

מחלת הניוון בגידולי ירקות בערבה הדרומית סיכום ניסויים בקיבוץ יטבתה 2004-2006

אברהם גמליאל, יורם קפולניק – מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן
ארנה אקו סבטלנה דוברינין – שה"ם
אורי משלי – גד"ש יטבתה



איור 1. סינדרום עיכוב הגידול בבצל, ופגיעה בעומד הצמחים ובהתפתחותם.



איור 2. סינדרום ניוון הגידול בגידול תירס אשר מתבטא בנינוס צמחים ופגיעה בהתפתחות השורשים.



איור 3. פיזור מוקדי האילוח בחלקת בצל נגועה (יטבתה, חלקה ז-4,3).

מבוא ותאור הבעיה

בשטחי השלחין של קבוץ יטבתה אובחנה בשנים האחרונות תופעה של ניוון צמחים בגידולים בצל ותירס שהם הגידולים העיקריים בעונת החורף והאביב. בגידול בצל הסינדרום מתבטא בעיכוב התפתחותם של נבטים אשר נזרעים בתחילת הסתיו, פחיתה בעומד הסופי של צמחים, וביבול נמוך (איור 1). ממשק הגידול של בצל באזור מבוסס על חיטוי סולרי של הקרקע לפני זריעת הבצל. החיטוי מיועד להדביר את מחולל מחלת השורש הורוד וכן זרעי עשבים. החיטוי הסולרי מבוצע באמצעות חיפוי הערוגות ביריעות פוליאאתילן שקופות (חיפוי בפסים) על קרקע שהושקתה בהמטרה ביממה שלפני פרישת היריעות. במשך כל תקופת החיטוי הקרקע לא מושקת השקיה נוספת.

ניוון צמחים ועיכוב גידול נראה גם בצמחי תירס (איור 2). בניגוד לעיכוב בצמחי הבצל, העיכוב בתירס נראה על הצמחים רק בשלב מתקדם של הגידול (לקראת הפריחה), למרות שהפגיעה בצמחים מתרחשת כבר בשלבים המוקדמים הסינדרום מתבטא בעיכוב התפתחות הצמחים, פרקים קצרים והעדר שורשים אדוונטיבים במפרק שמעל לקבוצת השורשים העיקרית (איור 2)

ככל הנראה, סינדרום הניוון אינו מוגבל רק לצמחי בצל ותירס וצמחים נוספים נתקפים. מיפוי חלקות נגועות מציג פיזור של הנגיעות בצורת מוקדים מוגדרים בשדה ("כתמים"), עם השנים מתפשט תחום המוקדים לכיסוי מרבית החלקה. בעונת הגידול 2003-4 התבטאה התופעה בחלקה ז' בהיקף נרחב אשר כולל את מרבית החלקה.

בקיץ 2003 בוצעה תצפית לבחינת יעילותם של חיטויי קרקע בהדברת סינדרום הניוון. התצפית בוצעה בחלקה נגועה בקיבוץ יטבתה (חלקה ג'). נבחנו: חיטוי סולרי, מתיל ברומיד ובזאמיד, סינדרום הניוון התבטא בגידול הבצל בחלקות ההיקש ובחלקות שבהם בוצע חיטוי סולרי בלבד. בחלקות שחוטאו במתיל ברומיד או בזאמיד הייתה התפתחות תקינה של הצמחים ללא התבטאות עיכוב התפתחות או ניוון צמחים.

השאלות המחקריות והמעשיות העיקריות אשר ניצבות לנוכח תמונה המצב שתוארה הן:

- מהו הגורם לניוון? האם גורם הניוון הוא ביולוגי.
- מהו תחום הפונדקאים שנפגעים מגורם זה? האם גידולים נוספים רגישים לסינדרום מעבר לבצל ותירס?
- האם תופעת הניוון קשורה בהיעדר נוכחותם של מיקרואורגניזמים כגון מיקוררזה. האם הוספה חיצונית של מיקוררזה תגרום לדיכוי התופעה או לשיפור בריאות הצמחים?
- האם בחלקות שבקיבוץ יטבתה שוררים תנאים מיוחדים שבעטיים התפתחה התופעה דווקא שם? האם ישנו סיכוי שתופעה זו תתרחב למשקים נוספים?
- האם מועד הזריעה בסוף הקיץ בתנאי טמפרטורות קרקע גבוהות (שאינן התנאים המיטביים לגידול בצל) יוצר תנאים טובים להתבטאות הניוון?
- האם רגישות הגידול תלויה בחומר הריבוי? מהי מידת הרגישות של בצל מזרעים לעומת בצל שמקורו בשתילת בצלצולים?
- האם הגורם לניוון עמיד לחום ושורד את החיטוי סולרי כפי שהוא מבוצע בשדה כיום? האם שיפור יעילות החיטוי הסולרי ידביר את הניוון?
- האם חיטוי קרקע כימי או משולב ידביר את הגורם או יפחית את הנזק? איזה חיטוי יעיל ומעשי בתנאי הגידול המקובלים במשק. האם ביצוע חיטוי (במידה שהוא כלכלי מחייב שינויים באגרונטניקה)?
- מהו משך השפעתו של חיטוי הקרקע מעבר לעונת גידול אחת. מהו קצב האילוח המחודש בחלקה מחוטאת?
- האם טיפולים משלימים (כימיים וביולוגיים) מדבירים את הניוון או לפחות מפחיתים את עוצמתו?

בשנתיים האחרונות (החל בקיץ 2004 ועד לאביב 2006). בוצעו מספר ניסויים ותצפיות במטרה לאבחן את הגורם לניוון הצמחים ולבחון דרכים להתמודדות עם תופעת הניוון. מתוארים להלן העבודות שבוצעו, תוצאותיהן ומסקנות הביניים.

1. אבחון הגורם לניוון

- אבחון הגורמים לניוון התמקד בשלב הראשון באימות השערה כי הגורמים לניוון הם אכן גורמים ביולוגיים. על מנת לבחון השערה זו נבחנו מספר כיוונים:
- א. אילוח קרקע בשורשי צמחים נגועים
 - ב. בידוד הגורם משורשי צמחים מנוונים בשדה או משחזור התופעה בחממה על ידי שתילת צמחים בקרקע מחלקות שבהם התגלתה נגיעות לאחר הבידוד, בחינת אחריות הגורם שבודדנו לסינדרום באמצעות מבחן קוך.
 - ג. חיטוי קרקע שונים בשדה כדרך לצמצום טווח האפשרויות

א. אילוח קרקע בשורשי צמחים נגועים

שתילי בצל (שתילי חישתיל) נשתלו במצע פרלייט אשר אולח בשורשי צמחי בצל. אילוח הקרקע נעשה באמצעות שורשים מצמחי בצל שנעקרו משדות נגועים ביטבתה. השורשים נטחנו בתוך מים ותרחיף השורשים עורבב במצע פרלייט. שתילי בצל נשתלו בעציצים ולאחר 4 שבועות גידול נבחנה עוצמת הצימות. ראינו בבירור כי אילוח המצע בשורשים מצמחים נגועים בניוון גרם לגידול צמחי מנוונים ביחס לצמחים שגדלו בקרקע ללא אילוח שורשים נגועים, או אילוח בשורשים מצמחים ללא סימני ניוון (איור 4).



איור 4. שחזור תופעת הניוון בשתילי בצל באמצעות אילוח המצע בשורשי צמחים. שתילי הבצל נשתלו במצע פרלייט שעורבבו בו שורשי בצל מצמחים מנוונים או צמחים בריאים. הצמחים גודלו בחממה למשך 4 שבועות.

