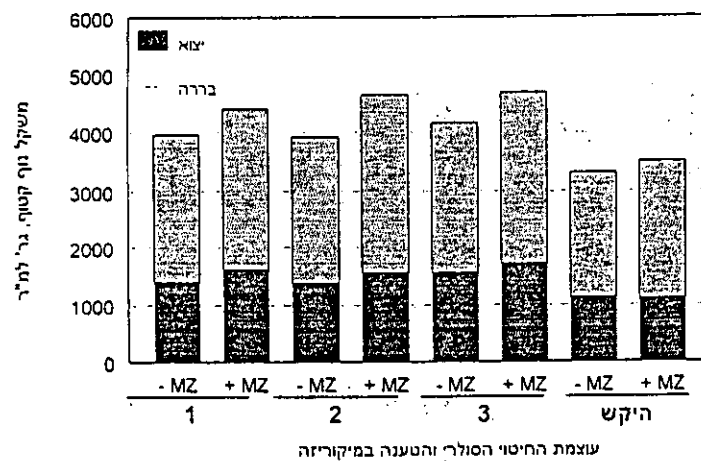
ציור מספר 1 - השפעת עוצמות שונות של חיטוי סולרי על משקל עלי עירית בחלקות שבהן נשתלו שתילים ללא הדבקה מלאכותית וכאלה שהוטענו במיקוריזה במשתלה. מקרא לעוצמות החיטוי מופיע בתאור החיטויים.

כל טיפולי החיטוי היו יעילים בהדברת מחלת השורש הורוד בעירית (ציור מס' 2). תחילת התבטאות המחלה נרשמה בחודש ינואר והשפיע על יכול הצמחים בחלקות ההיקש (ציור מס' 1). לא היה הבדל בהדברת המחלה בין טיפולי החיטוי השונים. להטענת השתילים במיקוריזה היה תרומה בהפחתה נוספת של שיעור המחלה. למיקוריזה היה תרומה בהפחתת המחלה גם בחלקות ההיקש (ציור מס' 2).



ציור מספר 2 – השפעת עוצמת החיטוי הסולרי על הדברת שורש ורוד בעירית במשך עונת הגידול. מקרא לעוצמת החיטוי הסולרי מופיע בתאור הניסוי.

היבול הכללי של העירית במהלך כל עונת הגידול מושפע מעיכובי תחילת הגידול וכן מהשפעת המחלה בהמשך. ניתן לראות כי בחלקת ההיקש נתקבל יכול נמוך ביותר בהשוואה לחלקות המחוטאות (ציור מספר 3). כל טיפולי החיטוי היו דומים בהשפעתם על היבול. להטענת השתילים במיקוריזה היתה תרומה נוספת למשקל הנוף הקצור.



ציור מספר 3 – השפעת עוצמת החיטוי הסולרי על יכול עירית במשך עונת הגידול. מקרא לעוצמת החיטוי הסולרי בטבלה מספר



חיטוי סולרי מבוסס על חימום הקרקע באמצעות קרינת השמש. לכן מידת ההתחממות תלויה בעונת השנה, טמפרטורת האוויר וטמפרטורת הקרקע. כפי שראינו בשדה עוצמת החימום בקרקע במהלך החיטוי הסולרי מתגברת בחודשים יולי ואוגוסט בהשוואה לחודש יוני. זאת למרות שבחודש יוני משך הקרינה הוא הארוך ביותר. ההתחממות הרבה יותר של הקרקע במהלך יולי ואוגוסט נובעת מהתחממות קרקע גלובלית שמתפתחת באיחור מסוים בהשוואה לקרינה.

יעילותו של החיטוי הסולרי נפרשת על מגוון רחב של פגעים (פטריות, חיידקים, חרקי קרקע ועשבים). קטילת פגעים על ידי חיטוי סולרי מושגת בשילוב המחאות של עוצמת החיטוי ומשך החשיפה של הפרופגוליס בקרקע לחיטוי הסולרי. רגישותם של אורגניזמים שונים לחיטוי סולרי משתנה. תוצאה זו מצביעה על הצורך בחימום חזק או ממושך יותר על מנת להשיג הדברה יעילה של פטריות עמידות לחום כגון פוזריום של בזיל. בקרקע בתנאי שדה משמעותיות ההדברה החלקית חמורה יותר שכן ככל שמעמיקים טמפרטורות הקרקע במהלך החיטוי הסולרי הן נמוכות יותר, ולכן עוצמת החיטוי נחלשת. חיטוי הקרקע יעיל מאוד בהדברת מחלת השורש הורוד. ראינו בניסוי השדה כי חיטוי הקרקע שבוצע במהלך יולי ואוגוסט היה יעיל בהדברת המחלה. לעומת זאת חיטוי סולרי במהלך חודש יוני בלבד לא היה יעיל דיו בהדברת המחלה. ככל הנראה טמפרטורת הקרקע במהלך חודש יוני בלבד לא היו מספקות להדברה מקסימלית של המחלה. לעומת זאת הטמפרטורה במהלך יולי ואוגוסט הייתה מספקת כפי שראינו בניסוי השדה, יעילות של החיטוי הסולרי נשמרה במהלך כל תקופת הגידול שלאחר החיטוי.

פטריות מיקוריה, ככל הפטריות, רגישות לפגיעתם של תכשירי חיטוי. ידוע כי חיטוי קרקע כימיים וחיטוי סולרי בעוצמות שונות עלול לפגוע בתפטר ובנבגים בקרקע. בניסוי החיטוי הסולרי ביבנאל מצאנו שחיטוי סולרי בחודש יוני לא פגע באוכלוסיית המיקוריה בקרקע, לעומת זאת חיטוי בחודשים יולי ואוגוסט דיכא בצורה חזקה את פעילות המיקוריה הטבעית בקרקע. בולטת במיוחד הדעיכה באכלוס המיקוריה בקרקע במהלך חודש אוגוסט. הפגיעה במיקוריה בקרקע על ידי החיטוי הסולרי מקבילה לעיכוב בהתפתחות הצמחים לאחר החיטוי. גידול הצמחים על קרקע שחוטאה בחודשים יולי ואוגוסט היה מעוכב ביותר בהשוואה לאלו בקרקע שלא חוטאה כלל או זו שחוטאה בחודש יוני. השפעת עיכוב הגידול נמשכה במשך שלושה חודשים, עד חודש נובמבר.

