

תקציר

חיפוי קרקע ביריעות פלסטיק נעשה לצורך חימום הקרקע, מניעת עשביה ועוד. השימוש בחיפוי קרקע ביריעות פלסטיק בגידולי שדה הינו מוגבל בגלל בעיות טכניות של חיפוי בשדה זרוע, ובעיות קשות של פינוי היריעות בתום הגידול. בשנים האחרונות קיימים פולימרים פלסטיים על בסיס Latex אשר ניתן לרססם על פני הקרקע והם יוצרים פילם גמיש שיכול לשמש לחיפוי קרקע. החיפוי הנוצר בעקבות הריסוס הינו גמיש ומאפשר הצצת נבטים דרכו. לכן ניתן להשתמש בחומרים אלה לצורך ריסוס על שדה זרוע. חיפוי השדה בצורה זו מאפשר התחממות הקרקע ויצירת תנאים טובים לנביטה והצצה מהירים של הגידול. הפולימרים הינם מסיסים במים ועם הצנעתם בקרקע בתום הגידול מתפרקים לתוצרים ידידותיים לסביבה ותוכנית המחקר הנוכחית נועדה לבחון אפשרויות יישום של פולימרים פלסטיים לחיפוי קרקע לצורך הבכרת גידולים, ופיתוח טכנולוגיה ליישום כזה.

בשנת העבודה הראשונה התמקד המחקר בבחירת שיטת יישום ונבנה מרסס לצורך ביצוע החיפוי בשדה הפתוח בתנאי גידול מוגנים. נבחנו זריעות מוקדמות של תפוא"ד, אגוזי אדמה, כותנה וגאופיטים תחת חיפוי של ממברנות מרוססות. בשנת העבודה השנייה התמקדה העבודה בביסוס הממצאים והרחבת השימוש בגידולים שנבדקו. מזרעים מוקדמים של אגא"ד ותיירס נזרעו על חיפוי מרוסס. במקביל הורחבו הניסויים לגידולים נוספים ואזורים אחרים. בשנת העבודה השלישית הורחב השימוש בטכנולוגיה זו ליישום מסחרי בגידולי תירס ואגא"ד באביב המוקדם. חיפוי קרקע בוצע בהצלחה בחלקות מסחריות. במקביל הורחב השימוש בגישה זו למניעת נזקי סופות חול וחיסכון השקיה בגזר בקרקעות חול.

תוצאות המחקר עד כה מצביעות על הפוטנציאל הטמון בגישה חדשנית זו. פותחה טכנולוגיה חדשנית המאפשרת יישום פולימרים לחיפוי קרקע במינונים נמוכים האפשריים יישום כלכלי של הטכנולוגיה. חיפוי הקרקע תרם לחימומה בשכבה העליונה וצבירה רבה יותר של מנות חום הנחוצות לנביטה והצצת צמחים. שנבחנו. הושגה הקדמה בהצצתם של גידולי אביב רבים כגון אגא"ד, תירס, תפוא"ד, פפריקה, גזר. התפתחות הצמחים על גבי החיפוי היתה מהירה ונמרצת יותר. במקרים רבים קוצר משך הגידול בנוסף להקדמת האסיף בעקבות הזריעה המוקדמת. היבול היה במקרים רבים רב יותר מהיבול של חלקות ההיקש שגדלו ללא חיפוי. בגידול גזר נמנעו נזקי סופות חול וצומצמו מנות מי ההשקיה הנחוצות לנביטה והצצה בעקבות החיפוי. הפוטנציאל החקלאי והכלכלי ביישום גישה חדשנית זו הינו עצום. טכנולוגיה זו מיושמת החל משנת 1998 באופן מסחרי במספר גידולים. המשך העבודה מתמקד בהרחבת היישום ובחינת היבטים נוספים כגון ייצוב הקרקע חיסכון בהשקיה והשפעות על התפתחות שורשים. המשך העבודה מתמקד בהרחבת היישום לגידולים נוספים. בעיה מרכזית הינה יישום חיפוי יעיל במגוון קרקעות, שכן היישום בקרקעות כבדות אינו יעיל כמו בקרקעות החוליות. היבטים נוספים כגון ייצוב הקרקע חיסכון בהשקיה והשפעות על התפתחות שורשים מהווים גם הם יעד להמשך העבודה.

הקדמת הצצה ויבול של גידולי שדה ומניעת נזקי סופות חול ע"י חיפוי הקרקע בפולימרים פלסטיים מתרסיסים

דו"ח מסכם לתוכנית מס' 459-0157-95 מוגש למדען הראשי של משרד החקלאות ע"י

א. גמליאל¹, א. גרינשטיין¹, י. ריבן¹, ג. מוזס².¹המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן. ²קיבוץ ניר עוז.

A. Gamliel¹, A. Grinstein¹, Y. Riben¹, G. Moses². Institute of Agricultural Engineering, ARO Volcani Center, Bet Dagan 50250. ²Kibbutz Nir Oz

תקציר

חיפוי קרקע ביריעות פלסטיק נעשה לצורך חימום הקרקע, מניעת עשביה ועוד. השימוש בחיפוי קרקע ביריעות פלסטיק בגידולי שדה הינו מוגבל בגלל בעיות טכניות של חיפוי בשדה זרוע, ובעיות קשות של פינוי היריעות בתום הגידול. בשנים האחרונות קיימים פולימרים פלסטיים על בסיס Latex אשר ניתן לרססם על פני הקרקע והם יוצרים פילם גמיש שיכול לשמש לחיפוי קרקע. החיפוי הנוצר בעקבות הריסוס הינו גמיש ומאפשר הצצת נבטים דרכו. לכן ניתן להשתמש בחומרים אלה לצורך ריסוס על שדה זרוע. חיפוי השדה בצורה זו מאפשר התחממות הקרקע ויצירת תנאים טובים לנביטה והצצה מהירים של הגידול. הפולימרים הינם מסיסים במים ועם הצנעתם בקרקע בתום הגידול מתפרקים לתוצרים ידידותיים לסביבה תוכנית המחקר הנוכחית נועדה לבחון אפשרויות יישום של פולימרים פלסטיים לחיפוי קרקע לצורך הבקרת גידולים, ופיתוח טכנולוגיה ליישום כזה.

בשנת העבודה הראשונה התמקד המחקר בבחירת שיטת יישום ונבנה מרסס לצורך ביצוע החיפוי בשדה הפתוח בתנאי גידול מוגנים. נבחנו זריעות מוקדמות של תפוא"ד, אגוזי אדמה, כותנה וגאופיטים תחת חיפוי של ממברנות מרוססות. בשנת העבודה השנייה התמקדה העבודה בביסוס הממצאים והרחבת השימוש בגידולים שנבדקו. מזרעים מוקדמים של אגא"ד ותירס נזרעו על חיפוי מרוסס. במקביל הורחבו הניסויים לגידולים נוספים ואזורים אחרים. בשנת העבודה השלישית הורחב השימוש בטכנולוגיה זו ליישום מסחרי בגידולי תירס ואגא"ד באביב המוקדם. חיפוי קרקע בוצע בהצלחה בחלקות מסחריות. במקביל הורחב השימוש בגישה זו למניעת נזקי סופות חול וחיסכון השקיה בגזר בקרקעות חול.

תוצאות המחקר עד כה מצביעות על הפוטנציאל הטמון בגישה חדשנית זו. פותחה טכנולוגיה חדשנית המאפשרת יישום פולימרים לחיפוי קרקע במינונים נמוכים האפשריים יישום כלכלי של הטכנולוגיה. חיפוי הקרקע תרם לחימומה בשכבה העליונה וצבירה רבה יותר של מנות חום הנחוצות לנביטה והצצת צמחים. שנבחנו. הושגה הקדמה בהצצתם של גידולי אביב רבים כגון אגא"ד, תירס, תפוא"ד, פפריקה, גזר. התפתחות הצמחים על גבי החיפוי היתה מהירה ומרצת יותר. במקרים רבים קוצר משך הגידול בנוסף להקדמת האסיף בעקבות הזריעה המוקדמת. היבול היה במקרים רבים רב יותר מהיבול של חלקות ההיקש שגדלו ללא חיפוי. בגידול גזר נמנעו נזקי סופות חול וצומצמו מנות מי ההשקיה הנחוצות לנביטה והצצה בעקבות החיפוי. הפוטנציאל החקלאי והכלכלי ביישום גישה חדשנית זו הינו עצום. טכנולוגיה זו מיושמת החל משנת 1998 באופן מסחרי במספר גידולים. המשך העבודה מתמקד בהרחבת היישום ובחינת היבטים נוספים כגון ייצוב הקרקע חיסכון בהשקיה והשפעות על התפתחות שורשים. המשך העבודה מתמקד בהרחבת היישום לגידולים נוספים. בעיה מרכזית הינה יישום חיפוי יעיל במגוון קרקעות, שכן היישום בקרקעות כבדות אינו יעיל כמו בקרקעות החוליות. היבטים נוספים כגון ייצוב הקרקע חיסכון בהשקיה והשפעות על התפתחות שורשים מהווים גם הם יעד להמשך העבודה.