ב. בידוד פתוגים בשורשי צמחים נגועים ומבחן קוד

משורשי צמחי בצל ותירס שגדלו בשדה או בחממה ושהראו סימפטומים של ניוון בודדנו פטריות מהסוג פוזריום ופיתיום. על מנת לקבוע את מעורבותם של פטריות אלה וגורמים ביולוגים בכלל בסינדרום הניוון בוצע מבחן קוד בשתי צורות. באופן הראשון אולח מצע הגידול (פרלייט) בתרבות נקייה של הפטריה. באופן השני נלקחה תרבות שמקורה בשורשים נגועים שהושרו במים סטריליים למשך שבוע. השורשים והפטריה שהתפתחה עליהם רוסקו לתרחיף אשר עורבב במצע. לצורך השוואה בוצע אילוח בשורשים נגועים כפי שמתואר בסעיף הקודם. מצמחים שהראו סימני ניוון בוצע בידוד חוזר. תדירות הופעת הפטריות בבידודים החוזרים היתה בשיעור 65-80% מכל הבידודים. ניתן לראות כי האילוח גרם לצמחים מנוונים. מערכת השורשים של צמחים מנוונים היתה לא מפותחת בהשוואה למערכת השורשים של צמחים בריאים ולא מאולחים (איור 5). במקביל נמצא כי בצמחים מנוונים לא נמצא כלל אילוח שורשים במיקוריזה אשר נחוצה להתפתחות תקינה של הצמחים. (תוצאות לא מוצגות)



איור 5. שחזור תופעת הניוון בשתילי בצל באמצעות אילוח המצע בשורשי צמחים או תרבות של הפטרייה שבודדה. שתילי הבצל נשתלו במצע פרלייט שעורבבו בו שורשי בצל מצמחים מנוונים, תרחיף של תפטיר הפטרייה, או תרחיף של רסק שורשים ופטרייה שהתפתחה עליהם. הצמחים גודלו בחממה למשך 4 שבועות.

2. השפעת חיטוי קרקע על הדברת הניוון – ניסויים בעונת 2004-2005

בקיץ 2004 הוצבו מספר ניסויים בחלקה ז-3,4. בחלקה זו מוקדי האילוח נרחבים ביותר (איור 1). נבחר מוקד רחב שבו נגיעות אחידה ובו בוצעו הניסויים. מטרת הניסויים הייתה לבחון את השפעתם של חיטויי הקרקע בהדברת הסינדרום והגדלת היבול לשעורים המקובלים באזור. כמו כן נבחנו ביצועיו של החיטוי הסולרי בעוצמות שונות. בשלב שני נבחנה השפעתו של החיטוי מעבר לעונת גידול אחת.

ניסוי 1. השפעת סוג החיטוי ומועד הזריעה על הדברת הניוון

נבחנו שתי השפעות עיקריות

- השפעת חיטוי הקרקע וסוג החיטוי על הדברת הניוון
- השפעת מועד הזריעה

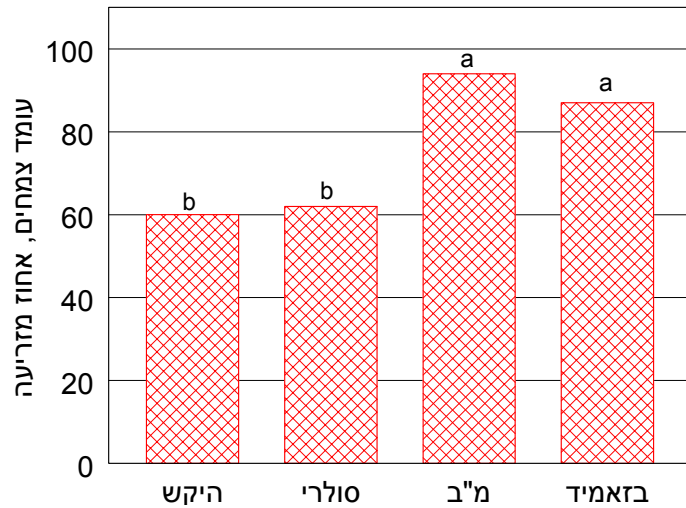
נבחנו טיפולי החיטוי הבאים:

- היקש – ללא חיטוי
- חיטוי סולרי
- במתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר בהזרמה בשיטת "גז חם"

- בזאמיד במינון 45 גר' למ"ר. פיזור באמצעות מכונה יעודית והצנעה בתיחוח לעומק 25 ס"מ. במהלך יישום התכשיר בזאמיד התגלו תקלות ובעיקר יישום מינון נמוך מהרצוי. לתקלות אלה היו השלכות על יעילות החיטוי באמצעות תכשיר זה.

הניסוי בוצע במתכונת בלוקים באקראי, שש חזרות. כל חיטוי בוצע לאורך ערוגה באורך 20 מטר. החיטויים בוצעו באמצע חודש יולי. כל טיפולי החיטוי כוסו ביריעות פוליאתילן שקופות. היריעות הוסרו מהחלקות שחוטאו בבזאמיד ובמתיל ברומיד לאחר שבוע. החלקות שחוטאו חיטוי סולרי הושארו מחופות למשך 4 שבועות.

הניסוי בוצע בשתי חלקות צמודות בגודל זהה. החלקה הראשונה נזרעה בבצל מזן חצב (944) בסוף חודש אוגוסט. החלקה השנייה נזרעה ארבעה שבועות מאוחר יותר, בתחילת חודש אוקטובר. זריעת הבצל הייתה בצפיפות של 70 זרעים למ"ר.



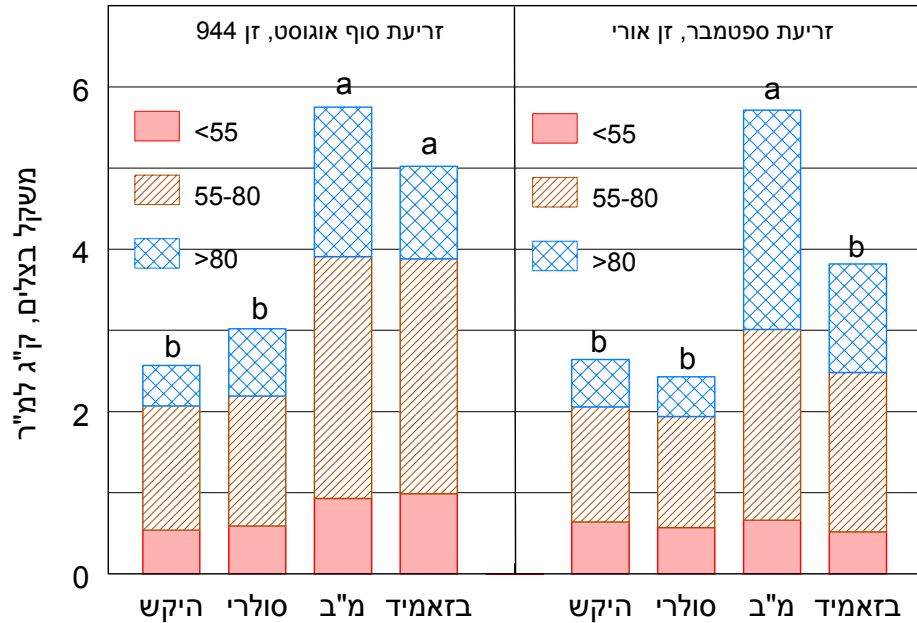
איור 6. השפעת חיטוי קרקע על עומד צמחי בצל. עומד הצמחים נקבע בעת האסיף. אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים.

הצצת הנבטים והעומד הסופי נפגעו בחלקות ההיקש והחלקות שחוטאו חיטוי סולרי (איור 6). העומד הסופי (כפי שנספר בעת האסיף) בחלקות ההיקש והסולרי היה כ-60% מעומד הזריעה. החיטוי הכימי לא פגע בהצצת הצמחים. בחלקות המחוטאות במתיל ברומיד או בזאמיד היה עומד הצמחים הסופי 94%-1-87%, בהתאמה.

הבצל בחלקה שנזרעה בתאריך המוקדם נאספה ב-17 לחודש פברואר 2005, והחלקה שנזרעה בתחילת אוקטובר נאספה ב-23 לחודש מרס. היבול נאסף מחלקות באורך 3 מטר (5.4 מ"ר), מוין לגדלים על פי מדדי השיווק המסחריים ונשקל על פי הגדלים השונים.

יבול הבצל בחלקות ההיקש ובחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי היה נמוך ביותר. היבול בחלקות אלה היה נמוך מ-3 ק"ג למ"ר, ללא הבדל במועדי הזריעה או הזן (איור 7). חיטוי הקרקע תרמו להגדלת היבול בשעור כפול מאשר בחלקות ההיקש או בחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי. החיטוי במתיל ברומיד

היה יעיל ביותר בהגדלת היבול בשני מועדי הזריעה. החיטוי בבזאמיד היה נחות מהמתיל ברומיד במזרע השני, אך ככל הנראה הסיבה לכך היא התקלות בעת היישום של התכשיר.



איור 7. השפעת חיטוי קרקע על יבול בצל. כל מזרע נאסף במועד שונה כפי שמוצג בטקסט. אותיות שונות בכל מזרע בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים.