הוספת מיקוריה לקרקע לאחר חיטוי סולרי משפרת את גידול הצמחים ומתקנת את תופעת עיכוב תחילת הגידול שנובע מקטילת המיקוריה הטבעית בקרקע על ידי החיטוי. מצאנו בשני ניסויי השדה כי שתילת צמחים שהוטענו במשתלה במיקוריה, תרמה להתפתחות טובה יותר במשך שלושת החודשים הראשונים לאחר החיטוי. יתר על כן התבססות המיקוריה המלאכותית בשורשי צמחים הייתה טובה ככל שחיטוי הקרקע היה חזק יותר. יתכן כי האוכלוסייה הטבעית בקרקע מפריעה לאכלוס המיקוריה המלאכותית. קטילתה של המיקוריה הטבעית מאפשרת אכלוס קל ומהיר יותר של המיקוריה המלאכותית. השפעת הוספת המיקוריה לצמחים התבטאה גם בשיפור גדילת הצמחים והוביל במשך שני מחזורי הקציר הראשונים ביבנאל ושלושה מחזורים בחוות עדן. תוספת מיקוריה תרמה ליבול דומה לזה שבחלקות הלא מחוטאות, כלומר עיכוב הגידול תוקן על ידי הוספת המיקוריה.

בשנת העבודה השניה מצאנו כי הוספת מיקוריה לשורשים תרמה לדיכוי מחלת השורש הורוד. ידוע כי מיקוריה מסוגלת לדכא התפתחות מחלות. לתרומה זו ערך מוסף חשוב.

## חיטוי קרקע בבתי רשת לקראת גידולי קיץ

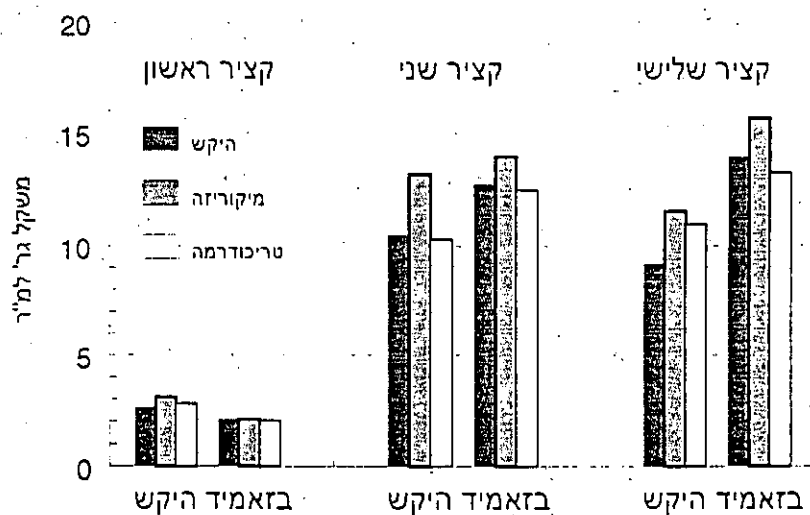
חוות עדן, בקעת בית שאן

בשנתיים האחרונות בחנו את האפשרות לחטא בתי רשת בעונת החורף לקראת גידולי אביב וקיץ. חיטוי קרקע באמצעים כימיים בחורף מבוצע בתנאים לא טובים להשגת יעילות הדברה גבוהה. חיטוי סולרי אינו אפשרי כלל בעונה זו. מאידך, זהו פרק הזמן היחידי בו ניתן לחטא את הקרקע במערכת גידול זו. לכן בחנו את האפשרות לחטוי חורף בתכשירים כימיים או בתוספים אורגנים שמקורם בשיירי צמחי תבלין.

### אביב 2000

הניסוי התבצע בבית רשת חדש שהוקם בחוות הניסויים עדן. הניסוי כלל שני מפתחים ברוחב שלוש ערוגות. במחצית כל מפתח בוצע חיטוי בבזאמיד בחודש אפריל, ומחציתו השנייה נותרה ללא כל חיטוי. בזאמיד (תכשיר מגורען המתפרק בקרקע ויוצר גז MITC) פוזר על פני הערוגה במכונה מיוחדת ליישום ומיד לאחר מכן הוצנע בקרקע בתיחוח והחלקה כוסתה ביריעת פלסטיק. שלושה שבועות לאחר החיטוי נשתלו בחלקה שתילי עירית. השתילים הוטענו במשתלה במיקוריזה טריכודרמה, או נותרו ללא כל טיפול.

לחיטוי הקרקע היתה השפעה חיובית על גידול הצמחים. צמחי העירית גדלו טוב יותר בטיפול החיטוי (ציור מס' 1). בעיקר בולטת השפעה זו בקצירים המתקדמים. בקציר הראשון שבו עשוים להתבטא אפקטים פיטוטוקסיים של החיטוי נצפתה השפעה מועטה מאד (ציור מס' 1). תופעות כאלה נצפו בעבר בגידול רגיש כמו עירית. בניסוי זה החיטוי שיפר את גידול הצמחים. תופעה זו בלטה גם בקצירים הבאים. בסך הכל תרמו החיטויים להכפלת משקל העלים שנקצרו בהשוואה לחלקות ההיקש. טיפול השתילים במיקוריזה תרם להגברת הצמחייה של העירית ושיפור את היבול הנקצר. לעומת זאת לא היתה להטענת השתילים בטריוכודרמה השפעה על גידול הצמחים. חלקת הניסוי היתה חלקה חדשה ולא נצפו בה במהלך הגידול בעיות של מחלות קרקע. לכן מובאים רק תוצאות הקציר כמדד ליעילות החיטויים.



