

טכנולוגיה להדברת פגעים וחסכון בידיים עובדות במשתלות ירקות ופרחים

דוח מסכם לתוכנית מספר 13-4408-459
מוגש לקרן המדען הראשי – טכנולוגיות חוסכות כ"א

על ידי

אברהם גמליאל, יצחק שגיא, יוסף קשתי, יהודית ריבן, ברכה שטיינר, המכון להנדסה חקלאית, מנהל
המחקר החקלאי agamliel@agri.gov.il

Abraham Gamliel, Yoseph Kashti, Itzhak Sagi, Yehudit Riven, Bracha Steiner,
Agricultural Research Organization, ARO, volcani Center, Bet Dagan.

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר

תקציר

ייצור חומר ריבוי במשתלות מסחריות הוא תהליך חצי מתועש שכולל תהליכים ממוכנים רבים (כגון זריעה במגשים ושינוע המגשים לחדרי ההנבטה ומאוחר יותר לאזורי והגידול). השתילים מגודלים במגשים על גבי שולחנות מוגבהים בתוך מבנים תוך ניצול מרבי של שטח המבנה. סוג נוסף של משתלות הוא משתלות ריבוי מצמחי אם שמהם נלקחים ייחורים להשרשה וריבוי (כמו צמחי תבלין מסוימים, מרווה, טרגון, רוזמרין ועוד). שמירה על בריאות השתילים היא מרכיב חשוב ביותר ביצור שתילים שכן שתילים נגועים במחלות עלולים להפיץ את הנגיעות בשדות מאוחר יותר ולהסב נזקים כבדים למגדלים. מאידך, זהו אתגר לא פשוט, שכן השתילים מגודלים בתנאי צפיפות רבה ובתנאי רטיבות ולחות רצופים שמעודדים התפתחות פגעים שונים ובעיקר מחלות נוף. שמירה על בריאות השתילים מבוצעת באמצעות ריסוסים תכופים בתכשירי הדברה. פעולה זו מבוצעת באופן ידני באמצעות רובי ריסוס אשר מחוברים למיכל הנוזל שנמצא במעבר המרכזי של המשתלה באמצעות צינור ארוך. פעולת הריסוס אינה נוחה שכן המעברים בין השולחנות צרים והריסוס מבוצע כאשר זרועות המפעיל מוגבהות מעל השולחנות. כפועל יוצא, פעולת הריסוס גוזלת זמן וכוח אדם רבים. מעבר לכך, יעילות הריסוס אינה מספקת שכן הכיסוי של הצמחים בתכשירי ההדברה אינו אחיד.

מטרת המחקר הנוכחי היא פיתוח טכנולוגיה ליישום תכליתי של תכשירי הדברה במשתלות שעיקרו מרסס מתנייע בהספקים גדולים וחסכון בתשומות כוח אדם. המטרות כוללות את הבנת התנאים הנדרשים לכיסוי שתילים צעירים בגדלים שונים ובצפיפות גבוהה בתכשירי הדברה. ובכללם בשלב מתקדם של המחקר, פיתוח מערכת ריסוס מתנייעת ליישום בתוך משתלות צמחים.

הממצאים משנת המחקר הראשונה הצביעו כי מוט הריסוס האופקי אינו מרסס באחידות את השתילים ואינו מחדיר את התרסיסים לתוך נוף הצמחים. לכן, השימוש במרסס זה הופסק במסגרת התוכנית בשנת המחקר השניה. מאידך הריסוס בשרוול אויר היה יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים הן בצד העליון של העלים והן בצד התחתון של העלים (איור 4). גם הריסוס באמצעות מפוח צד השיג תוצאות בכיסוי הצמחים בתרסיסים, מאידך אורך המוצא שנבחן אינו מתאים לאופי המבנה והשולחנות ולכן פיתחנו מוצא אב טיפוס חדש למרסס הפרפר כדי לשפר את ביצועיו. מפוח זה גם כן בחתך אויר משתנה באורך 100 ס"מ. בחלקו העליון רוחב החתך הוא 90 מ"מ ובחלקו התחתון 25 מ"מ. מוצא זה נבנה כך שיאפשר גם כיסוי בחלק הקרוב ביותר למרסס. כמו כן הופעל המרסס במהירות מפוח גדולה יותר. הריסוס במוצא המשופר היה יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים בעיקר בצד העליון של העלים ובמידה מסוימת בצד התחתון של העלים. על בסיס הממצאים שהתקבלו, נבנה מרסס אב טיפוס להפעלה במשתלות מסחריות (איור 12). המרסס מבוסס על המוצא המשופר באורך 100 ס"מ והחתך המשתנה כפי שנבחן (איור 12 שמאל). מפוח האויר הותקן בגובה אשר מתאים ליישום על מגשי שתילים שמונחים על שולחנות במשתלות. בסדרת ניסויים מצאנו כי המרסס מסוגל לתת כיסוי טוב של תרסיס בשולחנות באורך של ארבעה מטר. שהוא אורך השולחנות הסטנדרטי במשתלות לגידול שתילי ירקות. לעומת זאת כיסוי יעיל של צמחי אם לייצור ייחורים מתקבל רק עד מרחק של 2.5 מטר.