א. מבוא ותיאור הבעיה

חיפוי קרקע לצורך חימומה הינו פרקטיקה חקלאית רבת שנים. בחקלאות נעשה כיום שימוש רב ביריעות פלסטיק לחיטוי קרקע שונים ולחיפוי גידולים במהלך הגידול. חיפוי הקרקע בעזרת קרות על מנת לזרז את הצצתם וצמיחתם של גידולים שונים נעשה כיום בגידולים מסוימים באמצעות יריעות פלסטיק. השימוש ביריעות פלסטיק למטרה זו כרוך בעבודת פרישה מיוחדת. כמו כן, יש צורך לפתוח חורים ביריעה במקום בו יציצו הנבטים ופעולה זו חייבת להתבצע מיד עם הצצתם על מנת למנוע פגיעה בצמחים שילכדו מתחת ליריעות הפלסטיק. משום כך חיפוי קרקע ביריעות פלסטיק בגידולי שדה הינו מוגבל מאד. פינוי היריעות בתום הגידול הינו תחום

בעייתי הן מההיבט המעשי של ביצוע הפינני לנקודת ריכוז והן מההיבט של זיהום הסביבה ביריעות פלסטיק. בשנים האחרונות קיימים באופן נסיוני פולימרים פלסטיים על בסיס לאטקס אשר ניתן לרססם על פני הקרקע והם יוצרים פילם גמיש אשר יכול לשמש לחיפוי קרקע למטרות שונות כגון, חיטוי קרקע או לחיפוי קרקע בעת הגידול. חיפוי הקרקע ע"י פולימרים כאלה מונע סחף קרקע, שומר על רטיבות הקרקע ועשוי להקטין את הצורך בהשקיה. פולימרים על בסיס Latex מסיסים במים ועם הצנעתם בקרקע מתפרקים לתוצרים סופים ללא שאריות רעילות לסביבה ופותרים את הצורך בפינוי היריעות ואת בעיות זיהום הסביבה הנגרמות ע"י יריעות פלסטיק משומשות. בניסויים הקדמיים במעבדה ובשדה נמצא כי ריסוס בפולימרים כאלה יוצר חיפוי טוב של הקרקע אשר יכול לשמש למטרות שצוינו. בעבודות שנעשו בחו"ל הושג חיטוי קרקע סולרי באמצעות חיפוי בצורה זו

מטרתו הבסיסית של המחקר הינה לפתח גישה טכנולוגית ישומית לחיפוי יעיל של קרקע למטרות שונות באמצעות ריסוס פולימרים פלסטיים יוצרי פילם. במסגרת המחקר התמקדו:

- פיתוח טכנולוגיה ליישום יעיל של חיפוי קרקע בריסוס פולימרים
- בחינת השפעת חיפוי הקרקע בפולימרים יוצרי פילם על חימומה, על הקדמת ההצצה של נבטים, ועל הקדמת היבול.
- השפעת חיפוי קרקע על מניעת נזקי סופות חול במזרעי סתיו בקרקעות חול
- הרחבת השימוש ליישום מסחרי
- השפעות נוספות על גידול צמחים.

ב. ניסויים ותוצאות תוצאות:

1. פיתוח טכנולוגיה ליישום פולימרים מתרססים

בשנה הראשונה הוקדש מירב המאמץ לפיתוח שיטת הריסוס ובנית כלי ריסוס אשר יאפשר ביצוע ניסויים בקנה מידה קטן ובמגוון אפשרויות ריסוס. מרסס המתאים לריסוס בגידולי שדה נבנה בצורה מודולרית המאפשרת הצבת מגוון רחב של פומיות במרווחים משתנים וכן ריסוס באופנים שונים המתאימים לריסוס שטחים שונים לפי אופי הגידול (חלקה שטוחה לעומת ערוגות רחבות או גדודיות צרות). באמצעות המרסס נבחנו מספר אפשרויות ריסוס וכמויות תרסיס משתנות, ונבחרה שיטת הריסוס אשר יצרה בניסויים הקדמיים פילם טוב ואחיד. על בסיס עבודות אלה פותחה שיטה שעקרונותיה מפורטים להלן:

המרכיבים של טכנולוגיה הישום הינם:

- הכנת קרקע נכונה
- שיפור חומר החיפוי והתאמת התוארית לצורכי החיפוי.
- שיטת הריסוס

הקרקע שאותה אנו מעוניינים לחפות אינה מישטח חלק ואחיד, ונחוצה הכנת קרקע וצורת ישום שיבטיחו יצירת פילם אחיד בקרקע גם בכמויות קטנות של תכשיר. התהליך של הכנת הקרקע כולל עיגול הקרקע לאחר השלמת כל הפעולות האחרות (זריעה, ריסוס קוטלי עשבים וכו'). לאחר העיגול מושקה השדה על מנת למנוע חילחול של הפולימר בעת הריסוס והחזקתו על פני הקרקע לצורך ניצול מירב החומר ליצירת הפילם.

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

שיטת הריסוס מבוססת על ישום החומר דרך מרסס שהותאם לצרכים המיוחדים של ריסוס חומר בעל צמיגות גבוהה, ולצרכים של כיסוי אחיד של כל השדה כולל השבילים שבין הערוגות. פיזור הפולימר על פני הקרקע מתבצע באמצעות מוטות ריסוס מקבילים. על מוט הריסוס הראשי מוצבות פומיות במרווחים שונים ליצירת חפיפות מתאימות לפי צרכי הריסוס צורת הצבה כזו יוצרת ענן אחיד של טיפות מעל הפס המרוסס. בשיטה זו נמנעת יצירת ה"קרניים" (שאופיינית לריסוס בחפיפה רגילה, של חומר צמיג כמו אקוטקס) ומבטיחה כיסוי אחיד של החומר לרוחב פס הריסוס. שיטת הריסוס מאפשרת כיסוי יעיל של הקרקע במינונים קטנים. ניתן לחפות את הקרקע לפי הצורך במינון 30-50 ליטר לדונם להקדמת הצצה של גידולים, או 100 ליטר לצורך חיטוי סולרי בקיץ. ניתן כמובן לרסס כמות גדולה יותר לפי הצורך.

שיטת הריסוס כפי שפורטה להלן הינה שונה וחדשנית בהשוואה לשיטת הריסוס כפי שפורסמה בעבודות קודמות. טכנולוגיה זו מוגנת כיום בפטנט.