ציור מס' 1. השפעת חיטוי קרקע בבזאמיד בבית רשת על משקל צמחי עירית במהלך שלושה קצירים

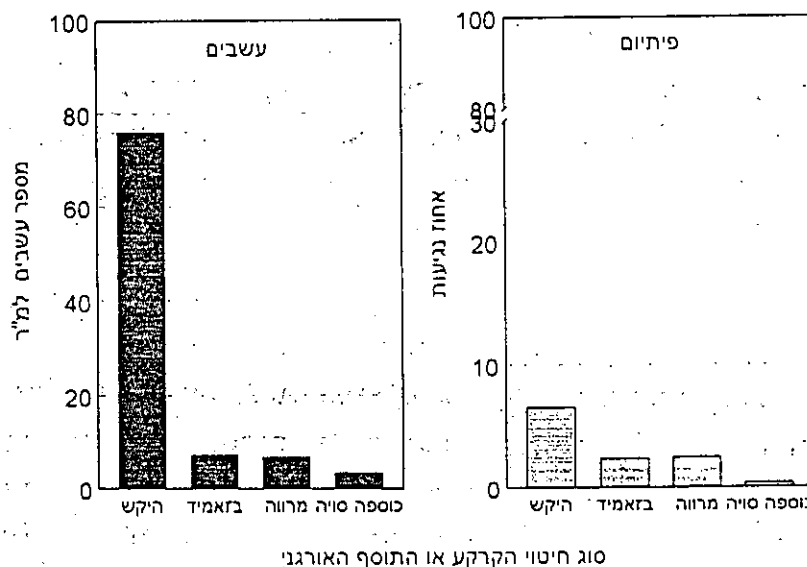
הניסוי התבצע בבית הרשת שהוקם בחוות הניסויים עדן ולאחר שגודלו בו בשנת הגידול הראשונה צמחי תבלין שונים. הניסוי כלל שלושה מפתחים ברוחב שלוש ערוגות. כל מפתח היווה בלוק שכלל את טיפולי החיטוי:

- היקש ללא חיטוי
- בזאמיד במינון 45 גר' למ"ר
- הצנעת כוספת סויה במינון 1 ק"ג למ"ר
- הצנעת שאריות מרווה במינון 5 ק"ג חומר טרי למ"ר

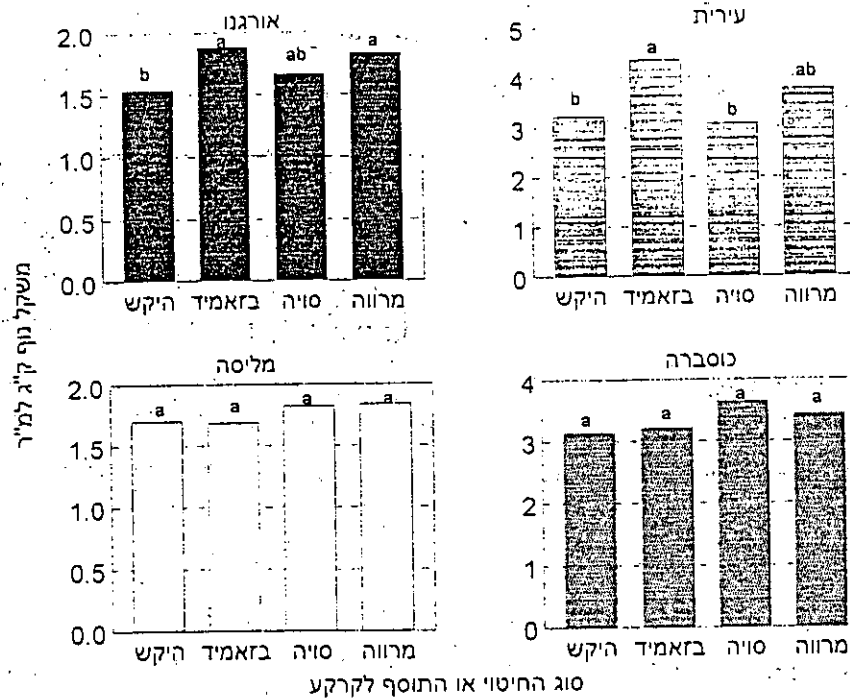
בזאמיד (תכשיר מגורען המתפרק בקרקע ויוצר גז MITC) פוזר על פני הערוגה במכונה מיוחדת ליישום. כוספת סויה או שיירי צמחים פוזר ביד בחלקות המיועדות. לאחר פיזור כל החומרים הם הוצנעו בקרקע בתיחות והחלקה כוסתה ביריעת פלסטיק. החיפוי נשמר בקרקע למשך ארבעה שבועות. לאחר החיטוי נשתלו בחלקה בערוגות נפרדות בכל מפתח שתילי עירית, אורגני, כוסברה ומליסה.

לתוספי הקרקע הכימיים והאורגנים לא היתה השפעה פיטוטוקסית על התפתחות הצמחים השונים שנשתלו בחלקה, למרות הכמות הרבה של חומר צמחי (דוגמת מרווה) שהוצנע. חודש לאחר השתילה בוצעה ספירה של עשביה בחלקות השונות. לכל חיטויי הקרקע היתה השפעה על הדברת עשביה ציור מס' 2. בערוגות האורגנו היתה נגיעות בפיתויים בתחילת הגידול. שעור הנגיעות לא היה גבוה ובלטת הפחתה של שעור הנגיעות על ידי טיפולי הקרקע השונים (ציור מס' 2). חיטויי הקרקע השונים (ציור מס' 2). חיטויי הקרקע תרמו לשיפור היבול במהלך כל עונת הגידול. בעיקר בולטת ההשפעה בעירית ואורגנו. השפעת כוספת סויה בקרקע לא היתה עקבית (ציור מס' 3).

חלקת הניסוי היתה חלקה לאחר גידול קודם של שנה אחת בלבד. הפגעים שנצפו כגון עשבים בכל החלקה ופיתויים בערוגות האורגנו מצביעים על הפוטנציאל להתבססות פגעים בקרקע ואת הצורך בטיפול קרקע לפני הגידול. הכיוון של חיטויים בחורף הוא פיתרון אפשרי שיש לפתחו על מנת למצות את המיטב ולצמצם את ההשפעות השליליות האפשריות.



ציור מס' 2. השפעת חיטוי קרקע בבזאמיד או תוספים אורגנים בשילוב חיפוי קרקע על הדברת עשבים ופיתויים בבית (חוות עדן 2001)



ציור מס' 3. השפעת חיטוי קרקע בבזאמיד או תוספים אורגניים בשילוב חיפוי על משקל צמחים במהלך שלושה קצירים

#### אביב 2002

בשנה השלישית ניסינו לבחון תוספים אורגניים בתוך מחזור של גידול צמחי תבלין והצנעתם לצורך החיטוי בתום הגידול. הניסוי כלל שלושה מפתחים ברוחב ארבע ערוגות. כל מפתח היווה בלוק שבו גודלו במהלך נובמבר - מרץ הגידולים הבאים:

1. היקש - כרב נח
2. טרגון
3. רוקולה
4. מנטה

בתחילת חודש אפריל נקצרו החלקות וכל הביומסה הצמחית הוצנעה בתיחום באותו מקום. כל החלקות, כולל ההיקש, חופו ביריעות פוליאטילן שקופות על מנת להגביר את חימום הקרקע ופרוק החומר הצמחי שהוצנע. לאחר הצנעת החומר הצמחי ולפני חיפוי הקרקע הוטמנו בקרקע שקיות רשת ובהם גופי השתמרות של הפטריות *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici*, שגורמת לרקבון הכתר בעגבניות, ו- *Macrophomina phaseolina* אשר גורמת לרקבון הפחם בצמחים רבים. במהלך החיטוי נמדדו

טמפרטורות הקרקע בעומקים השונים. החיפוי נשמר בקרקע למשך ארבעה שבועות

ניתן לראות כי התחממות הקרקע בעונה זו היא בעיקר בשכבה העליונה עד לשעור 45 מ"מ (איור מס' 4). בשכבות העמוקות יותר אין התחממות של הקרקע בהשפעת החיפוי. לאחר גמר החיטוי והסרת יריעות החיפוי, נשלפו שקיות הרשת עם גופי ההשתמרות של הפטריות שהוצנעו. לתוספים האורגניים לא היתה השפעה על קטילת הפטריות מעבר להפחתת האוכלוסיות אשר נבעה מחימום הקרקע (חלקות ההיקש). חשוב להדגיש כי נבחרו פטריות עמידות לחום ולכן אין זה מפתיע שלא הושגה הדברה.

בחודש מאי 2002 נשתלו בכל מפתח בערוגות נפרדות שתילי טרגון, מנתה, ורוקולה. בערוגה נוספת נזרעה רוקולה על מנת לבחון את השפעת החיטוי באמצעות תוספים אורגניים על נביטה והצצה של זרעים. לתוספי הקרקע הכימיים והאורגניים לא היתה השפעה פיטוטוקסית על התפתחות הצמחים השונים שנשתלו בחלקה.

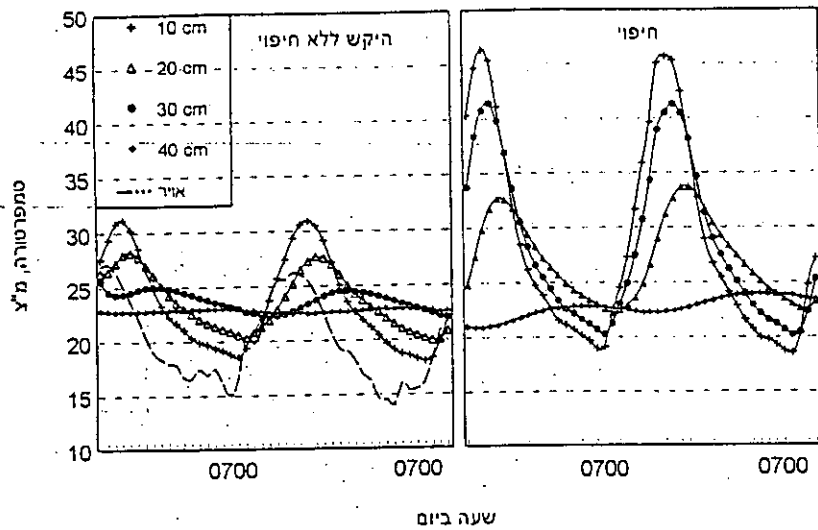
חודש לאחר השתילה בוצעה ספירה של עשביה בחלקות השונות. לכל חיטויי הקרקע היתה השפעה על הדברת עשביה (איור מס' 5). הדברת העשביה המוצגת באיור מס' 5 מבטאת את השפעתם של התוספים האורגניים מעבר להתחממות הקרקע שכן חלקות ההיקש היו מחופות בצורה דומה והתחממות הקרקע בחלקות ההיקש היתה דומה לזו שבחלקות שבהם הוצנע חומר אורגני.

בחלקות בהם נזרעה רוקולה נצפתה נפילת נבטים באופן מפורז בשדה ללא קשר לחלקות או טיפולי קרקע. בבידודים אובחנה ריזוקטוניה כגורם הפתוגני.

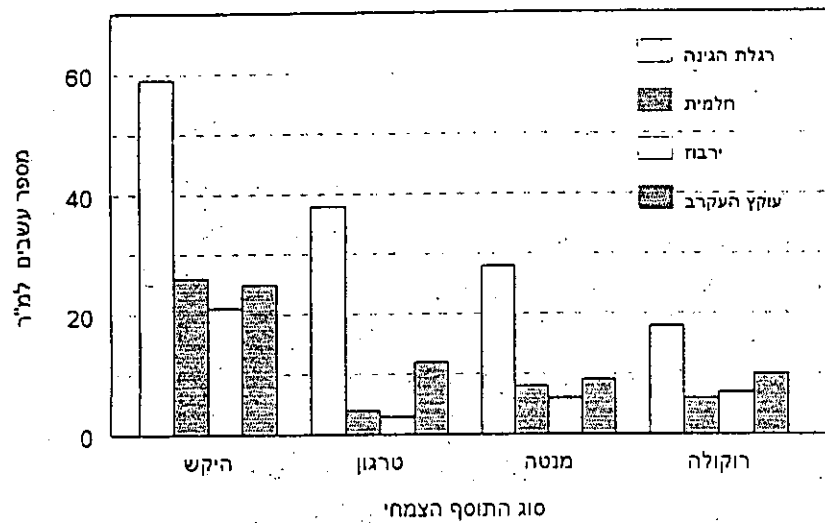
חיטויי הקרקע תרמו לשיפור הגידול והיבול של רוקולה (איור מס' 6) בעיקר בולט הגידול הנמרץ של רוקולה על גבי הצנעת רוקולה וטרגון. כמו כן בולטת העובדה כי לתוספים האורגניים (טרגון ורוקולה) היתה השפעה חיובית על רוקולה זרעה. צמחי הטרגון והמנתה לא הושפעו מהתוספים האורגניים והיבול בהם לא היה גבוה או נמוך במובהק מהיבול בחלקות ההיקש.