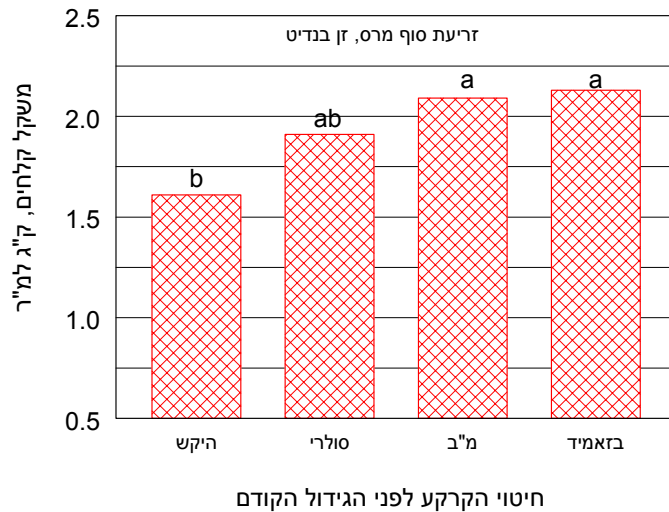
גידול אביב תירס

השפעת החיטוי מעבר לעונת גידול הבצל נבחנה בחלקה בעונת האביב. בתום אסיף הבצל נוקתה החלקה ונזרעה ללא עיבוד נוסף בזרעי בצל ותירס. זריעת הבצל והתירס בוצע על גבי החלקה ועל רקע חיטויי הקרקע שבוצע בקיץ 2004. בצל ותירס נזרעו באמצע חודש מרס 2005 בחלקות מפוצלות כך שכל גידול תופס מחצית משלח החלקה המקורית. בצל מזן 944 (שש שורות לערוגה) ותירס מזן בנדיט (שתי שורות לערוגה) נזרעו באמצעות מזרעת יד.

שבועיים לאחר הזריעה התחוללה סופת חול באזור וכתוצאה מכך הושמדו כמעט כל נבטי הבצל. לכן המשך גידול הבצל לא היה אפשרי.

גידול התירס התבטא בשלב הראשון ללא הבדלים בין הטיפולים. לקראת השלב השני של עונת הגידול ניתן היה לראות ניוון ונינוס צמחים בעיקר בחלקות ההיקש. סימני הניוון נראים באיור 2.

יבול הקלחים בחלקות המחוטאות היה גבוה בשעור 30% מהיבול בחלקות ההיקש (איור 8). היבול בחלקות שחוטאו חיטוי סולרי היה רב יותר אך לא היה מובהק. ניתן לראות כי השפעת החיטויים הכימיים נשמרת גם בעונת גידול שנייה.



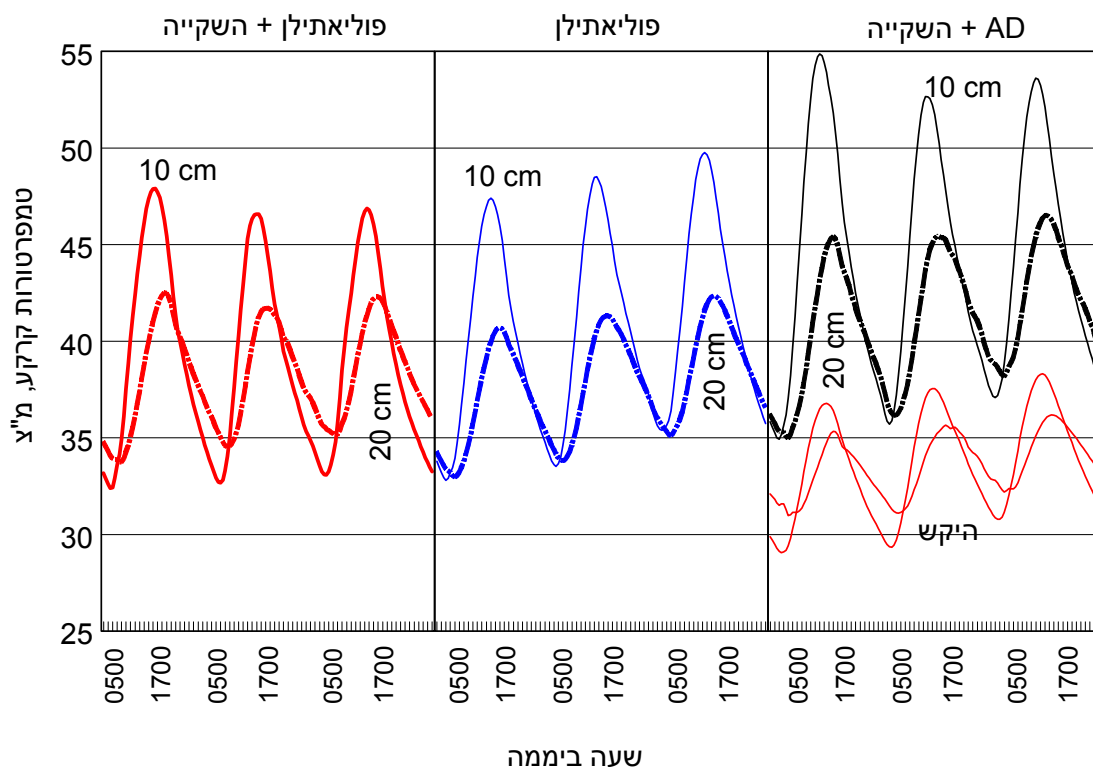
איור 8. השפעת חיטוי קרקע שבוצע בקיץ 2004 על יבול תירס שנזרע כגידול שני אחרי בצל באביב 2005. אותיות שונות בכל מזרע בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים.

ניסוי 2. השפעת עוצמת החיטוי הסולרי על הדברת הניווו

סינדרום הניווו התפתח בחלקות בקיבוץ יטבתה, למרות שחלקות אלה מחוטאות בחיטוי סולרי באופן שגרתי לפני גידול בצל. קיימות שתי אפשרויות לכך: (1) גורם הניווו עמיד לחום ושורד את החיטוי הסולרי; (2) החיטוי הסולרי כפי שהוא מבוצע כיום אינו יעיל, ושיפור עוצמת החימום עשויה לשפר יעילות ההדברה. כדי לענות על השאלה האם הגורם לניווו עמיד לחיטוי סולרי, הוצב ניסוי שבו נבחנו ארבעה טיפולים:

- היקש – ללא חיטוי
 - חיטוי סולרי כפי שמקובל במשק, דהיינו פרישת יריעת פוליאאתילן שקופה על פני ערוגה שהושקתה לפני החיפוי. לאחר פרישת הפלסטיק לא בוצע כל טיפול נוסף במהלך החיטוי הסולרי.
 - חיטוי סולרי ביריעת פוליאאתילן על גבי ערוגה מושקת, על הערוגה נפרשה צנרת טפטוף. במהלך החיטוי הושקו החלקות אחת לשבוע כדי לשמור על רטיבות שכבת הקרקע העליונה.
 - חיטוי סולרי ביריעת פוליאאתילן בתוספת תוסף AD אשר משפר את חימום הקרקע. היריעה נפרשה על גבי ערוגה מושקת, על הערוגה נפרשה צנרת טפטוף. במהלך החיטוי הושקו החלקות אחת לשבוע כדי לשמור על רטיבות שכבת הקרקע העליונה.
- הניסוי בוצע במתכונת בלוקים באקראי, בארבע חזרות. כל חיטוי בוצע לאורך ערוגה באורך 100 מטר. החיטויים בוצעו באמצע חודש יולי והחלקות הושארו מחופות למשך 4 שבועות. חימום הקרקע לא הוגברה עם תוספת השקיה באמצעות טפטוף מתחת לחיפוי הקרקע ביריעת פוליאאתילן, בהשוואה לחיפוי ללא תוספת השקיה (איור 9). לעומת זאת תרמה יריעת הפוליאאתילן בתוספת AD לעוצמת חימום גבוהה יותר (5 מ"צ יותר מאשר יריעות רגילות). שיפור חימום הקרקע

באמצעות יריעות AD היה בולט גם בעומק 20 ס"מ. ניתן לראות כי בהשוואה לקרקע ללא חיפוי (היקש) הייתה טמפרטורת הקרקע מתחת לחיטוי הסולרי המוגבר גבוהה בשיעור 15-20 מ"צ