2. הקדמת הצצה והבכרת יבול:

בדקנו את אפשרות ההקדמה של הצצה נבטים בחורף המאוחר ובאביב על מנת להקדים את עונת הגידול ולהבכיר את היבול. נבחנו הגידולים הבאים:

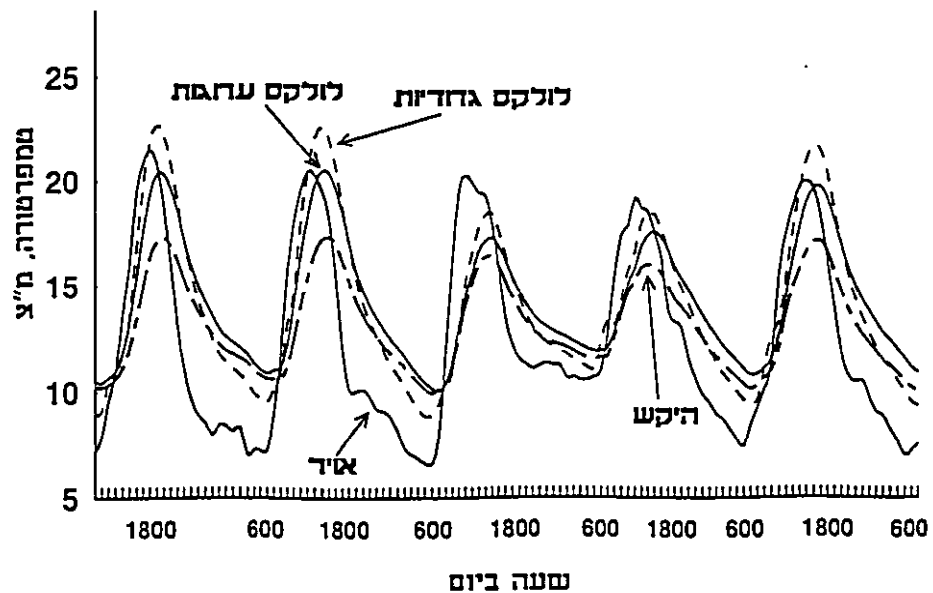
- תפוא"ד למזרעי אביב.
- אגוזי אדמה
- תירס
- עגבניות לתעשייה
- כותנה

כל הגידולים נזרעו במועד מוקדם למועד הזריעה המקובל. יום לאחר הזריעה בוצע חיפוי של החלקות על ידי ריסוס פולימר פלסטי "אקוטקסי". כל יתר הטיפולים כולל הדברת עשבים, השקיה, דישון והדברת מחלות ומזיקים בוצעו לפי ההמלצות לגידול באזור. במהלך הגידול נבחנו המדדים הבאים:

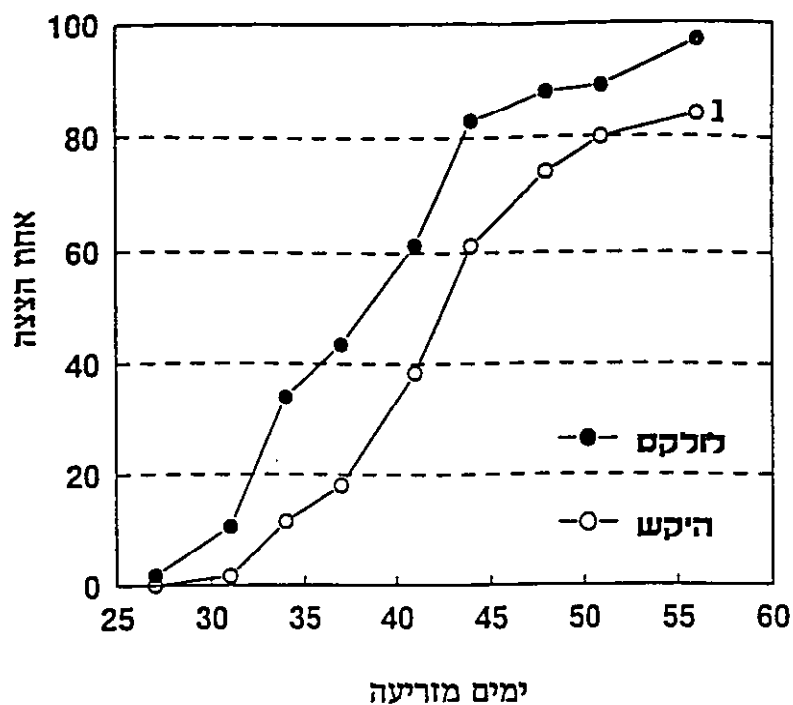
- טמפרטורות הקרקע בעומק הזריעה לפי הגידול (5 - 15 ס"מ)
- קצב ושיעור הצצה
- קצב התפתחות צמחים ומדדים הקשורים בהתפתחות (פריחה, הבשלה וכו')
- השפעה על יבול (הקדמה, שיפור היבול)

תפוחי אדמה

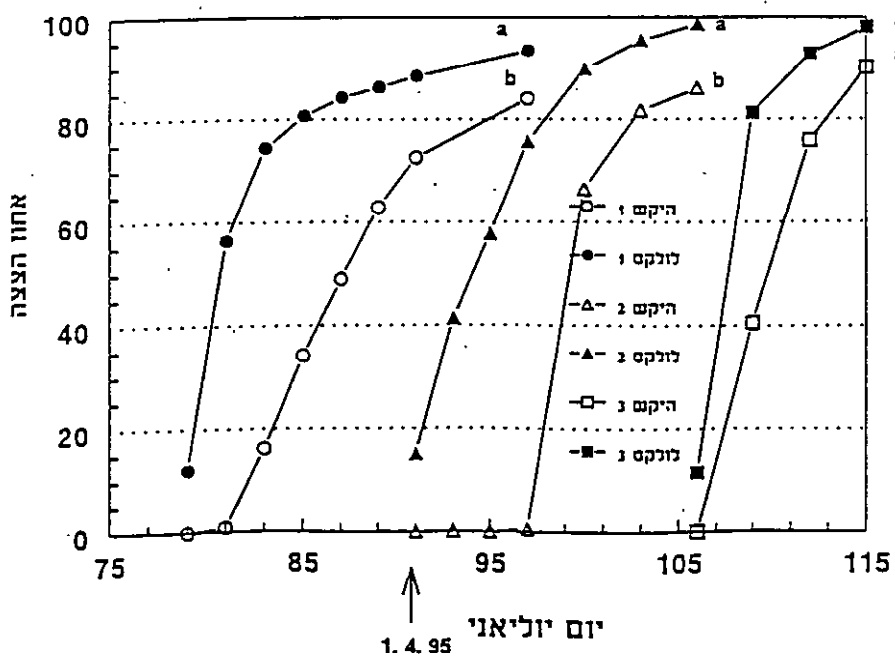
נבחנו שני זנים, זן בכיר (אתיקה) וזן אפיל (רוזוול). חיפוי הקרקע תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות באזור פקעות הזריעה (ציור מס' 1). הצצה הנבטים בקרקע, שחופתה בפולימר הפלסטי, היתה מהירה יותר. שיעור הצצה הנבטים היה בהתאמה מלאה לערכי צבירת החום (שעות מעלה) בטיפולים השונים. בחלקות המחופות היתה צבירת מנות החום מהירה יותר ושיעור הצצה גבוה ומוקדם יותר. קצב התפתחות הצמחים, כפי שהתבטא במשקלם, היה מהיר יותר בחלקות שגדלו על גבי החיפוי. משקלם הרטוב של הצמחים על גבי החיפוי היה רב יותר. יבול הפקעות בחלקות המחופות היה רב יותר בזן האפיל (רוזוול) אך לא בזן הבכיר (אתיקה) שיעור הפקעות הגדולות היה רב יותר על גבי החיפוי בשני הזנים.



ציור 1. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס על טמפרטורת הקרקע בעומק של 10 ס"מ בתחילת חודש ינואר 1995. החיפוי נעשה על ערוגות ברוחב 1.93 או גודדיות ברוחב 96 ס"מ. טמפרטורת האויר נמדדה בגובה 40 ס"מ מעל פני הקרקע.



ציור 2. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס על הצצת נבטים של תפוא"ד מזן רוזוול שגדלו בערוגות.



ציור 3. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס על הצצת נבטים של אגוזי אדמה במזרעים שונים. עיגולים = תאריך זריעה 5.3.95; משולשים = מועד זריעה 20.3.95; מרובעים = מועד זריעה 3.4.95.

אגווי אדמה:

חיפוי קרקע תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות באזור הזרעים. הצצת הנבטים בקרקע, שחופתה בפולימר הפלסטי, היתה מהירה יותר ובשיעור הצצה סופי גבוה יותר (ציור מס' 2). שיעור הצצת הנבטים היה בהתאמה מלאה לערכי צבירת החום (שעות מעלה) בטיפולים השונים. בחלקות המחופות היתה הצבירה מהירה יותר ושיעור הצצה גבוה ומוקדם יותר.

קצב התפתחות הצמחים, כפי שהתבטא במשקלם, היה מהיר יותר בחלקות, שגדלו על גבי החיפוי. משקלם הרטוב של הצמחים על גבי החיפוי היה רב יותר, וגם היחס המשקלי רטוב/יבש היה גדול יותר. תוצאות אלה מעידות על מאזן מים טוב יותר בצמחים, שגדלו על גבי החיפוי. תרמילי אגא"ד נאספו במועדים על פי מספר ימי הגידול ממועד הזריעה. בכל המקרים היה יכול התרמילים בחלקות המחופות רב יותר. איכות התרמילים כפי, שהתבטאה בגודל התרמילים, היתה גבוהה יותר בחלקות המחופות.