#### סיכום:

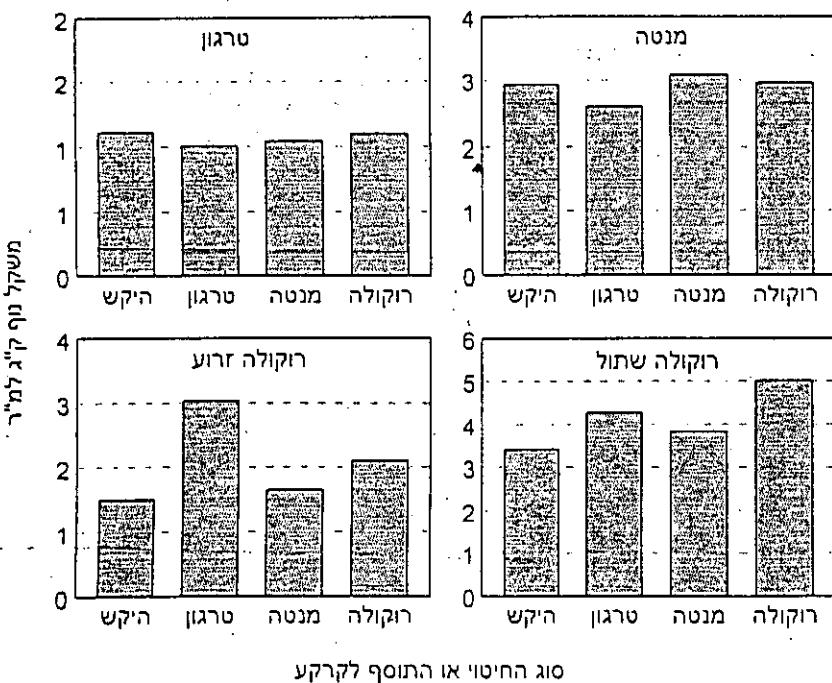
- בחלקת הניסוי גודלו צמחי תבלין במשך שלוש השנים האחרונות. עיקר הפגעים אשר התפתחו בחלקה הם עשביה בשעור ניכר וכן גורמי מחלות נבטים פיתיוס וריזוקטוניה. פגעים אלה מצביעים על הפוטנציאל להתבססות פגעים בקרקע ואת הצורך בטיפול קרקע לפני הגידול.
- מידות החום המושגות בעונה זו אינן מספיקות להדברה יעילה של פגעים. התוספים האורגניים עשויים להוות תגבור להדברת הפגעים. ראינו כי שילוב זה ניו מספק להדברת פגעי קרקע עמידים לחום כגון פוזריום ומקרופומינה. מאידך הדברת העשביה מצביעה על פעילות קטילה בשיטה זו. הדברת העשביה התבטאה בעיקר בערוגות שבהם הוצנע החומר האורגני.
- לתוספים האורגניים המוצנעים בקרקע היתה השפעה חיובית בדרך כלל על הגידולים בבית הרשת. עם זאת להצנעת מנטה נלוותה השפעה שלילית והיא נביטה של קטעי גבעול וגידול של מנטה בחלקות בהם הוצנעה. תופעה זו מחייבת זהירות בבחירת שיירי הצמחים המיועדים להצנעה או לחילופין הקפדה על הצנעת חומר יבש לגמרי.
- הכיוון של חיטויים בחורף הוא פיתרון אפשרי שיש לפתחו על מנת למצות את המיטב ולצמצם את ההשפעות השליליות האפשריות.



איור מס' 4. טמפרטורות קרקע במהלך חיפוי ביריעות פלסטיק לאחר הצנעת תוספים אורגנים. החיפוי בוצע בחודש אפריל 2002 בעומקים שונים.



איור מס' 5. השפעת חיטוי בהצנעת תוספים אורגנים שונים בקרקע על הדברת עשבים. שיירי הצמחים הוצנעו בקרקע בתיחוח ולאחר מכן חופתה החלקה ביריעות פוליאטילן שקופות. היקש - חלקה ללא הצנעת חומר אורגני שחופתה ביריעות פוליאטילן.



איור מס' 6. השפעת חיטוי בהצנעת תוספים אורגנים שונים בקרקע, על משקל הנוף של צמחים שגודלו לאחר מכן בחלקות אלה. שיירי הצמחים הוצנעו בקרקע בתיחוח ולאחר מכן חופתה החלקה ביריעות פוליאטילן שקופות. היקש - חלקה ללא הצנעת חומר אורגני שחופתה ביריעות פוליאטילן.

## השפעת חיטויי חורף במצע מנותק - חוות ניסויים גלגל (בקעת הירדן)

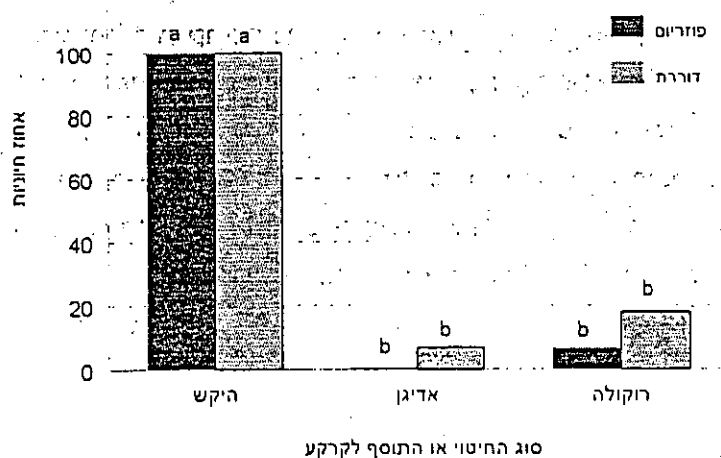
### אביב 2001

הניסוי התבצע בבית רשת בחוות הניסויים גלגל שבו מגודלים צמחי תבלין במצע מנותק (מצע טוף במכלים) בשנה שקדמה לניסוי (מאי 2000 עד פברואר 2001) גדלו בחלקה צמחי תבלין שונים (עירית, כוסברה, שמיר ואורגנו). בוצעו טיפולי חיטוי כימיים ותוספים אורגניים הבאים:

- היקש ללא חיטוי
- אדיגן במינון 65 סמ"ק למ"ר מצע. התכשיר ניתן בהגמעה דרך שלוחות טפטוף וחיפוי פלסטיק
- הצנעת רוקולה וחיפוי

רוקולה נזרעה בחלקות המיועדות בחודש ינואר (17 ינואר 2001) וגודלה למשך חודשיים. באמצע חודש מרס נקצרו הצמחים והוצנעו במצע. החלקות חופו ביריעות פלסטיק לאחר ההצנעה. לפני החיפוי ביריעות פלסטיק הוטמנו בחלקה שקיות רשת שבתוכם גופי ריבוי והשתמרות של הפטריות פוזריום שגורמת לרקבון הכתר בעגבניות ודוררת. החיפוי הוחזק על גבי החלקות במשך ארבעה שבועות. לאחר מכן נשלפו שקיות הרשת ונבדקה חיוניות גופי הריבוי של הפטריות.