א. מבוא ותיאור הבעיה

בארץ פועלות כיום כ-40 משתלות ליצור שתילי ירקות ופרחים. הרוב המוחלט הוא שתילי תבנית (או כפי שהם נקראים בעגה המקובלת "חשתיל"), על שם המשתלה שהביאה ראשונה את טכנולוגיית שתילי התבנית (לארץ) ומיעוטו ייחורים לא מושרשים (לדוגמה ייחורים של בטטות). ייצור שתילים במשתלות הוא תהליך חצי מתועש שכולל תהליכים רבים, שחלקם ממוכנים וחלקם דורש עבודת ידיים רבה. עיקר תהליך ייצור השתילים, כולל את גידול הנבטים והשתילים במגשים על גבי שולחנות מוגבהים בצפיפות רבה על מנת לנצל את שטח המבנה באופן מרבי. המבנה של בתי צמיחה למשתלות מאופיין בדרך כלל קיים במעבר ראשי רחב במרכז המבנה ושורות של שולחנות בניצב לו. בין שורות השולחנות קיימים מעברים, שלעיתים מאפשרים מעבר של כלים צרים, ולעיתים רק תנועה של עובדים. במרבית המשתלות מרוצפים כל המעברים בבטון.

המבנים מאוכלסים בדרך כלל בשתילים בשלבי גידול שונים החל מנבטים צעירים ועד שתילים גדולים אשר ניצבים בצפיפות בתוך מגשים. אופי הגידול, הצפיפות הגבוהה של שתילים ואגרנטיות הגידול יוצרים תנאים אידיאליים להתפרצות מחוללי מחלות (שמקורם בזרעים נגועים או מאילוח חיצוני). בהעדר טיפול מתאים עלולות להתפרץ במשתלה מגיפות ולהשמיד כמות רבה של שתילים. בנוסף, שתילת שתילים נגועים בשדה עלולה לגרום להתפרצות מחלות בשדה. בעבר תועדו מקרים לא מעטים של התפרצות מחלות שמקורם בשתילים נגועים במשתלה.

מקור נוסף לאילוח שתילים במשתלה הוא משתלות ריבוי ייחורים מצמחי אם אשר מגודלים במשתלה ומהם נלקחים ייחורים להשרשה וריבוי (כמו צמחי תבלין מסוימים, מרווה, טרגון, רוזמרין ועוד). במקרה זה חובת המשתלה בנוסף להגנה על השתילים גם לשמור על בריאות צמחי האם במשך זמן ארוך מאד (באופן מעשי זהו מטע של צמחי אם בתוך בית צמיחה).

יישום תכשירי הדברה במשתלות מבוצע כיום בשני אופנים :

- **יישום באמצעות רובי ריסוס.** ריסוס זה מבוצע באמצעות הפעלת רובה ריסוס אשר מופעל על ידי פועל אשר נע לאורך השבילים בין השולחנות ומפזר את התרסיס על גבי הצמחים. בשיטת ריסוס זו גורר המפעיל צינור הזנה ארוך אשר מחובר למיכל הריסוס שנמצא במעבר המרכזי. להפעלה זו מספר מאפיינים ומגבלות אשר מלוות אותה. ההפעלה של הריסוס אינה נוחה, כיסוי הצמחים אינו אחיד וההדברה אינה מספקת. מעבר למגבלות ההדברה, ההספקים בשיטת ריסוס כזו קטנים ומתחייב כוח אדם רב לצורך ביצוע הריסוסים. בנוסף, המפעיל נמצא באופן מתמיד בתוך ענן תרסיס רעיל אשר עלול לפגוע בבריאותו.

- **יישום באמצעות מוט ריסוס אופקי.** לעיתים מבוצע הריסוס באמצעות מוט ריסוס אופקי אשר מוצמד למוט ההשקיה אשר מותקן על כל שולחן. זהו מוט נפרד ממערכת ההשקיה והוא מותקן על הפלטפורמה של ההשקיה רק לצורך הנעתו לאורך השולחנות. מוט זה מפורק לאחר גמר הריסוס ומועבר לשולחן אחר ובצורה זו מועבר לכל השולחנות במשתלה. על גבי המוט מותקנות פומיות אשר אמורות להתאים לצרכי הריסוס. אולם, הפלטפורמה שעליה מותקן מוט הריסוס מותאמת להשקיה ומהירות ההתקדמות היא איטית. על כן גם בשיטת ריסוס זו מתקבל בסופו של דבר ריסוס לנגירה. גם בשיטת ריסוס זו ההספקים אינם גבוהים ונדרש כוח אדם לצורך הפעלת המערכת (התקנה ופירוק מוט הריסוס במעבר משולחן לשולחן) ונוכחות במשך פרק הזמן הארוך שבו מתבצע הריסוס.