תירס

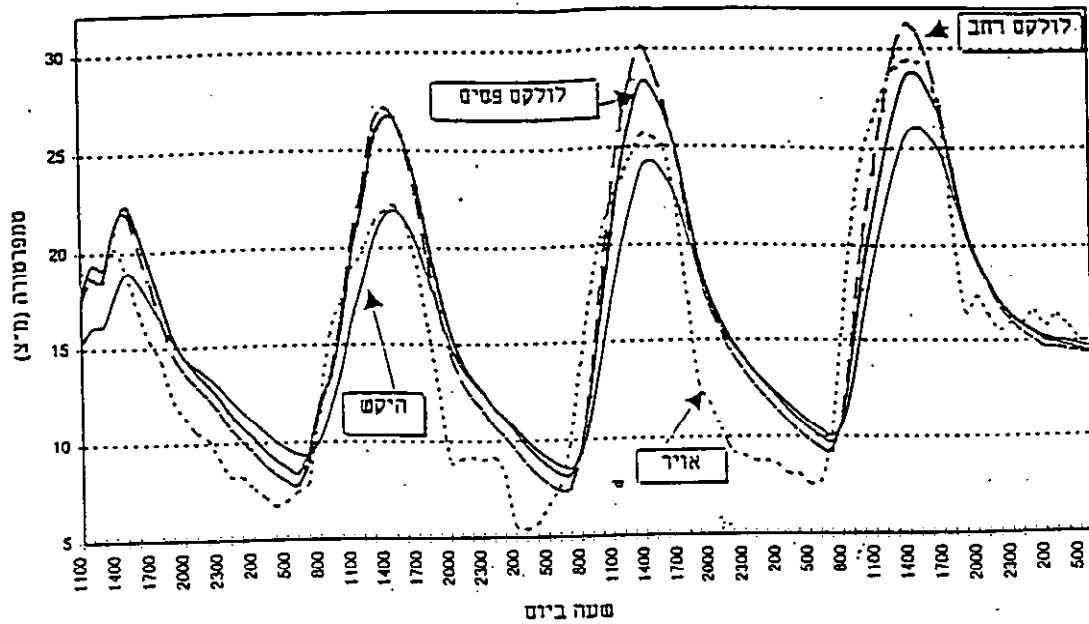
תירס הינו צמח קיצי שגידולו נמשך כ-100 ימים. תירס למאכל נזרע החל מחודש פברואר (טרום עונה) ונמשך לקיץ. באביב המוקדם טמפרטורות הקרקע נמוכות והנביטה וההצצה איטיים. בנוסף, נפגעת התמיינות התירס שמתרחשת בשלבי ההתפתחות הראשונים. משום כך נזרעים מזרעים מוקדמים של תירס (טרום עונה) רק באזורים חמים כגון עמק בית שאן. מאידך, מזרעי טרום עונה הינם בעלי ערך מוסף גבוה לשוק המקומי. לכן, הכנסת טכנולוגיה שתאפשר הקדמת הזריעה והקדמת האסיף הינה בעלת חשיבות כלכלית. מטרת המחקר היתה לבחון את השפעת חיפוי הקרקע בפולימרים מתרססים על הקדמת ההצצה והבכרת היבול של תירס מתוק במזרעי אביב מוקדם בנגב הצפוני וכן באזור חדש, עמק בית שאן.

ניסויים בנגב הצפוני בקרקע חולית

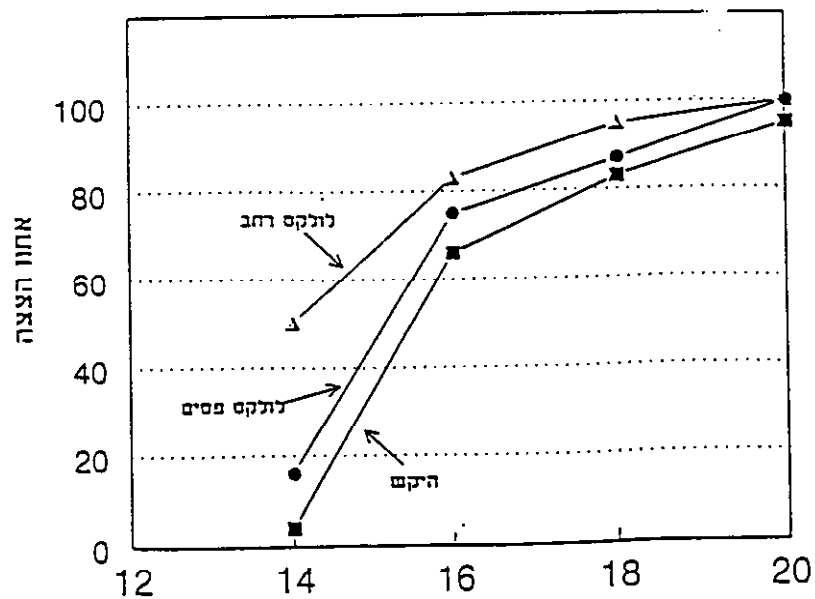
חיפוי הקרקע תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות באזור הזרעים בעומק 5 ס"מ (ציור מס' 4). חיפוי הקרקע באקוטקס חימם את הקרקע בשיעור גבוה יותר (7-5 מ"צ בהשוואה לחלקות ללא חיפוי). טמפרטורות המקסימום היו בשיעור 25-30 בחלקות המחופות לעומת 22-24 בחלקות ההיקש ללא חיפוי כלל. טמפרטורת הקרקע בעקבות החיפוי בפס הזריעה בלבד (באזור הזרעים) היתה דומה לטמפרטורה שהתקבלה בעקבות החיפוי הרחב. טמפרטורת הסביבה בחודש מרץ היתה בשיעור 5-8 מעלות מינימום לעומת 20-29 מקסימום. הצצת הנבטים בקרקע, שחופתה בחיפוי רחב או בפסים מהירה יותר בהשוואה לחלקות ההיקש (ציור מס' 5). התפתחות היתה מהירה יותר בחלקות שגדלו על גבי החיפוי. תופעה בולטת היתה פריחה מוקדמת יותר של הצמחים בחלקות המחופות. ההקדמה בפריחה היתה ביומיים.

ביום אסיף הקלחים נמדדו גובה האשכול והמכבד בטיפולים השונים. גובה האשכול היה רב יותר באופן מובהק בטיפולי החיפוי הרחב לעומת החיפוי בפסים או חלקות ההיקש ללא חיפוי (ציור מס' 6). לא היה הבדל בגובה המכבד בין בטיפולים השונים. גובה האשכול הינו מדד חשוב בעיקר בתירס המיועד לתעשייה. אשכולים גבוהים יותר משפרים את יעילות הקטיף המכני ומקטינים את הפחת הנגרם מקלחים נמוכים אשר אינם נאספים.