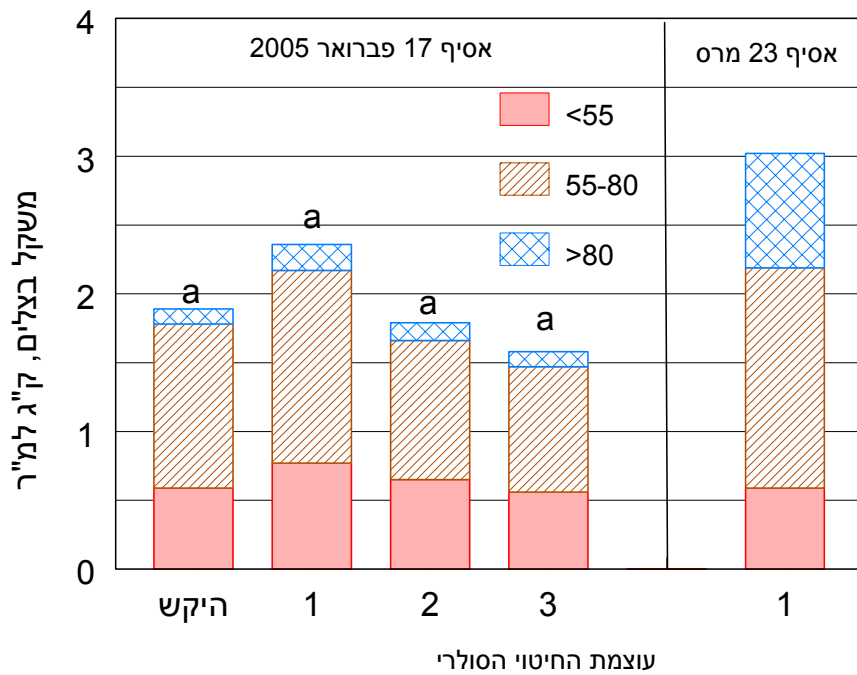


איור 9. טמפרטורות שונות בהשפעת חיפוי סולרי ביריעות שונות.

הצצת הנבטים והעומד הסופי נפגעו בחלקות שחוטאו חיטוי סולרי הייתה ביחס הפוך לעוצמת החיטוי הסולרי (איור 10). החיטוי בעוצמה המוגברת גרם לפיגור בהצצה ובהתפתחות הצמחים בהשוואה לחלקות ההיקש והחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי רגיל. ניתן לראות כי בחיטוי המוגבר הושגה יעילות גבוהה בהדברת עשביה. עם זאת עוצמה מוגברת של החיטוי הסולרי מחריפה את סינדרום הניוון. לא ברור אם החיטוי הסולרי מעודד את הגורם לניוון או ששילוב של עיכוב בהתפתחות הצמחים בעקבות חיטוי סולרי (פגיעה במיקוריזה) עם גורם הניוון גורם להחמרה בתגובת הצמחים לגורם הניוון. עומד הצמחים הסופי לא היה שונה בעוצמות השונות של החיטוי הסולרי (60% מעומד הזריעה).



איור 10. השפעת חיטוי קרקע סולרי בעוצמות שונות על עומד צמחי בצל. סולרי רגיל – חיטוי באמצעות יריעת פוליאיתילן רגילה וללא השקיה במהלך החיטוי. סולרי מתוגבר – חיפוי ביריעת AD ובתוספת השקיה אחת לשבוע באמצעות טפטוף מתחת לחיפוי.



איור 11. השפעת חיטוי קרקע סולרי בעוצמות שונות על יבול בצל. 1 - חיטוי סולרי באמצעות יריעת פוליאיתילן רגילה וללא השקיה במהלך החיטוי. 2 - חיטוי סולרי באמצעות יריעת פוליאיתילן רגילה ובתוספת השקיה אחת לשבוע באמצעות טפטוף מתחת לחיפוי. 3 - חיטוי סולרי מתוגבר על ידי חיפוי ביריעת AD ובתוספת השקיה אחת לשבוע באמצעות טפטוף מתחת לחיפוי. היבול נאסף באמצע חודש ינואר. עמודה ימנית מובאת לצורך השוואה, ומתארת יבול בחלקה דומה שחוטאה בחיטוי סולרי רגיל ואשר נאספה במועד האסיף האופטימאלי.

הבצל נאסף במועד מוקדם ב-11 בחודש ינואר 2005, היבול נאסף מחלקות באורך 3 מטר (5.4 מ"ר), מוין לגדלים על פי מדדי השיווק המסחריים ונשקל על פי הגדלים השונים. יבול הבצל בחלקות ההיקש ובחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי היה נמוך ללא הבדל מובהק בין עוצמות החיטוי השונות (איור 11). היבול בחלקות אלה היה נמוך מ-2.5 ק"ג למ"ר, כאמור היבול נאסף מוקדם ולכן לכאורה לא מוצה כל פוטנציאל היבול. אך בהשוואה לחלקות סולרי שנאספו במועד המיטבי (מניסוי מס' 1 ואשר מוצגים באיור 10 לצורך השוואה), ניתן לראות כי היבול המרבי שניתן היה להשיג הוא כ-3 ק"ג למ"ר שהוא פחות ממחצית היבול אשר נחשב יבול בעל תמורה כלכלית. כאמור בפרק 1. גורם המחלה ניתן לבידוד מהשורשים ומהקרקה לאחר השרייה ב-60 מ"צ למשך שעה. ככל הנראה הגורם לסינדרום סובל טמפרטורות גבוהות. חיטוי סולרי בעוצמות אותן אנו משיגים גם באמצעות היריעה המשופרת אינן יעילות בקטילת גורם הניוון.

ניסוי מס' 3. השפעת יישומי תכשירים במהלך הגידול

אחד האמצעים להתמודדות עם פגעי קרקע הוא יישום תכשירים במהלך הגידול. במסגרת מערכת הניסויים שהוצבו ב-2004 רצינו לענות שתי שאלות.

האם ניתן באמצעות יישום תכשירי הדברה בשלב הראשון של הגידול להדביר את תופעת הניוון.

האם הדברת הניוון באמצעות תכשיר הדברה סלקטיבי יכולה לרמז על הגורם לניוון?

הוצב ניסוי שנבחנו בו ארבעה טיפולים:

- היקש – ללא תוספת תכשירי הדברה
- מטאלקסיל (רידומיל). תכשיר להדברת פטריות מהסוג פתיום
- דיינון - תכשיר להדברת פיתיום ופטריות נוספות בקרקע
- קלירוס (AG3). – תכשיר אשר פועל על טווח רחב של אורגניזמים בקרקע ובעיקר פטריות.

הניסוי בוצע בחלקה שחוטאה חיטוי סולרי לפני הזריעה, והוצב במתכונת בלוקים באקראי, בארבע חזרות. כל חזרה על שלוש ערוגות לאורך 20 מטר. התכשירים ייושמו בריסוס באמצעות מוט ריסוס בנפח תרסיס 50 ליטר לדונם. יישום התכשירים בוצע באמצע ספטמבר, שבועיים לאחר הזריעה.

במהלך כל גידול הבצל לא נראה כל הבדלים בין הטיפולים. במרבית החלקות נראה ניוון בדומה לחלקות ללא טיפול במהלך הגידול. ייתכן שיישום התכשירים לא היה במועד המתאים כדי להשיג השפעה על תופעת הניוון. ייתכן גם כי התכשירים אינם יעילים בהדברת הניוון.

ניסוי מס' 4 השפעת מיקוריזה

מיקוריזה היא אלמנט חשוב בצמחים ממשפחות רבות. בצל זקוק למיקוריזה לצורך התפתחות תקינה. בבדיקות מוקדמות בצמחים מנוונים בהשוואה לצמחים בריאים, לא נמצא כלל אילוח שורשים במיקוריזה אשר נחוצה להתפתחות תקינה של הצמחים. (תוצאות לא מוצגות) הוצב ניסוי כדי לבחון האם אילוח קרקע במיקוריזה עשוי לתקן את תופעת הניוון. שנבחנו בו ארבעה טיפולים:

- היקש – ללא מיקוריזה
- היקש – תוספת מיקוריזה
- סולרי – ללא מיקוריזה
- סולרי – תוספת מיקוריזה

הניסוי הוצע במתכונת בלוקים באקראי, בחמש חזרות. כל חזרה על ערוגה לאורך 20 מטר. תכשיר המיקוריזה מעורב בתוך מצע ורמיקוליט פוזר על פני הקרקע ותוחח לקרקע באמצעות מגרפה. המיקוריזה הוצנעה לקרקע בתום החיטוי הסולרי ולפני הזריעה. ההשקייה בחלקה זו הותאמה לדישון מינימלי בזרחן וחנקן, כדי לא לדכא את פעילות המיקוריזה. כבר בשלבים הראשונים לגידול נראה כי החלקה מדוכאת בעיקר בגלל המחסור ביסודות הדשן. תופעה זו בלטה בעיקר על רקע החלקות השכנות שבהם בוצע דישון כפי שמקובל במשק. לא ניתן היה לשייך את הדיכוי בגידול לתופעת הניוון בגלל הדיכוי החזק בחלקה. לכן, הופסק המשך הגידול בחלקה.