ב. מטרות המחקר

פיתוח טכנולוגיה ליישום תכליתי ויעיל של תכשירי הדברה במשתלות שעיקרו מרסס מתנייע בהספקים גדולים וחיסכון בתשומות כוח אדם. המטרות ביתר פירוט הן:

1. הבנת התנאים הנדרשים לכיסוי מטרות שתילים בגדלים שונים ובכללם שתילי אם לייחורים אשר מוצבים בצפיפות רבה על גבי שולחנות מוגבהים
2. פיתוח מערכת ריסוס שמותקנת על גבי פלטפורמה מתנייעת ליישום בתוך משתלות צמחים (אין בתוכנית זו כוונה לפיתוח הפלטפורמה, זו קיימת באופן מסחרי ומיוצרת על ידי חברות המרססים בארץ).
3. הפעלה יעילה של מערכת הריסוס להשגת פעילות מיטבית במניעת התפתחות פגעים ו/או הדברתם במשתלות ירקות ופרחים.

ג. תוצאות לשנה המחקר הראשונה.

פיתוח אמצעי הריסוס

נקודת המוצא במחקר זה היא אמצעי ריסוס אוטונומי שאינו תלוי בתשתיות הקיימות במשתלה. מנקודות מוצא זו אנו רואים שתי אפשרויות בסיסיות לפיתוח טכנולוגיה שתענה על דרישות אלה:

1. מוט ריסוס אופקי שמורכב על כלי מתנייע ומשולב עם הדף אויר כדי לשפר את החדירה במגשי השתילים
2. מפוח צד שמורכב על כלי מתנייע ואשר נע על השבילים הצרים בין שורות השולחנות ומפזר את התרסיס בניצב לתנועת הכלי המתנייע

במסגרת מחקרים קודמים פותחו ונמצאים ברשותנו שתי פלטפורמות של כלי ריסוס מתנייעים. היתרון בכלים אלה הוא האפשרות להרכיב עליהם את האמצעים הטכנולוגיים לריסוס שנפתח מבלי הצורך לפתח את כל אמצעי השינוע.

- מרסס מתנייע מסחרי צר אשר מתאים לתנועה בבתי צמיחה ואשר מבוסס על מרסס "ריקשה" (מרססי רז בע"מ, ראשלי"צ) (איור 1). על המרסס מותקן (בניצב לתנועת המרסס) מפוח היקפי (רדיאלי) שמפזר את זרמי האויר בכל היקף המפוח. בגובה (מרכז המפוח) 80 ס"מ מהקרקה. במסגרת המחקר הנוכחי פיתחנו בית מפוח ייחודי שהמוצאים שלו הם בעלי שטח חתך משתנה (שטח החתך בחלק העליון הוא 9 ס"מ ובתחתון 2 ס"מ). התכנון מבוסס על התפיסה (שכבר הוכחה בעבודות קודמות) כי במוצא כזה ניתן להפיק מהירות אויר שווה על מטרות שנמצאות במרחקים שונים מהמרסס. תיכנון המפוח הנוכחי נועד לאפשר מעבר בשביל צר ולכסות בתרסיס נוף של צמחים במרחק 3 מטר לפחות משני צידיו של המרסס.
- אב טיפוס של מרסס מתנייע שתוכנן ונבנה במיוחד על פי דרישותינו (מרססי דגניה בע"מ). גם מרסס זה צר (65 ס"מ) ומותאם לתנועה בשבילים צרים. על המרסס מותקן (במקביל לתנועת המרסס) מפוח רדיאלי שמייצר את סילון מבעד למוצא (40x40 ס"מ) אשר מותקן בגובה 30 ס"מ מהקרקה. על הכלי מותקן מפוח רדיאלי אשר יכול לספק נפחי אויר גדולים במהירות אויר 60 מ/ש. ממוצא בקוטר 20 ס"מ. מפוח זה מאפשר הפקת זרמי אויר במהירות הדרושות להרביץ את תרסיס הנוזל על המטרות במהירות אפקטיבית גם על מטרות במרחק עד 10-5 מטר מהמרסס. התכנון נועד לאפשר גמישות בהתקנות מוצאי ריסוס על פי הצרכים. כך לדוגמה ניתן להרכיב מוצא בעל שטח חתך משתנה ולהטות אותו על פי הצורך לגידול המרוסס (איור 1 שמאל). בנוסף אפשר להתקין עליו שרוול אויר אופקי וליישם ריסוס בתפיסה זו (איור 1 מרכז).