באמצע חודש מאי נשתלו בחלקות השונות עירית, אורגנו, רוקולה, טרגון, בזיל, וכוסברה (זריעה). טמפרטורות הקרקע המרביות שנמדדו במהלך החיפוי היו 30-34 מ"צ בחלקות ההיקש ו-47-49 מ"צ בחלקות המחופות.



ציור מס' 7. השפעת חיטוי קרקע באדיגן או תוסף אורגני רוקולה בשילוב חיפוי קרקע על הדברת גופי ריבוי של פטריות שהוטמנו לפני החיטוי (חוות ניסויים גלגל 2001)

טבלה מס' 1. השפעת טיפולי חיטוי חורף על שיבוש הגידול בעשבים

טיפול	משקל עשביה (גרי למ"ר) בכל גידול					
	עירית	כוסברה	אורגנו	רוקולה	טרגון	בזיל
ביקורת	247.5	117.2	221.0	40	243.4	114.3
חיפוי + אדיגן	24.7	12.1	29.1	0	8.5	7.1
חיפוי + רוקולה	41.3	19.5	59.9	6	14.4	5.4

לטיפול הקרקע היתה יעילות רבה בקטילת גופי הריבוי של פטריות הבוחן שהוטמנו בקרקע (ציור מס' 7). יעילות הקטילה הגדולה מהווה אינדיקטור טוב לפוטנציאל יעילות ההדברה של פגעים בקרקע. חיטוי הקרקע היו יעילים בהדברת העשבים במהלך הגידול (טבלה מס' 1). שיעור ההדברה הממוצע בגידולים השונים היה 85-100% בחיטוי באמצעות אדיגן, ו-73-95% בהצנעת הרוקולה. ניתן לראות כי לחיטוי באמצעות תוסף אורגני היה יעילות בהפחתת אוכלוסיות העשבים בחלקות.

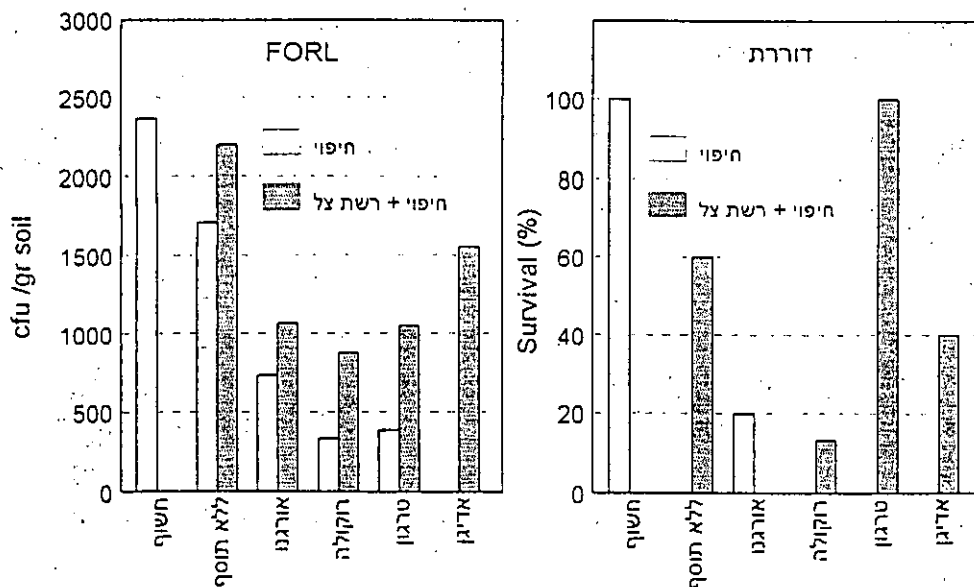
## אביב 2002

הניסוי התבצע בבית רשת אחר בחוות הניסויים גלגל שבו מגודלים צמחי תבלין במצע מנותק (מצע טוף במכלים) בשנה שקדמה לניסוי (מאי 2000 עד פברואר 2001) גדלו בחלקה צמחי תבלין אשר שימשו תוספים אורגניים בתוס גידולם לקראת חיטוי האביב. הטיפולים כללו:

- היקש חשוף
- היקש מחופה
- חיפוי והצנעת שיירי אורגנו
- חיפוי והצנעת שיירי רוקולה
- חיפוי והצנעת טרגון
- אדיגן במינון 65 סמ"ק למ"ר מצע. התכשיר ניתן בהגמעה דרך שלוחות טפטוף וחיפוי פלסטיק

התוספים הוצנעו בכמות של 1 ק"ג חומר לטרי למ"ר. החלקה הוצבה במתכונת של חלקה מפוצלת כאשר כל טיפול הוצב כחיפוי קרקע תחת רשת צל שחורה (50%). הצנעת שיירי הצמחים בוצעה בתחילת חודש מרס והחלקות הוחזקו מחופות עד סוף חודש אפריל. אדיגן הוזרק דרך צנורות טפטוף בתחילת חודש אפריל. לפני החיפוי בריעות פלסטיק הוטמנו בחלקה שקיות רשת שבתוכן גופי ריבוי והשתמרות של הפטריות פוזריות שגורמת לרקבון הכתר בעגבניות וקשיונות של הפטריה דוררתל. לאחר גמר החיפוי והסרת הפלסטיק נשלפו שקיות הרשת ונבדקה חיוניות גופי הריבוי של הפטריות. באמצע חודש מאי נשתלו בחלקות השונות עירית, אורגנו, רוקולה, בזיל.

טמפרטורות הקרקע המרביות שנמדדו במהלך החיפוי היו 30-34 מ"צ בחלקות ההיקש ו-47-49 מ"צ בחלקות המחופות.