ניסוי מס' 5 גידול אביב טווח פונדקאים

אחת השאלות החשובות בתופעת הניוון היא טווח הגידולים אשר נפגעים מתיסמונת הניוון. השפעת גורם הניוון על גידולים שונים נבחנה בחממה בתנאים מבוקרים ובשדה. בשדה נבחן תחום פונדקים בחלקת בצל מיד לאחר אסיף הבצל, בחממה נבחן תחום פונדקאים רגישים על ידי שתילה או זריעה צמחים בקרקעות שנאספו מחלקה ז'. נבחרו גידולים חקלאיים מקובלים באזור. ריכוז כל הצמחים שנבדקו ותגובתם מוצגים בטבלה 1.

מרבית הצמחים שנבדקו נפגעו מתופעת הניוון כאשר נשתלו בקרקע ללא חיטוי או בקרקע שחוטאה בחיטוי סולרי. בצמחים כגון חמניות נראתה השפעת הניוון גם על מערכת השורשים (איור 12). בנוסף לצמחים שמופיעים בטבלה 1, ידוע למגדלים כי צמחים נוספים כגון סורגום רגישים לתופעת הניוון.

טבלה 1. תגובת צמחים לתופעת הניוון (סיכום ניסויים שבוצעו בבית צמיחה ובשדה במהלך 2004-2005).

צמח	שדה	חממה
בצל	ניוון, פגיעה בעומד, פחיתת יבול, בולט בהשוואה לקרקע מחוטאת	פגיעה בהצצה גידול נחות בקרקע היקש ובקרקע סולרית, בהשוואה לקרקע מחוטאת
תירס	ניוון, פגיעה בעומד, פחיתת יבול, בולט בהשוואה לקרקע מחוטאת	פגיעה בהצצה, גידול נחות בהשוואה לקרקע מחוטאת
שעועית	עומד דליל. לא בוצעה השוואה לגידול בקרקע מחוטאת	גידול נחות בהשוואה לגידול בקרקע מחוטאת
מילונים	ללא סימנים בולטים. לא היתה השוואה לגידול בקרקע מחוטאת	לא נבדק
חמניות (פרחים)	נינוס, מערכת שורשים פגועה	פגיעה בהצצה גידול נחות בקרקע היקש ובקרקע סולרית, בהשוואה לקרקע מחוטאת



איור 12. השפעת תופעת הניוון על צמחי חמניות (איור שמאלי), ועל מערכת השורשים (שורשי מנוון בצד ימין ובריא בשמאל)

3. השפעת חיטוי קרקע על הדברת הניוון - ניסויים בעונת 2005-2006

בקיץ 2005 הוצבו שלושה ניסויים במטרה לענות על השאלות הבאות:

- תגובת חומר הריבוי (זרעים, בצלצולים) לתופעת הניוון והשפעת חיטוי הקרקע על דיכוי התופעה
- השפעת חיטוי הקרקע מעבר לעונת גידול אחת בגידול תירס ובצל.

ניסוי 1. השפעת סוג חומר הריבוי וסוג חיטוי הקרקע על התבטאות הניוון והדברתו.

נבחנה התגובה של שני סוגי חומר ריבוי, זרעים ובצלצולים, לתופעת הניוון. הניסוי בוצע בשתי חלקות צמודות. החלקה הראשונה (שש ערוגות) נזרעה בבצל מזן חצב (944) והשניה (חמש) נשתלה בבצלצולים מאותו זן. באמצע חודש יולי בוצעו חיטויי הקרקע במתכונת זהה בשתי החלקות.

נבחנו טיפולים החיטוי הבאים :

- היקש – ללא חיטוי
- חיטוי סולרי
- במתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר בהזרמה בשיטת "גז חם"
- מתאם סודיום (אדיגן) במינון 40 סמ"ק למ"ר בהזרמה באמצעות מערכת הטפטוף

הניסוי בוצע במתכונת בלוקים באקראי. כל חיטוי בוצע לאורך ערוגה באורך 20 מטר. החיטויים בוצעו באמצע חודש יולי. כל טיפולי החיטוי כוסו ביריעות פוליאתילן שקופות. היריעות הוסרו מהחלקות שחוטאו במתיל ברומיד לאחר שבוע. בחלקות שחוטאו במתאם סודיום הוזרם התכשיר שבועיים לאחר פרישת יריעות הפלסטיק. החלקות שחוטאו חיטוי סולרי לבד או חיטוי משולב במתאם סודיום הושארו מחופות למשך 4 שבועות. בסוף חודש אוגוסט נזרעו ונשתלו החלקות זריעת הבצל הייתה בצפיפות של 70 זרעים למ"ר.



איור 13. השפעת חיטוי קרקע על התפתחות צמחי בצל (חלקה זרועה)

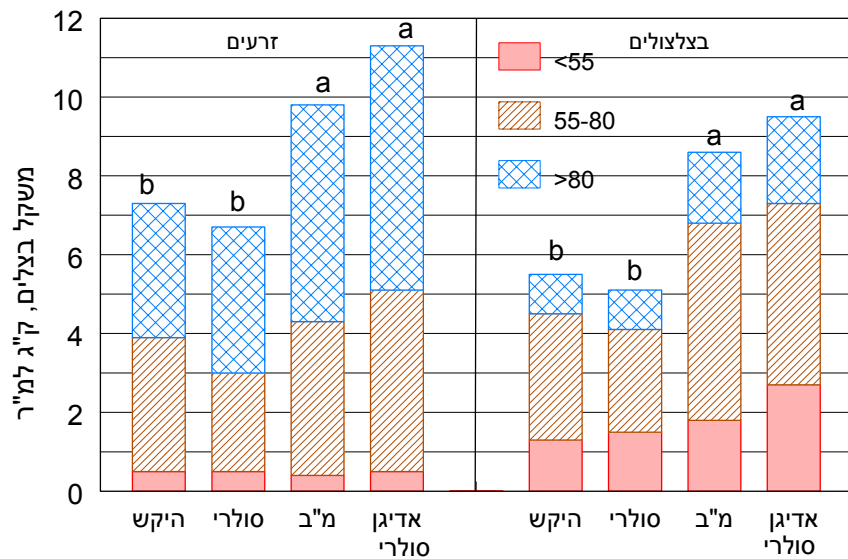
בחלקה שנזרעה בזרעי בצל נפגעה הצצת הנבטים בחלקות ההיקש ובאלה שחוטאו חיטוי סולרי (איור 13). בחלקות אלה היה עומד הצמחים הסופי נמוך בהשוואה לעומד הזריעה ובהשוואה לעומד הצמחים בחלקות שחוטאו חיטוי כימי. חיטוי קרקע במתיל ברומיד או מתאם סודיום לא פגע בהצצת הצמחים.

גם בחלקה שנשתלה בבצלצולים התבטאה תופעת הניוון בשלבים מוקדמים של התפתחות הצמחים, בעיקר בחלקות שחוטאו חיטוי סולרי (איור 14), בחלקות ההיקש היה עיכוב שהיה בולט בהשוואה להתפתחות הצמחים בקרקעות שחוטאו במתיל ברומיד ובמתאם סודיום.



איור 14 השפעת חיטוי קרקע על התפתחות בצל משתילת בצלצולים.

יבול הבצל בחלקה שנשתלה בבצלצולים נאסף ב-17 לחודש פברואר 2005, הבצל בחלקה שנזרעה נאסף חודש מאוחר יותר (15 מרס 2005). היבול נאסף מחלקות באורך 3 מטר (5.4 מ"ר), מוין לגדלים על פי מדדי השיווק המסחריים ונשקל על פי הגדלים השונים.



איור 15. השפעת חיטוי קרקע וסוג חומר הריבוי (זרעים או בצלצולים) על יבול בצל. כל מזרע נאסף במועד שונה כפי שמוצג בטקסט. אותיות שונות בכל מזרע בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים.