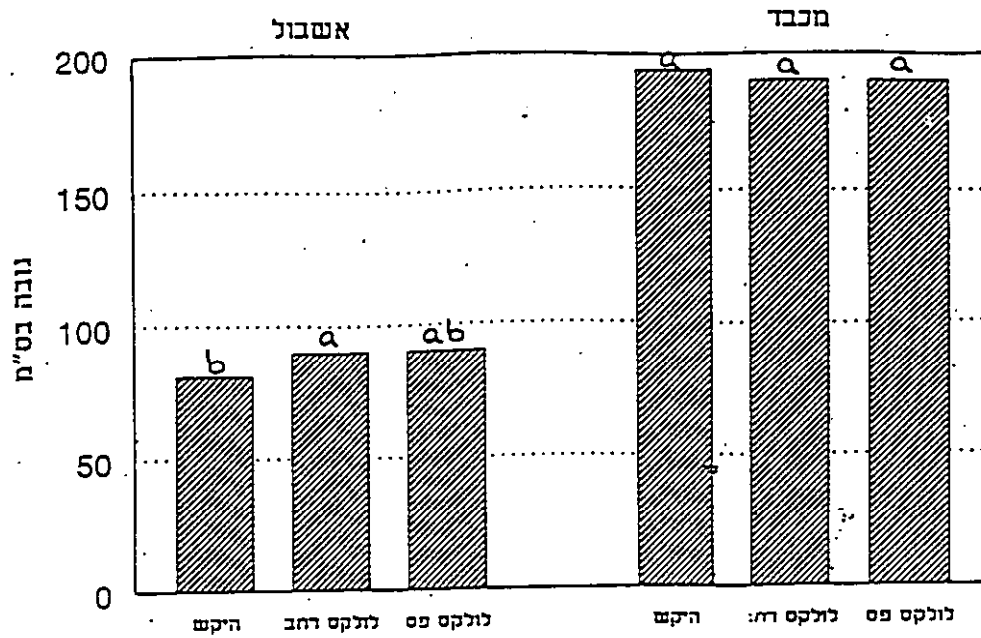
יבול קלחי התירס היה רב יותר באופן מובהק בחלקות המחופות בהשוואה לחלקות ההיקש ללא חיפוי (ציור מס' 7). החיפוי הרחב תרם ליבול גבוה יותר מאשר החיפוי בפס הזריעה בלבד. ככל הנראה החיפוי בפס תרם להשפעות חיוביות נוספות במהלך הגידול מעבר להשפעה על ההצצה. יבול הקלחים בחלקות המחופות היה רב יותר, בעיקר בקלחים הגדולים. בניסוי בקיבוץ ניר עוז נאסף היבול לאחר 103 ימים מזריעה. זהו פרק זמן קצר מהמקובל בעונה זו של גידול, ומהווה יתרון נוסף לחיפוי בגידול כמו תירס. גובה הצמחים ובייחוד גובה האשכולים הינו רב יותר על גבי החיפוי. יעילות האסיף הממוכן של תירס לתעשייה תלויה מאד באחידות הגובה של האשכולים. אשכולים גבוהים ובגובה אחיד משפרים את היעילות. חיפוי הקרקע אשר גורם להצצה והתפתחות ראשונית מהירים יותר משפיע ככל הנראה על גדילה מהירה יותר לפני ההתמיינות ולכן האשכולים גבוהים יותר, עובדה המהווה יתרון נוסף כשמדובר באסיף ממוכן.



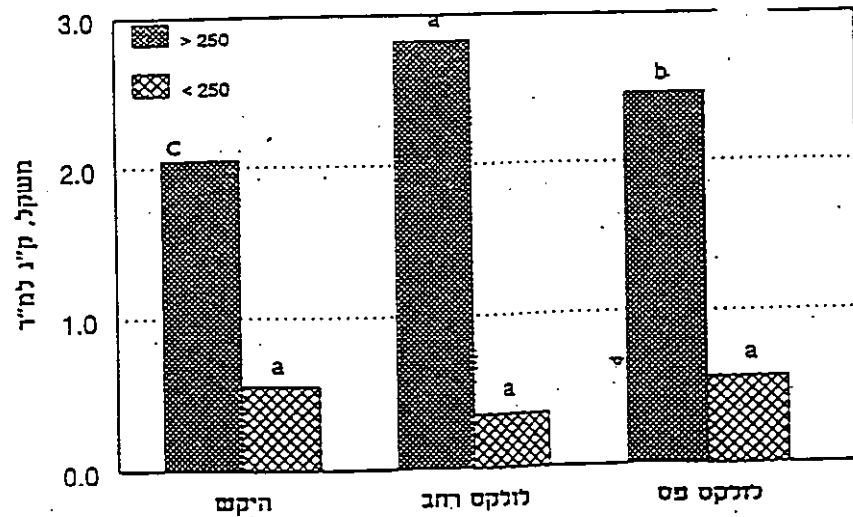
ציור 4. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס על טמפרטורת הקרקע בעומק של 5 ס"מ בתחילת חודש מרץ 1996. החיפוי נעשה על ערוגות ברוחב 1.93 מ'. בחיפוי רחב או רק בפס הזריעה (פסים) טמפרטורת האוויר נמדדה בגובה 40 ס"מ מעל פני הקרקע.



ציור 5. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס על כל החלקה (רחב) או רק בפס הזריעה (פסים) על שעור ההצצה של נבטי תירס.



ציור 6. השפעת חיפוי קרקע בריסוס אקוטקס רחב או בפס הזריעה על גובה האשכולים והמכבדים של צמחי תירס. אותיות שונות בכל איבר בנפרד מצביעות על הבדל מובהק בין טיפולי החיפוי



ציור 7. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס רחב או בפסים על משקל קלחי תירס. אותיות שונות בכל גודל קלח בנפרד מצביעות על הבדל מובהק בין טיפולי החיפוי.

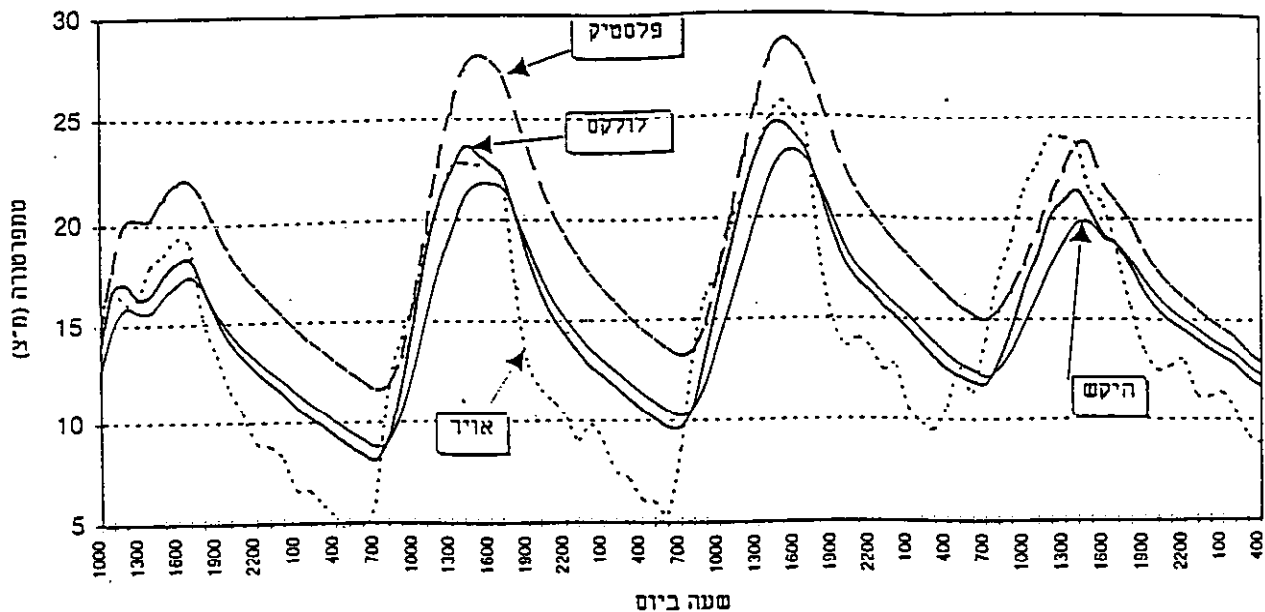
ניסוי בעמק בית שאן בקרקע חרסיתית

השפעת חיפוי קרקע על הקדמת יבול תירס נבחנה במזרעים מוקדמים של חודש פברואר. טיפולי החיפוי כללו חיפוי ביריעות פלסטיק או ריסוס בפולימר פלסטי. חיפוי הקרקע תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות באזור הזרעים בעומק 5 ס"מ (ציור מס' 8). חיפוי הקרקע ביריעות פלסטיק חימם את הקרקע בשיעור גבוה יותר (6-8 מ"צ בהשוואה לחלקות ללא חיפוי) מאשר חיפוי האקוטקס אשר חימם בשתי מעלות בהשוואה לחלקות ללא חיפוי. טמפרטורות המקסימום היו בשיעור 25-28 במחלקות המחופות ביריעות פלסטיק, 23-25 בחלקות המחופות בריסוס 'אקוטקס', ו 17-22 מעלות בחלקות ההיקש ללא חיפוי כלל. טמפרטורות הסביבה בחודש פברואר היתה בשיעור 5-10 מעלות מינימום 18-26 מקסימום. הצצת הנבטים בקרקע, שחופתה בפולימר הפלסטי או יריעות פלסטיק היתה מהירה יותר (לא נספר שיעור ההצצה באופן כמותי. התפתחות היתה מהירה יותר בחלקות שגדלו על גבי החיפוי. תופעה בולטת היתה פריחה מוקדמת יותר של הצמחים בחלקות המחופות. ההקדמה בפריחה היתה ביומיים.