ציור מס' 8. השפעת חיטוי קרקע באדיגן או תוסף אורגני בשילוב חיפוי קרקע על הדברת גופי ריבוי של פטריות שהוטמנו לפני החיטוי (חוות ניסויים גלגל 2002)

חיפוי הקרקע והתוסף



טבלה מס' 2. השפעת טיפולי חיטוי חורף על שיבוש הגידול בעשבים

טיפול	משקל עשביה (גר' למ"ר)			
	ללא רשת צל		רשת צל 50%	
	משקל (גר' למ"ר)	% מבקורת חשוף	משקל (גר' למ"ר)	% מבקורת חשוף
ביקורת חשוף	1193	100		
ביקורת חיפוי	200	16.7	759	63.6
חיפוי + אורגנו	253.5	21.2	326.5	27.3
חיפוי + רוקולה	83.5	6.9	154.0	12.9
חיפוי + טרגון	243	20.3	252.0	21.1
חיפוי + אדיגן	181	15.1	140	11.7

שילוב של חיפוי הקרקע והצנעת רוקולה, טרגון, או יישום אדיגן היו יעילים בקטילת גופי הריבוי של פטריות הבוחן שהוטמנו בקרקע (ציור מס' 8). יעילות הקטילה בחלקות בהם הוצנע אורגני היתה פחותה. יעילותם של כל החיפויים תחת רשת צל היתה נחותה בצורה בולטת מאד. תמונה דומה מתקבת גם בהדברת העשביה בחלקה כפי שהשתקפה במשקל העשבים במהלך הגידול לאחר גמר החיטוי. עיקר העשביה שצמחה בחלקות היתה רגלת הגינה וחלבולב.

הגידולים שנשתלו בחלקה לאחר גמר החיטוי עירית, אורגנו, רוקולה, בזיל גדלו בדרך כלל ללא השפעה שלילית כתוצאה מחיטויי הקרקע. רק גידול העירית על גבי אורגנו עוכב במידה מסוימת. משקל הנוף לאחר 4 קצירים היה בשעור 87% מיבול בחלקות ההיקש.

#### סיכום:

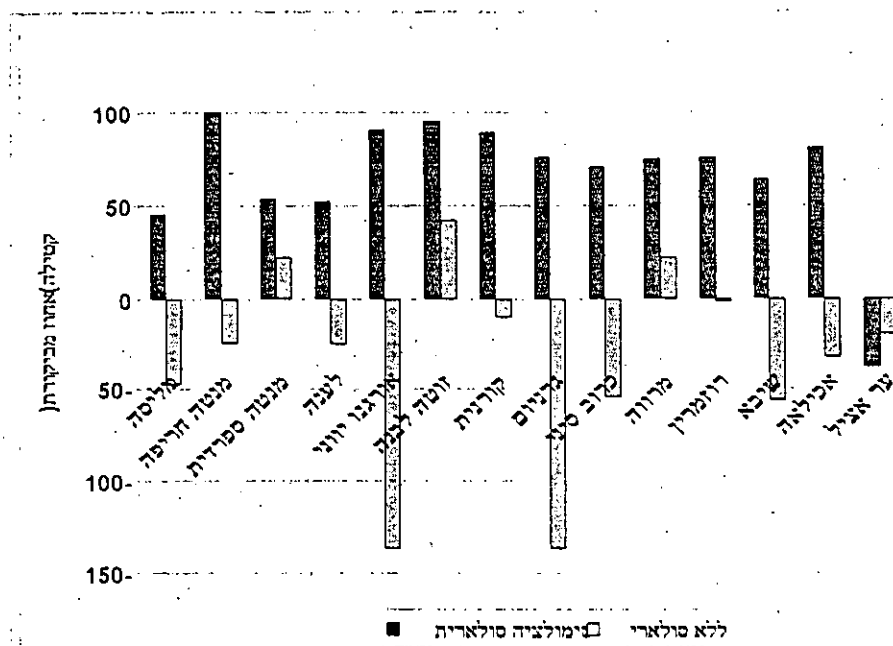
- בחלקת הניסוי גודלו צמחי תבלין במשך שלוש השנים האחרונות. עיקר הפגעים אשר התפתחו בחלקה הם עשביה בשעור ניכר.
- מידות החום המושגות בעונה זו אינן מספיקות להדברה יעילה של פגעים. במיוחד בולטת ההפרעה של רשת צל להדברה. התוספים האורגנים בתוספת חיפוי פלסטיק והסרת רשת הצל מהווים תגבור להדברת הפגעים. ראינו כי שילוב כזה מדביר פגעי קרקע כגון פוזריום ודוררת, ומפחית שיבוש בעשביה.
- לתוספים האורגנים המוצנעים בקרקע היתה השפעה חיובית בדרך כלל על הגידולים בבית הרשת. עם זאת להצנעת אורגנו נלוותה השפעה שלילית קלה שהתבטאה במשקל נחות של הנוף הקצור.
- הכיוון של חיטויים בחורף הוא פיתרון אפשרי שיש לפתחו על מנת למצות את המיטב ולצמצם את ההשפעות השליליות האפשריות.

## השפעת תוספים אורגניים על קטילת פתוגנים במערכות מבוקרות

בחינת כושר הקטילה של פתוגנים על ידי תוספים אורגניים מבוצעת במעבדה במכלי זכוכית מיוחדים אשר עוצבו במיוחד למטרה זו. קרקע מועשרת בתכשירים הכימיים הנבדקים או תוספים אורגניים מוכנסת למכלי הזכוכית. מיכלי הזכוכית אטומים במכסת שבו שלוש יציאות. המערכת מאפשרת חיבור מיכל קטן שבו נמצאים גופי ריבוי של האורגניזם הנבדק אשר לא חשופים לקרקע ולתוסף. האוירה במיכל החיצוני דומה לזו שבמיכל המכיל את הקרקע. במכלים שבהם הוצנע הקרקע והתוסף מוצנעים גם גופי קיימא של פתוגנים שונים. במקביל מוכנסים גופי קיימא של פתוגנים גם למיכל החיצוני שבו מושפע האורגניזם אך ורק מתרכובות נדיפות שהשתחררו במהלך התפרקות חומר המוצא (אורגני או כימי) שהוכנס למיכל הראשי. מכלי הזכוכית שמכילים את הקרקע מודגרים במשטרי טמפרטורה שונים וכן במשטר של חיטוי סולרי במערכת סימולציה שפיתחנו ומשמשת אותנו באופן רוטיני בעבודותינו.

בחנו במערכת זו סדרה ארוכה של תוספים אורגניים שמקורם בשאריות צמחי תבלין. האורגניזם אשר נבחר למטרה זו היה פוזריום רקבון הכתר בעגבניות. נבחנו הטיפולים הבאים:

- ❖ קרקע ללא חימום וללא תוסף אורגני
- ❖ קרקע מחוממת במשטר חיטוי סולרי (בעומק 10 ס"מ) ללא תכשיר תוסף אורגני
- ❖ קרקע ללא חימום ובתוספת תוסף אורגני
- ❖ קרקע מחוממת במשטר חיטוי סולרי (בעומק 10 ס"מ) ובתוספת תוסף אורגני



איור מס' 9. השפעת תוספים אורגניים וחימום במשטר חיטוי סולרי על קטילת כלמידוספורות של פוזריום הגורם לרקבון הכתר בעגבניות.