יבול הבצל בחלקות ההיקש ובחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי היה נמוך בהשוואה לחלקות המחוטאות גם בחלקה שנזרעה וגם בחלקה שנשתלה בבצלצולים (איור 15). ככלל היבול בחלקות הזרעים היה רב יותר מאשר יבול הבצל בגידול שמקורו בבצלצולים. חיטוי הקרקע תרמו להגדלת היבול בשעור 41% בחלקה שנשתלה בבצלצולים ובשעור 69% בחלקה שנזרעה. הגדלת היבול המרבית הושגה בחלקה

שחוטאה במתאם סודיים משולב בחיטוי סולרי. היבול בחלקות המחוטאות בשנת 2005-2006 היה מאופיין בבצלים גדולים. בצלים כאלה אמנם מסווגים כסוג א', אך מיועדים לתעשייה.

ניסוי 2. השפעת חיטוי הקרקע על התבטאות הניוון והדברתו.

נבחנה התגובה של צמחי בצל לחיטוי קרקע והשפעת החיטוי מעבר לשנת גידול אחת. הניסוי בוצע בשתי חלקות צמודות. החלקה הראשונה (שש ערוגות) חוטאה בקיץ 2004 וזרעה בבצל בסתיו 2004, ובתירס באביב 2005 (שני גידולים בשנה שקדמה לניסוי זה). בקיץ 2005 לא בוצע כל חיטוי קרקע בחלקה זו. החלקה השנייה (חמש ערוגות) שהיתה צמודה לחלקה הראשונה חוטאה בקיץ 2005. בשנה שקדמה לניסוי לא בוצע בחלקה כל טיפול והחלקה הושארה במשך כל השנה ללא גידול (כרב נח).

בחלקה הראשונה בוצעו בקיץ 2004 חיטוי הקרקע הבאים:

היקש – ללא חיטוי

חיטוי סולרי

במתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר בהזרמה בשיטת "גז חס"

בזאמיד במינון 45 גר' למ"ר.

בחלקה השנייה בוצע בקיץ 2005 טיפולי החיטוי הבאים:

• היקש – ללא חיטוי

• חיטוי סולרי

• במתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר בהזרמה בשיטת "גז חס"

• מתאם סודיום (אדיגן) במינון 40 סמ"ק למ"ר בהזרמה באמצעות מערכת הטפטוף

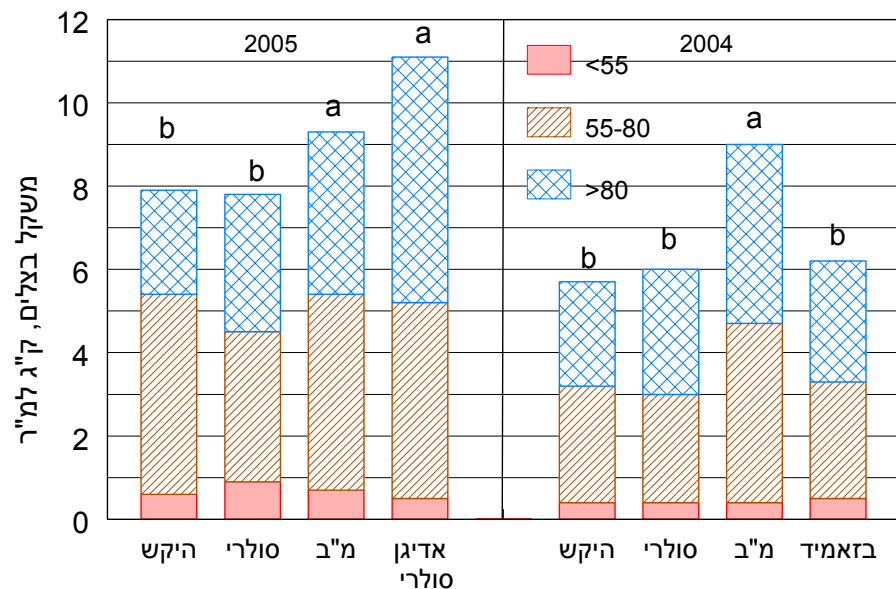
הצבת הטיפולים בשתי החלקות בוצעה במתכונת בלוקים באקראי. כל טיפול לאורך ערוגה באורך 20 מטר. החיטויים בוצעו באמצע חודש יולי. כל טיפולי החיטוי כוסו ביריעות פוליאאתילן שקופות. היריעות הוסרו מהחלקות שחוטאו במתיל ברומיד לאחר שבוע. בחלקות שחוטאו במתאם סודיום הוזרם התכשיר שבועיים לאחר פרישת יריעות הפלסטיק. החלקות שחוטאו חיטוי סולרי לבד או חיטוי משולב במתאם סודיום הושארו מחופות למשך 4 שבועות. בסוף חודש אוגוסט נזרעו החלקות זריעת הבצל הייתה בצפיפות של 70 זרעים למ"ר.

בחלקה שנזרעה על רקע חיטוי בשנה הקודמת היתה התפתחות לקויה של הנבטים במרבית החלקות (איור 15). בכל החלקה היה שיבוש רב בעשביה שהפריעה אף היא להתפתחות הצמחים. בחלקה הצמודה שבה גדלו צמחי בצל כגידול ראשון לאחר החיטוי בקיץ 2005 היתה התפתחות טובה למעט בחלקות ההיקש והחלקות שחוטאו בחיטוי סולרי (ושבהם התבטא סינדרום ניוון הצמחים).



איור 16. השפעת מועד חיטוי קרקע וגידולים קודמים על התפתחות צמחי בצל. צד שמאל חיטוי בשנת 2005 וגידול ראשון, צד ימין – חיטוי בקיץ 2004 וגידול בצל ותירס לפני הגידול הנוכחי.

יבול הבצל בשתי החלקות נאסף בתאריך 15 מרס 2005. היבול נאסף מחלקות באורך 3 מטר (5.4 מ"ר), מוין לגדלים על פי מדדי השיווק המסחריים ונשקל על פי הגדלים השונים.



איור 16. השפעת מועד חיטוי קרקע וגידולים קודמים על התפתחות צמחי בצל. צד שמאל חיטוי בשנת 2005 וגידול ראשון, צד ימין – חיטוי בקיץ 2004 וגידול בצל ותירס לפני הגידול הנוכחי. אותיות שונות בכל מזרע בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים.

גידול רצוף של בצל בחלקה מאולחת בגורם הניוון מחריף את התבטאות הסינדרום כפי שהוא משתקף ביבול הבצלים (איור 16). בחלקות ההיקש על רקע גידול בצל בשנת 2004 היה יבול הבצל נמוך ב-30% מאשר בחלקות ההיקש על רקע גידול ראשון בשנת 2005. תרומת חיטוי הקרקע להגדלת היבול בגידול הראשון הינה מובהקת ודומה לאשר התקבל בשנת 2004 ולאשר התקבל בניסוי 1 (השוואה בין זריעה לשתילת בצלולים). החיטוי במתיל ברומיד היה יעיל במידה רבה בהשגת יבול כלכלי גם כאשר החיטוי בוצע בשנת 2004 (איור 16). עם זאת הייתה שונות רבה בין החלקות השונות (ראה איור 15). לעומת זאת החיטוי בבזאמיד לא היה יעיל מעבר לעונת גידול אחת. היבול בחלקות שחוטאו בבזאמיד היה נמוך ודומה לזה שהושג בחלקות הביקורת.

ניסוי 3. השפעת חיטוי הקרקע על התבטאות הניוון בתירס.

במקביל לניסוי 2 נבחנה התגובה של צמחי תירס לחיטוי קרקע והשפעת החיטוי מעבר לשנת גידול אחת. הניסוי בוצע בשתי חלקות צמודות. החלקה הראשונה (שש ערוגות) חוטאה בקיץ 2004 וזרעה בבצל בסתיו 2004, בקיץ 2005 לא בוצע כל חיטוי קרקע בחלקה זו. החלקה השנייה (חמש ערוגות) שהיתה צמודה לחלקה הראשונה חוטאה בקיץ 2004 בחיטוי סולרי וגודלה בבצל לאחר מכן. בקיץ 2005 בוצע בחלקה חיטוי כפי שמפורט להלן.

בחלקה הראשונה בוצעו בקיץ 2004 חיטוי הקרקע הבאים:

היקש – ללא חיטוי

חיטוי סולרי

במתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר בהזרמה בשיטת "גז חס"

בזאמיד במינון 45 גר' למ"ר.