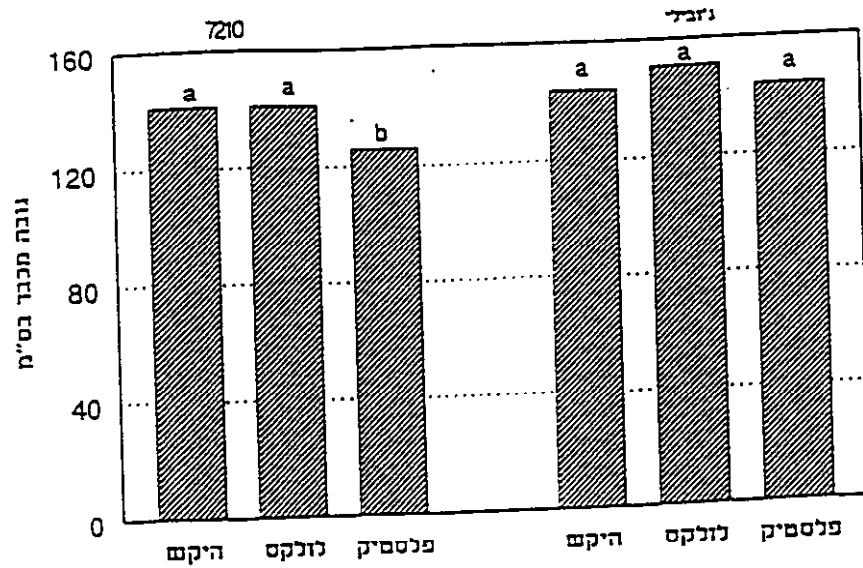
ביום אסיף הקלחים נמדדו גובה האשכול והמכבד בטיפולים השונים. גובה המכבד בזן 7210 היה רב יותר באופן מובהק בטיפולי החיפוי (יריעות או ריסוס) בהשוואה לחלקות ההיקש ללא חיפוי (ציור מס' 9). לא היה הבדל בגובה המכבד בזן גיבילי בטיפולים השונים. גובה האשכול היה רב יותר בזן גיבילי בחלקות האקוטקס בהשוואה לשני הטיפולים האחרים (ציור מס' 10) אך לא בזן 7210.

יבול קלחי התירס היה רב יותר באופן מובהק בחלקות המחופות בהשוואה לחלקות ההיקש ללא חיפוי (ציור מס' 11). תוספת היבול היתה מובהקת בשני זני התירס שנבחנו. תוספת היבול היתה מובהקת בטיפולי החיפוי גם בקלחים הגדולים (מעל 250 גר') וגם בסך היבול בשני הזנים.

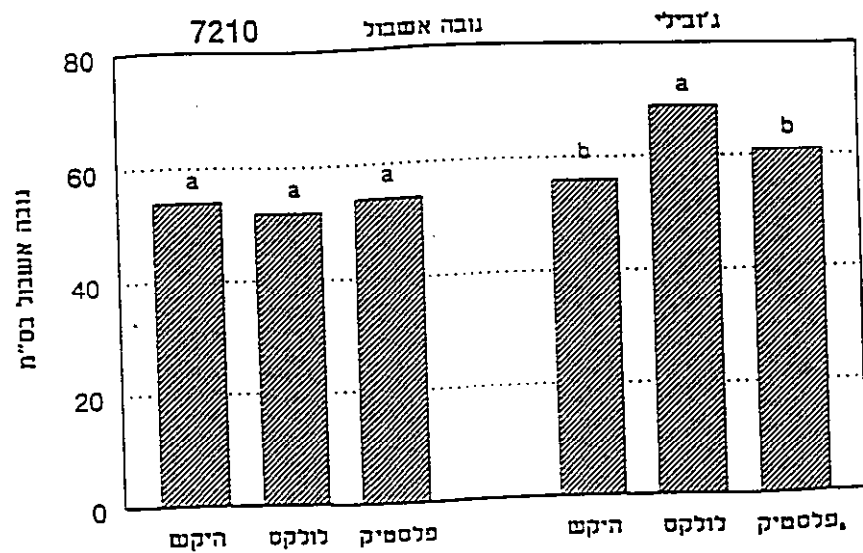
חיפוי קרקע תרם באופן מובהק להקדמת ההצצה והבכרת היבול של תירס בשני אזורי הארץ לחיפוי באקוטקס ישנו יתרון על החיפוי בפלסטיק בגידול מעין זה, שכן יריעת הפלסטיק מסולקת זמן קצר לאחר ההצצה. לעומת זאת הצמחים ממשיכים לגדול על גבי חיפוי האקוטקס. חיפוי זה ממשיך להשפיע מבחינת חימום הקרקע, מאזן מים בקרקע ובצמח והשפעות אחרות. החיפוי בפסים הינו יעיל לפחות בשלבים הראשונים להתפתחות הצמחים, אך הוא נחות מהחיפוי הרחב. עם זאת חיפוי זה זול יותר וחשוב לבחון את האפשרויות בשימוש כזה לאור ההיבט הכלכלי בשימוש כזה.



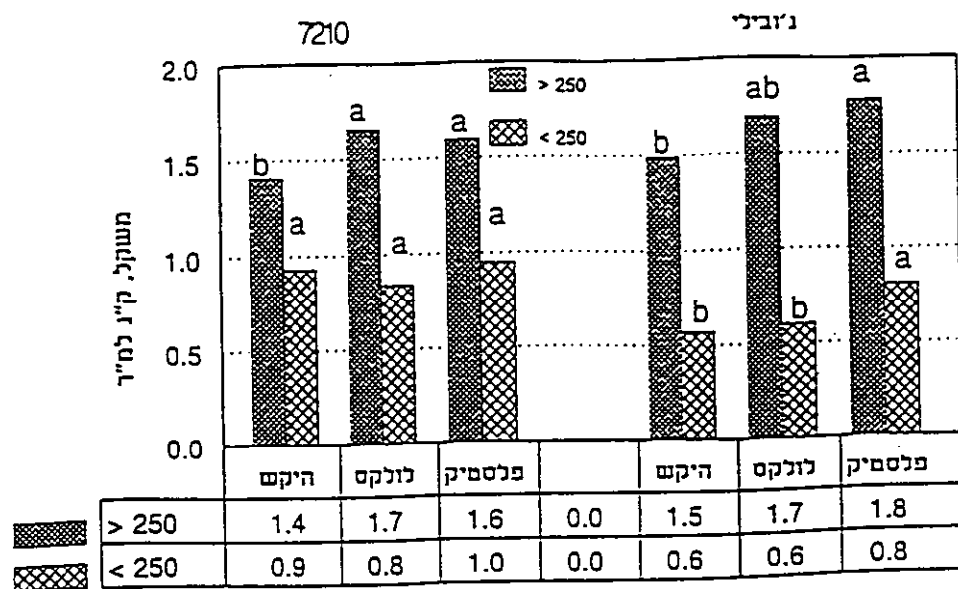
ציור 8. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס על טמפרטורת הקרקע בעומק של 10 ס"מ בתחילת חודש פברואר 1996. החיפוי נעשה על ערוגות ברוחב 1.93 מ'. טמפרטורת האוויר נמדדה בגובה 40 ס"מ מעל פני הקרקע.



ציור 9. השפעת חיפוי קרקע בריסוס פולימרים (אקוטקס) או יריעות פלסטיק (פלסטיק) על גובה המכבדים של צמחי תירס. אותיות שונות בכל זן בנפרד מצביעות על הבדל מובהק בין טיפולי החיפוי.



ציור 11. השפעת חיפוי קרקע בריסוס פולימרים (אקוטקס) או יריעות פלסטיק (פלסטיק) על גובה האשכולים של צמחי תירס. אותיות שונות בכל זן בנפרד מצביעות על הבדל מובהק בין טיפולי החיפוי.