ניתן לראות כי מרבית התוספים גורמים לקטילת גופי הפטריה בקרקע כאשר ההצנעה משולבת בחימום הקרקע במשטר של חיטוי סולרי. לעומת זאת הצנעת התוספים ללא חימום הקרקע אינו תורם לקטילת גופי ההשתמרות של הפטריה. תוצאות אלה מקבילות לתוצאות שהתקבלו בניסויי בחוות עדן וגילגל ומדגישות את חשיבות השילוב של הצנעת תוספים וחימום הקרקע. חיטוי סולרי הינו אמצעי מצוין לשילוב מעין זה.

בקיץ 2002 בוצעו ניסויים ראשוניים במשקי תבליניים. בחלקות מסחריות הוצנע הגידול הקודם כתוסף אורגני ווהחלקות חופו ביריעות פלסטיק שקוף למשך 4-8 שבועות במשך הקיץ. שקיות רשת ובהם גופי ריבוי של פטריה בוחן הוטמנו בקרקע לאחר הצנעת התוספים האורגניים ולפני החיפוי ביריעות פלסטיק. לאחר גמר החיטוי נשלפו השקיות ונבדקה חיות הפטריות. תוצאות חלקיות מניסויים אלה המציגות קטילה יעילה של פתוגנים בקרקע במהלך החיטוי מוצגות בטבלה מס' 3.

שילוב תוספים אורגניים וחיטוי סולרי קטל במרבית המקרים את אוכלוסיות הפטריה בצורה יעילה ביותר (טבלה 3). בחלקות במחולה נבחנה גם הדברת נמטודות יוצרות עפצים לאחר גמר החיטוי. נמצאה קטילה יעילה של הנמטודות עד לעומק 40 ס"מ. בחלקות ביבניאל ומחולה גודלו במהלך סתיו 2002 צמחי התבלין עירית, בזיל וטרגון. בכל החלקות היה הגידול תקין ללא סימני מחלה (נכון לחודש פברואר 2003). במרבית החלקות הושגה הדברת עשבים טובה מאד למעט רגלת הגינה אשר לא הודברה. תוצאות אלה מצביעות על הפוטנציאל בשימוש בגישה של הצנעת החומר הצמחי מהגידול הקודם אשר גם מהווה תוסף אורגני מחטא לקראת הגידול הבא.

טבלה מס' 3. קטילת גופי השתמרות של פוזריום בקרקע בעקבות חיטוי סולרי והצנעת תוספים אורגניים (שיירי צמחי תבלין).

קטילת FORL (%)						
מקום		פגעים בקרקע	תוסף	עומק 20 ס"מ	עומק 40 ס"מ	
1	יבניאל	קרקע מקומית	שורש ורוד	100%	95%	
2	מחולה	קרקע מקומית	עשביה	100%	100%	
3	מחולה	טוף	טרגון	100%		
4	מחולה	קרקע מקומית	נמטודות עפצים	100%	100%	
5			נמטודות עפצים	100%	100%	
6	רחובות	קרקע מקומית (חול)	רוקולה	85%	70%	
7	רחובות	קרקע מקומית (חול)	קורנית	90%	75%	

### 3. סיכום

מטרות המחקר לתקופת הדוח: מטרת המחקר הנוכחי הינה לפתח שיטות חלופיות להדברת פגעי קרקע בצמחי תבלין. העבודה התמקדה בשני כיוונים. כיוון אחד יהיה שילוב חיטוי סולרי בתכשירים כימיים במינון מופחת, להדברת פגעים. קשי הדברה כגון נמטודות יוצרות עפצים ופטריות שורש. אחת הבעיות העקריות בחיטוי קרקע דרסטיים הינו יצירת הואקום הביולוגי ואילוח מחדש של קרקעות מחוטאות בתום החיטוי. בתוכנית זו הוצב דגש בהשגת פתרונות לנושא זה על ידי שילוב מרכיבים נוספים לאחר החיטוי כגון הדברה ביולוגית, ותוספים כימיים ואורגנים (קומפוסט).

עיקרי הניסויים והתוצאות: בחנו את פעילותם של תוספים משיירי צמחי תבלין בשילוב חיטוי סולרי במערכת מעבדה מבוקרת. בשדה הוצבו ניסויי שדה המשלבים חיטוי סולרי, חיטוי סולרי משולב בתכשירים כימיים או תוספים אורגנים, והטענת שתילים במרכיבים ביולוגיים כגון טריכודרמה ומיקוריזה. התפרקות שיירי צמחי תבלין בקרקע במהלך חיטוי סולרי משחררת תרכובות נדיפות רעילות המשפיעות על קטילת פגעי קרקע. בשדה מצאנו כי חיטוי קרקע כימי משולב בהטענת שתילים במיקוריזה משפר את היבול. חיטוי סולרי בקרקע מאולחת בשורש ורוד היה יעיל בהדברת המחלה. מיקוריזה משפרת את הגידול ומתקנת פגיעה בגידול שמקורה בהפחתת המיקוריזה בקרקע.

מסקנות והמלצות: על בסיס התוצאות גיבשנו המלצות ליישום מסחרי בגידול עירית המשלב חיטוי סולרי והטענת ומיקוריזה. היישום של חיטוי חורף לקראת שתילות אביב הורחב לשלב חצי מסחרי. שילוב של חיטוי סולרי ותוספים אורגנים נבחן היום במשקי תבלינים בהיקף חצי מסחרי.

הבעיות שונתרו לפתרון: המשך העבודה מתמקד בלימוד מנגנוני הדברה על ידי שילוב שיירי צמחי תבלין וחימום קרקע. אנו בוחנים צמחי תבלין נוספים על מנת להרחיב את טווח הצמחים הפוטנציאליים למטרה זו.

הפצת הידע: הרחבנו את היישום בהיקף מסחרי בתחום שילוב חיטוי סולרי ומיקוריזה בעירית. תוצאות המחקר פורסמו בכינוסים רבים של חברות מקצועיות, סיכומי עונה של חקלאים וכינוסים בינלאומיים. חלק מתוצאות המחקר מתועד בפירסומים.