בחלקה השנייה בוצע בקיץ 2005 טיפולי החיטוי הבאים:

• היקש – ללא חיטוי

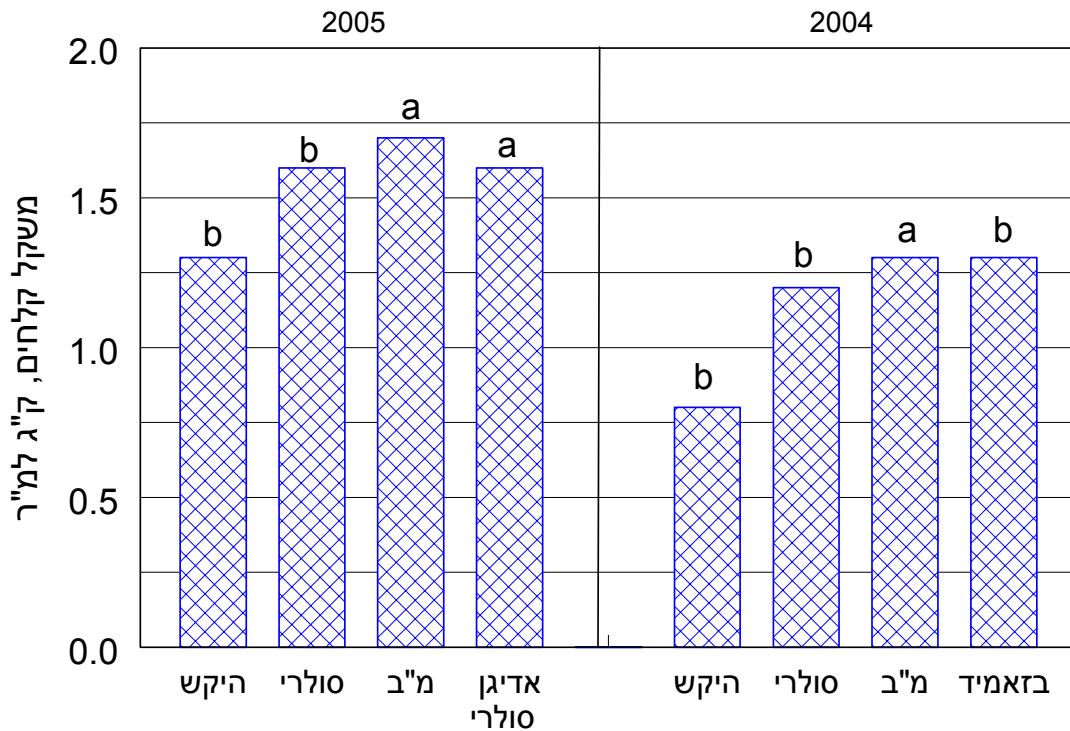
• חיטוי סולרי

• במתיל ברומיד במינון 50 גר' למ"ר בהזרמה בשיטת "גז חס"

• מתאם סודיום (אדיגן) במינון 40 סמ"ק למ"ר בהזרמה באמצעות מערכת הטפטוף

הצבת הטיפולים בשתי החלקות בוצעה במתכונת בלוקים באקראי. כל טיפול לאורך ערוגה באורך 20 מטר. החיטויים בוצעו באמצע חודש יולי. כל טיפולי החיטוי כוסו ביריעות פוליאאתילן שקופות. היריעות הוסרו מהחלקות שחוטאו במתיל ברומיד לאחר שבוע. בחלקות שחוטאו במתאם סודיום הוזרם התכשיר שבועיים לאחר פרישת יריעות הפלסטיק. החלקות שחוטאו חיטוי סולרי לבד או חיטוי משולב במתאם סודיום הושארו מחופות למשך 4 שבועות. בסוף חודש אוגוסט נזרעו החלקות

בשלבם הראשוניים של הגידול היתה התפתחות לא אחידה של הצמחים בחלקה שנבעה מקרבה לחלקת הבצל אשר הושקתה בתכיפות שונה. שורות צמחי התירס שהיו קרובות יותר לחלקת הבצל התפתחו מהר יותר. לכן, בנינוח התוצאות לא נכלל הבלוק הקרוב ביותר לחלקת הבצל. קלחי התירס נאספו ב-15 בפברואר 2006 בשתי החלקות היבול נאסף מחלקות באורך 10 מטר (18 מ"ר),



איור 17. השפעת מועד חיטוי קרקע וגידולים קודמים על התפתחות צמחי בצל. צד שמאל חיטוי בשנת 2005 על רקע גידול בצל וחיטוי סולרי בשנת 2004, צד ימין – חיטוי בקיץ 2004 וגידול בצל לפני הגידול הנוכחי. אותיות שונות בכל מזרע בנפרד מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים.

גידול רצוף של צמחים רגישים (בצל ולאחריו תירס) בחלקה מאולחת בגורם הניווון מחריף את התבטאות הסינדרום כפי שהוא משתקף ביבול הקלחים בכל החלקות אך בעיקר בחלקות ההיקש (איור 16). בחלקות ההיקש שלא חוטאו כלל בשנת 2004 או 2005 על רקע גידול בצל בשנת 2004 היה יבול הקלחים קטן ב-60% מאשר בחלקות ההיקש על רקע חיטוי סולרי בשנת 2004 וגידול בצל לאחריו. תרומת חיטוי הקרקע להגדלת היבול הינה מובהקת בעיקר על רקע החיטוי בשנה הקודמת. כל טיפולי החיטוי כולל חיטוי סולרי היו יעילים בהגברת היבול, למרות שבבצל לחיטוי סולרי השפעה שלילית על התפתחות הצמחים ועל היבול.

תצפיות מסחריות – השפעת שיטות יישום מתאם סודיום על הדברת הניווון.

חיטוי קרקע באמצעים כימיים מציב מספר מצומצם של תכשירים מתאימים. בעבודה ההקדמית ובשנת המחקר הראשונה מצאנו כי חיטוי קרקע במתיל ברומיד ובזאמיד היו יעילים בהשגת יבולים כלכליים בקרקע מאולחת. בשנת 2005 בחנו גם את התכשיר מתאם סודיום. תכשיר זה מעניין משום הקלות היחסית ביישומו. בניסויים שפורטו לעיל נבחן יישום של מתאם סודיום באמצעות צנרת טפטוף תחת חיפוי פלסטיק ושילוב עם חיטוי סולרי. במקביל נבדקו בחלקות נוספות יישומים נוספים של מתאם סודיום.

הצבת הטיפולים בוצע בחלקות גדולות. נבחנו הטיפולים הבאים (בכל היישומים נבחן יישום במינון 60 ליטר לדונם):

- יישום בהזרקה באמצעות מגרופיות באמצעות כלי יעודי (אשר משמש ליישום מתיל ברומיד) וחיפוי ביריעות פלסטיק לאחר ההזרקה
- יישום בהמטרה באמצעות מערכת הממטירים ללא חיפוי הקרקע
- יישום במטרה וחיפוי הקרקע ביריעות פוליאתילן שקופות 24 שעות לאחר היישום.



איור 19. התפתחות צמחי בצל בעקבות חיטוי קרקע במתאם סודיום לפני הזריעה. חיטוי הקרקע בוצע באמצעות הזרקה במיכון לעומק 20 ס"מ

יישום מתאם סודיום בהזרקה מאופיין בחוסר אחידות בפיזור התכשיר לאורך ולרוחב הערוגה כפי שהוא מתבטא בהתפתחות צמחי הבצל (איור 18,19). אי האחידות בפיזור התכשיר מתבטאת לאורך

הערוגה ב"גלים" של התפתחות טובה של הצמחים לעומת אזורים שבהם הניווך מתבטא בעוצמה. לרותב הערוגה מתבטא חוסר האחידות במחצית ערוגה שבה הצמחים מתפתחים באופן נורמלי לעומת המחצית השנייה שבה הצמחים סובלים מניווך (איור 19). לעמת היישום בהזרקה, יישום מתאם סודיום בהמטרה גורם לפיזור אחיד יותר של התכשיר בקרקע ולהתפתחות אחידה יותר של הצמחים בשדה (איור 18). גם עומד הצמחים בחלקה שחוטאה בהמטרה הוא תקין וגבוה יותר מאשר עומד הצמחים בחלקה שחוטאה בהזרקה התכשיר (טבלה 2). חיטוי במתאם סודיום בכל שיטות היישום שנבחנו אך ללא שילוב אמצעי נוסף, אינו יעיל בהדברת עשבים (איור 18). הדברת עשבים היא מרכיב חשוב בגידול בצל. חיטוי סולרי הוא אמצעי יעיל בהדברת עשבים. שילוב מתאם סודיום בחיטוי סולרי מספק את הדברה העשבים. לכן, שילוב של שני אמצעי ההדברה מתבקש.