ציור 12. השפעת חיפוי קרקע בריסוס פולימרים (אקוטקס) או יריעות פלסטיק (פלסטיק) על משקל קלחי תירס. אותיות שונות בכל זן בנפרד ובכל גודל קלח בנפרד מצביעות על הבדל מובהק בין טיפולי החיפוי.

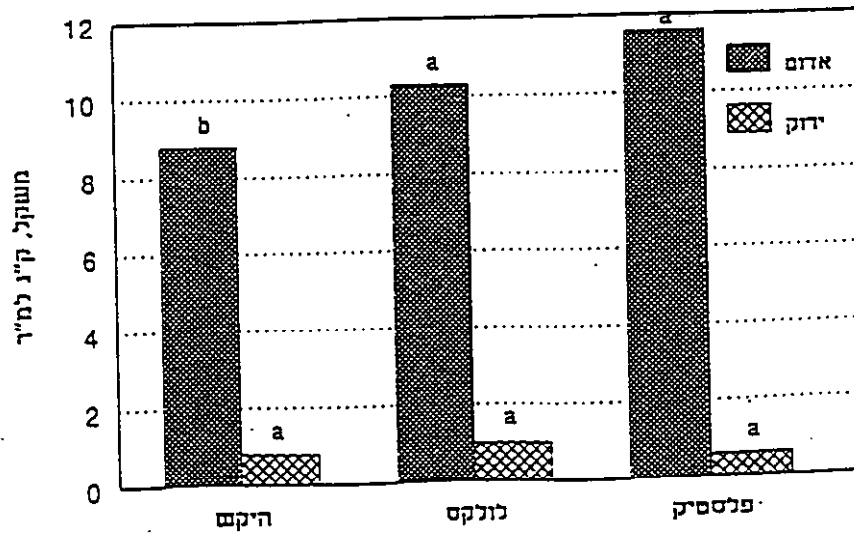
עגבניות

עגבניות לתעשייה הינו גידול קיצי שמשך גידולו כ-100 ימים. בעמק בית שאן מקובלת זריעה או שתילה באביב המוקדם (תחילת פברואר). הקדמה זו מאפשרת הקדמת היבול ודרוג עיבוד התוצרת במפעלים. הזריעה בעונה המוקדמת כאשר טמפרטורות הקרקע נמוכות גוררת נביטה וההצצה איטיים. חיפוי הקרקע ביריעות פלסטיק מבוצעת בחלק השטחים על מנת לזרז את התפתחות הצמחים בעונה זו. פרישת יריעות פלסטיק הינה בעייתית ויוצרת קשיים בפרישה ובשתילה על הערוגות המחופות. בנוסף יוצרות היריעות בעיות בתוס הגידול מההיבט של פינוי היריעות והפרעה לאסיף ממוכן של היבול. לכן, הכנסת טכנולוגיה שתאפשר הקדמת הזריעה והקדמת האסיף הינה בעלת חשיבות כלכלית.

חיפוי הקרקע תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות בעומק 5 ס"מ. חיפוי הקרקע ביריעות פלסטיק חימם את הקרקע בשיעור גבוה יותר (7-8 מ"צ בהשוואה לחלקות ללא חיפוי) מאשר חיפוי הריסוס אשר חימם בשתי מעלות בהשוואה לחלקות ללא חיפוי. טמפרטורות המקסימום היו בשיעור 25-28 במחלקות המחופות ביריעות פלסטיק, 23-25 בחלקות המחופות בריסוס 'אקוטקס', ו-17-22 מעלות בחלקות ההיקש ללא חיפוי כלל. טמפרטורת הסביבה בחודש פברואר הייתה בשיעור 5-10 מעלות מינימום ו-18-26 מקסימום. הצצת הנבטים בקרקע, שחופתה בפולמר הפלסטי (בחלקת התצפית הקטנה שכללה רק אקוטקס לעומת היקש) היתה מהירה יותר (לא נספר שיעור ההצצה באופן כמותי). משקל העגבניות היה רב יותר באופן מובהק בחלקות המחופות בהשוואה לחלקות ההיקש ללא חיפוי (ציור מס' 12). תוספת היבול היתה מובהקת בשני זני התירס שנבחנו. תוספת היבול בשיעור 1.5-2 ק"ג למ"ר בטיפול החיפוי. משקל העגבניות הירוקות לא נבדל בין טיפולי החיפוי להיקש.

כותנה

חיפוי קרקע תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות באזור פקעות הזריעה בניסויים שבוצעו בענב הצפוני. נבדקו מזרעים של תחילת וסוף חודש מרס. בשני המזרעים שנבחנו הצצת הנבטים בקרקע, שחופתה בפולמר הפלסטי, היתה מהירה יותר. קצב התפתחות הצמחים היה מהיר יותר בחלקות שגדלו על גבי החיפוי וכך גם קצב יצירת הכפתורים וההלקטים. צבירת היבול היתה מהירה יותר בחלקות המחופות וגם היבול הסופי היה רב יותר בחלקות המחופות בשני המזרעים.



ציור 12. השפעת חיפוי קרקע בריסוס פולימרים (אקוטקס) או יריעות פלסטיק (פלסטיק) על משקל עגבניות בשלות (אדום) או לא בשלות (ירוק). אותיות שונות בכל סוג פרי בנפרד מצביעות על הבדל מובהק בין טיפולי החיפוי.

3. מניעת נזקי סופות חול במזרעי סתיו

כיוון נוסף ליישום חיפוי על ידי פולימרים הינו במזרעי סתיו של גידולי שדה כגון גזר. גידולים אלה רגישים בשלבי הגידול הראשונים לפגיעה מסופות חול העלולות לגרום נזקים כבדים לשדות עד כדי השמדת השדה.

בשנים 1996 ו-1997 הוצבו ניסויים על מנת לבחון האם חיפוי קרקע ימנע את נזקי סופות החול. בשלבים הראשונים של הגידול נמנע נזק מסופות חול וכן נחסכה מחצית כמות מי ההשקיה. הפוטנציאל בגידול זה הינו רב הן מבחינת נזקי סופות החול והן מבחינת החיסכון במים המהווה בעיה בעקבות קיצוץ במנות השקיה.

4. הקדמת הצצה והבכרת יבול בחלקות מסחריות

על בסיס התוצאות הטובות של ניסויי השדה הוצבו חלקות מסחריות באביב 1996 ובאביב 1997 בגב הצפוני. אגוזי אדמה מהזנים חנוך ושולמית נזרעו בסוף חודש מרץ על חיפוי קרקע באקוטקס, ולעומתם נזרעו חלקות סמוכות ללא חיפוי קרקע שבועיים לאחר מכן. בשני הגידולים תוצאות היבול מניסוי מסחרי זה מובאות בטבלה מס' 1.

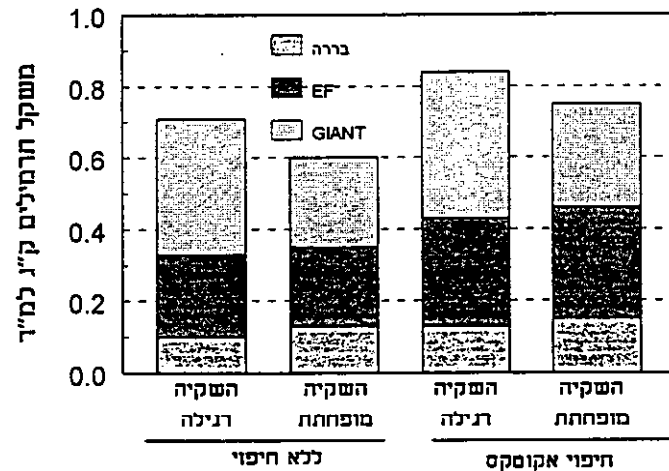
טבלה מס' 1. השפעת חיפוי קרקע ע"י ריסוס 'אקוטקס' על יבול אגוזי אדמה

זן	היקף גידול (דונמים)	מועד זריעה	חיפוי קרקע לאחר הזריעה ¹	יבול (ק"ג לדונם)	איכות תרמילים (אחוז יצוא)
שולמית	128	30.3.96	אקוטקס	650	61
	124	15.4.96	ללא חיפוי	572	58
חנוך	129	28.3.96	אקוטקס	672	69
	129	10.4.96	ללא חיפוי	624	50

תוספת יכול מובהקת ומשמעותית נתקבלה בעקבות החיפוי באקוטקס בשני הזנים. בזן חנוך נתקבלה גם תוספת משמעות באחוזי התרמילים לייצוא. משמעות נוספת ביישום גישה זו הוא פרישת תקופת האסיף והדיש לפרק זמן ארוך יותר. באופן רגיל מרוכזת תקופת האסיף והדיש לפרק זמן קצר של כ-40 ימים שבהם יש צורך לסיים את אסיף כל החלקות. זריעה מוקדמת של חלק מהחלקות מאפשרת אסיף מוקדם, וכתוצאה מכך לוח זמנים נוח יותר גם באסיף יתר החלקות. העובדה שבקיבוץ ניר עוז נזרעו כ-350 דונם בקרקע מחופות במזרעים מוקדמים (כרבע מכלל שטחי הבוטנים בעונה זו), תרמה ללוח זמנים נוח וגמיש יותר לאסיף. במשק זה נסתיימה עונת הבוטנים בסוף חודש ספטמבר. לעומת זאת נמשך האסיף במשקים נוספים בחבל מעון עד לאמצע חודש אוקטובר, ומספר שטחים אף ניזוקו מהגשמים המוקדמים שירדו בחודש אוקטובר בנגב הצפוני.