איור 18. התפתחות צמחי בצל בעקבות חיטוי קרקע במתאם סודיום לפני הזריעה. חיטוי הקרקע בוצע באמצעות הזרקה במיכון לעומק 20 ס"מ או באמצעות מערכת ההמטרה באמצעות 30 מ"ק מים לדונם

בחלקות בהם בוצע החיטוי המסחרי במתאם סודיום לא הושארו חלקות היקש ללא חיטוי ולכן בסיס ההשוואה למדדי ההצצה והיבול הוא בין שיטות החדרת תכשיר החיטוי לקרקע. יבול הבצל בחלקות המחוטאות בהמטרה היה גבוה בשתי חלקות מתוך השלוש בהם בוצעו חיטוי בהשוואה לחיטוי בהזרקה (טבלה 2)

טבלה 2. השפעת שיטת היישום על יעילות מתאם סודיום בהדברת הניווך בבצל

יבול (טון לדונם)			עומד צמחים למ"ר			חלקה
המטרה וחיפוי	המטרה	הזרקה	המטרה וחיפוי	המטרה	הזרקה	
לא נבדק?	7.8	6.3	81.9	71.6	72.2	5,6 – ז
	7.0	7.1				
	6.7	5.9				

סיכום

- **הגורם לניוון** – מגוון הממצאים שנאספו במהלך השנתיים מצביעים על מעורבות גורם ביולוגיה בסינדרום הניוון. בודדו פטריות אשר הוכחה אחריותם לתופעה. עם זאת יש צורך בבחינות נוספות לאישוש התוצאות ובחינת הקשר בין גורמים אלה להשפעות נוספות אשר מחזקות את הסינדרום (לדוגמא חיטוי סולרי). הגורם לניוון סביל לטמפרטורות גבוהות. ניתן לבודד אותו משורשים לאחר חשיפה לטמפרטורה של 60 מ"צ למשך שעה.
- **תחום הפונדקאים שנפגעים מסינדרום הניוון** - הצמחים שנמצאו רגישים לניוון בשדה הם בצל, תירס, וחמניות (פרחים). לא מן הנמנע כי צמחים נוספים רגישים לניוון. תחום הפונדקאים שנפגעים הוא ממשפחות שונות. גורם זה מקשה על זיהוי גורם המחלה.
- **התבטאות תופעת הניוון והקשר לנוכחות מיקוריזה בשורשים של צמחים מנוונים** – בשורשי צמחים מנוונים אין אכלוס של פטריית מיקוריזה. מאידך הוספה חיצונית של מיקוריזה לא שיפרה את התפתחות הצמחים בקרקע מאולחת. הניסוי שבו נבחנה הצנעת מיקוריזה לא היה מוצלח, ולכן המסקנות מתוצאותיו מחייבות המשך בחינה.
- **תפוצת סינדרום הניוון בקרקעות ערבה דרומית** – בסקר שנעשה באביב 2005 בשדות בצל בערבה דרומית, נלקחו שורשים מצמחים שהתבטאו בהם סימנים של פיגור בהתפתחות. בכל האתרים למעט חוות הניסויים של מו"פ ערבה דרומית לא בודדו הפטריות החשודות כגורמות את הניוון. בחלקות אחרות בודדו נמטודות מצמחים נוגעים. המאפיין השונה בין קרקעות יטבתה למשקים אחרים הוא חיטוי כימי אשר מבוצע במשקים האחרים כחלק ממחזור גידולים אשר כולל גידולי ירקות כגון מילונים. יתכן כי ביצוע חיטוי כימי במחזור הגידולים הוא גורם המעכב את התפתחות סינדרום הניוון בקרקעות אלה.
- **התבטאות הניוון בזנים שונים ובמועדי זריעה שונים** – התבטאות הניוון בצמחי בצל ותירס אינה תלויה במועד הזריעה ובעונת הזריעה. בשני זני הבצל שנבחנו (944 ואורי) התבטא הניוון בעוצמה דומה. בתירס מתבטאת התופעה גם במזרעי הסתיו וגם במזרעי האביב.
- **הקש בין סוג חומר הריבוי לתופעת הניוון** – מזרע שמקורו בבצלצולים רגיש לניוון במידה זהה לגידול בצל שמקורו בזרעים.
- **השפעת חיטוי סולרי על הדברת הניוון** - בשדה ראינו כי ככל שעוצמת חיטוי הקרקע הסולרי חזקה יותר התבטאות הניוון בבצל חמורה יותר. גם בחיטוי סולרי רגיל ניתן לראות כי במרכז הערוגה סימני הניוון חזקים יותר מאשר בשוליה. לא ברור האם חיטוי סולרי מעודד את גורם הניוון. ייתכן כי מעורבים שני גורמים, חיטוי סולרי אשר מדכא את התפתחות הבצל בשילוב הדבקה על ידי הגורם לניוון, או שעוצמת התקיפה של גורם הניוון מתחזקת בהשפעת החיטוי הסולרי. ברור הקשר בין חיטוי סולרי להחמרה בסימפטומים של הניוון מחייב עבודה נוספת.

- **הדברת סינדרום הניוון באמצעים כימיים** - חיטוי קרקע כימי (מתיל ברומיד, בזאמיד או מתאם סודיום) וכן חיטוי כימי במתאם סודיום משולב בחיטוי סולרי, היו יעילים בהדברת סינדרום הניוון ובהשגת יבול בצל ותירס גבוהים.
מבין התכשירים שנבדקו, מתאם סודיום מהווה אמצעי מעשי כלכלית ליישום בקנה מידה מסחרי. מאידך השגת הדברה יעילה מחייבת יישום מיטבי של התכשיר. החדרת התכשיר באמצעות מיכון אינה מפזרת את התכשיר ביעילות בחלקה. יש חשיבות בשיפור אמצעי ההחדרה של מתאם סודיום על מנת ששיטת יישום זו תהיה מסחרית. יישום מתאם סודיום בהמטרה השיג תוצאות פיזור והדברה יעילות יותר. בשנה זו מצאנו כי יישום מתאם סודיום באמצעות טפטוף מתחת ליריעת פלסטיק ושילוב חיטוי סולרי השיג תוצאות מצוינות. חשוב לבדוק יישום מתאם סודיום בטפטוף גם ללא שילוב סולר. כמו כן חשוב לבחון מינונים מופחתים של מתאם סודיום כאשר הוא מבוצע בשילוב חיטוי סולרי על מנת להקטין את עלויות החיטוי.
- **השפעת חיטוי הקרקע מעבר לעונת גידול אחת** – חיטוי קרקע כימי מאפשר הפחתת נזק גם בעונה שנייה לאחר החיטוי. עם זאת גידול רצוף של צמח רגיש התאפיין בחוסר אחידות בחלקה בהשוואה לחלקה שבה נשתל גידול ראשון לאחר החיטוי. תופעה זו מוכרת גם בגידולים אחרים. בדרך כלל השגת תועלת מחיטוי על פני מספר עונות גידול מחייבת מחזור גידולים שיכלול גם גידולים לא רגישים ואולי גם גידולים מטייבים.
- **טיפול משלימים (כימיים וביולוגיים) משולבים לשיפור ההדברה** - נעשו ניסויים בחלקה ז' במשק וכן בתחנת הניסויים של מו"פ ערבה דרומית, על מנת לבחון יישום תכשירים לאחר הזריעה. לא קיבלנו כל השפעה של התכשירים על הפחתת נזקי הניוון. לא ברור אם יישום התכשירים לא בוצע במועד הנכון, בשיטה הנכונה, או שתכשירים אלה אינם יעילים. יש צורך בהמשך עבודה בתחום זה.

הבעת תודה:

אנו מודים לצוות גד"ש יטבתה על שיתוף הפעולה הפורה, הנכונת, היוזמה והעזרה הרבה בהצבת הניסויים ואחזקתם, לצוותי המעבדה ליישום שיטות הדברה והמעבדה לביולוגיה של הריזוספירה במכון וולקני על העזרה בכל עבודות המעבדה והשדה.

הממצאים המוצגים בדו"ח זה הינם תוצאות של מחקר ואינן בשום מקרה המלצות לשימוש. אין באזכור התכשירים המופיעים בדו"ח משום המלצה לשימוש בהם או העדפה על פני תכשירים אחרים שלא נבחנו.