5. צמצום מנות השקיה לחיסכון במים על ידי חיפוי קרקע בממברנות מתכלות

הוצב ניסוי שדה בחלקת שלחין בקיבוץ ניר עוז. החלקה נזרעה בסוף חודש מרס ורוססה באקוטקס יום לאחר הזריעה. חלקת הניסוי הושקה בקווים החלקה וחלקה לשני משטרי טיפול, השקיה רגילה והשקיה מופחתת בשיעור 15%. בכל משטר השקיה נבחנו שני טיפולים, היקש ללא חיפוי לעומת חיפוי באקוטקס. במהלך הגידול נבחנו השפעת החיפוי וההשקיה על רטיבות הקרקע ועל מאזן המים בצמחים. בוצע מעקב אחר קצב התפתחות צמחים, ונבחנו השפעת הטיפולים על היבול (כמות ואיכות). הצצת הנבטים על גבי החיפוי היתה מהירה יותר. במהלך הגידול נצפה כיסוי נוף מהיר יותר בחלקות המחופות בהשוואה לחלקות ללא חיפוי בשני משטרי ההשקיה. הקטנת מנות המים בשיעור של 15% גרמה לפחיתה בכמות היבול בחלקות ללא חיפוי. לעומת זאת הקטנת מנות מים בחלקות מחופות באקוטקס לא השפיע על היבול, שהיה דומה ליבול שנתקבל בחלקות שהושקו במנות מים רגילה (איור מס' 11).



איור 1. השפעת חיפוי קרקע באקוטקס והפחתת כמות ההשקיה בשיעור 15% על יבול תרמילים ואיכותם.

ה. סיכום ומסקנות

- א. הושם דגש על פיתוח שיטת יישום לחיפוח קרקע יעיל למטרות שונות של חימום והקדמת גידול של צמחים. במהלך העבודה פותחה שיטת ריסוס חדשנית למטרה זו ונבנה מרסס מיוחד המשמש לריסוס הפולימרים. במקביל הושם דגש על פיתוח פורמולציות מתאימות לריסוס על ידי מפעל ניר לט המייצר את 'אקוטקס', התכשיר המסחרי המשמש אותנו. בתום שלב זה של העבודה נרשם פטנט על טכנולוגיית היישום הכוללת את התכשיר שיטת היישום והמרסס.
- ב. חיפוי קרקע באקוטקס וביריעות פלסטיק תרם לטמפרטורות קרקע גבוהות יותר ולהצצה, והתפתחות נמרצים יותר, במספר גידולי קיץ וחורף. השפעת החיפוי הינה במהלך תקופת הנביטה והההצצה וכן במהלך התפתחות הצמחים. השפעה ארוכה זו אינה מתבטאת בחיפוי ביריעות פלסטיק משום שהן מסולקות בחלק מהגידולים בשלב מוקדם של הגידול. בשנתיים האחרונות אומו התוצאות במגוון גידולים במספר שנות מחקר עובדה המצביעה על הדירות התופעה.
- ג. במרבית הניסויים הושגו בנוסף להקדמת הגידול והבכרת היבול גם יבול רב יותר, ובמספר מקרים גם קיצור משך הגידול.
- ד. החיפוי בריסוס היה יעיל כמו החיפוי ביריעות פלסטיק (בניסויים שבהם בוצעה השוואה כזו). חיפוי זה קל יותר לביצוע ואינו כרוך בטיפול פרישה, וסילוק היריעות בתום העונה.
- ה. יעילות החיפוי אומתה גם בהיקף מסחרי, עובדה המצביעה על הפוטנציאל המסחרי ביישומה.
- ו. תוצאות העבודה עד כה מצביעות על הפוטנציאל הטמון בשיטה זו לחימום קרקע וזירוז ההצצה והתפתחות של צמחים. בעתיד תורחב היריעה לגידולים נוספים. במקביל תשופר שיטת היישום ותורחב לסוגי קרקע נוספים ואזורים נוספים בארץ. במהלך העבודה נתגלו השפעות לוואי חיוביות כגון מאזן מים משופר, תרומה לאיכלוס חיידקי ריזוביום באגאיד, הפחתת מחלות נבטים ועוד. השפעות אלה חשובות ויש לבחון אותם בעתיד

ו. פירסומים ופטנטים

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

הבעת תודה:

תודתינו לצוות השלחין של קיבוץ ניר עוז, צוות השדה של חוות עדן והועדה החקלאית חבל מעון על העזרה הרבה בהצבת הניסויים והחזקתם.

3. סיכום

1. מטרות העבודה לתקופת הדו"ח

בשנים האחרונות קיימים פולימרים פלסטיים על בסיס Latex אשר ניתן לרססם על פני הקרקע והם יוצרים פילם גמיש שיכול לשמש לחיפוי קרקע. החיפוי הנוצר בעקבות הריסוס הינו גמיש ומאפשר הצצת נבטים דרכו. לכן ניתן להשתמש בחומרים אלה לצורך ריסוס על שדה זרוע. חיפוי השדה בצורה זו מאפשר התחממות הקרקע ויצירת תנאים טובים לנביטה והצצה מהירים של הגידול. הפולימרים הינם מסיסים במים ועם הצנעתם בקרקע בתום הגידול מתפרקים לתוצרים סופים ידידותיים לסביבה תוכנית המחקר הנוכחית נועדה לבחון אפשרויות יישום של פולימרים פלסטיים לחיפוי קרקע לצורך הבכרת גידולים.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות

העבודה התמקדה בפיתוח טכנולוגיית ריסוס והתאמתה ליישום שונים. פותחה טכנולוגיה חדשה המאפשרת חיפוי קרקע יעיל על ידי ריסוס במינונים נמוכים. מזרעים מוקדמים של גידולי שדה וירקות נזרעו על חיפוי מרוסס והושגו הבכרת היבול, קיצור משך הגידול ותוספת יבול משמעותית. נמנעו נזקים מסופות חול. הטכנולוגיה ייושמה גם בהיקף חצי מסחרי.

3. המסקנות המדעיות והשלכות להמשך המחקר ויישומו

התוצאות הטובות מניסויים אלה כפי שמתואר בדו"ח להלן מאששים את תוצאות השנה הראשונה ומאמתים את הפוטנציאל החקלאי והכלכלי ביישום גישה חדשנית זו. המשך העבודה מתמקד בהרחבת היישום ובחינת היבטים נוספים כגון ייצוב הקרקע חיסכון בהשקיה והשפעות על התפתחות שורשים

4. הבעיות שונתרו לפתרונן והמשך המחקר

המשך העבודה מתמקד בהרחבת היישום לגידולים נוספים. בעיה מרכזית הינה יישום חיפוי יעיל במגוון קרקעות, שכן קרקעות כבודות הינן בעיות והיישום בהם אינו יעיל כמו בקרקעות החוליות. היבטים נוספים כגון ייצוב הקרקע חיסכון בהשקיה והשפעות על התפתחות שורשים מהויים גם הם יעד להמשך העבודה.

5. הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח

בשנת 1996 נרשם פטנט ליישום השיטה. השיטה מתוכננת ליישום בקנה מידה מסחרי בהיקף של אלפי דונם.