שני המרססים שימשו לביצוע המחקר והשגת מטרותיו בשלב ראשון בתנאים מבוקרים במתקני המכון להנדסה חקלאית באתר מינהל המחקר בבית דגן. כמו כן נבחנו הביצועים בעבודה בתוך המשתלות המסחריות. על המרססים ניתן להתקין גם התקנים לצורך השוואה של טיפולי ריסוס מקובלים, כגון מוט ריסוס הידראולי אופקי, או רובה ריסוס. באופן זה ניתן לבחון את כל המשתנים הרצויים ולהשוותם גם לטיפולים סטנדרטים אשר מקובלים כיום בשימוש אצל החקלאים.



איור 1. מרסס מתנייע ריקשה עם בית מפוח יחודי (ימין). מרסס מתנייע יעודי עם שרוול אויר אופקי (מרכז). מרסס מתנייע יעודי עם מפוח רדיאלי מקביל ומוצא בעל שטח משתנה (שמאל).

מטרה מס' 1. הבנת התנאים הנדרשים לכיסוי מטרות שתילים בגדלים שונים ובכללם שתילי אם לייחורים (מטרה מספר 1, שנה א').

פיתחנו מוצא בעל רוחב משתנה שמאפשר לשמור על מהירות קבועה של סילון האויר במרחקים משתנים מהמוצא. חלקו העליון של המוצא (הרחב) שומר על מהירות גבוהה למרחקים הגדולים בעוד שחלקו התחתון של המוצא אשר מכווון למרחק הקצר שומר על מהירות האויר למרחק קטן יותר. בבדיקות מהירות האויר במרחקים שונים מהמוצא, מצאנו מהירות אויר דומה. המוצא הותקן כחלק מבית מפוח יעודי אשר ניתן בקלות להתקנה על מפוח האויר במרסס מתנייע לחממות מדגם ריקשה. המפוח מייצר במוצא סילוני אויר במהירות 40 מטר לשניה.

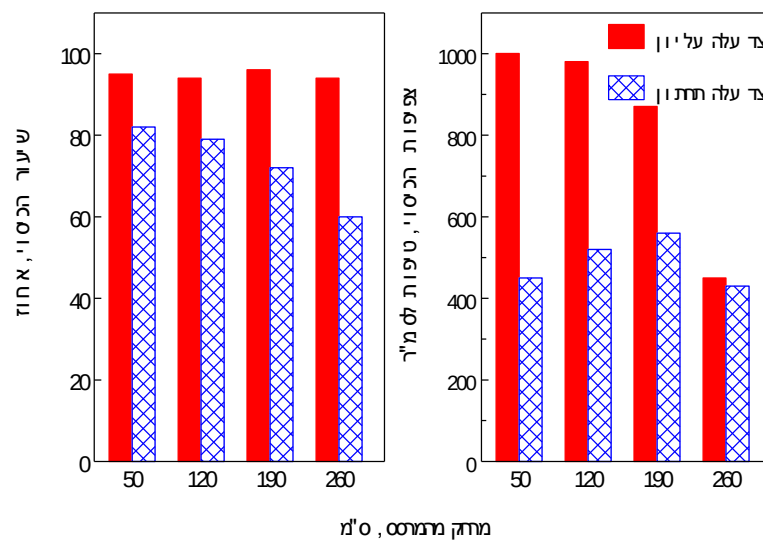
מפוח נוסף הותקן על המרסס השני (איור 1 שמאל). גם מוצא זה היה בעל אופי של שטח חתך משתנה באורך 100 ס"מ. מפוח זה נבחן על שתילי צמחי אם (ראה להלן)

בחינת יעילות הריסוס במוצאים אלה נבחנה על גבי משטח ריסוס יעודי שעליו נוסע המרסס ומצדדיו מוצבות מטרות הריסוס. טורים של עציצים ובהם מגשי השתילים, או הצמחים הנבדקים הוצבו בניצב לכיוון התקדמות המרסס. מכל צמח נבדק הוצבו ארבעה טורים צמודים של צמחים על מנת לחקות את צפיפות הצמחים כפי שהיא בחממת גידול. הריסוסים בוצעו באמצעות תמיסת ריסוס של צבע מעקב זוהר Lunar Yellow כאמור לעיל. על תעלות האויר של המרסס התקנו פומיות סגולות (5 פומיות לכל צד). שהופעלו בלחץ 5 באר (ספיקה 0.37 ליטר לדקה, קוטר חציון נפחי 80 מיקרון). המרסס נסע במהירות 2

קמ"ש וחצה את טורי הצמחים תוך כדי ריסוס תמיסת צבע המעקב. בגמר הריסוס, ולאחר התייבשות הטיפות על הצמחים, נלקחו לבדיקה רק הצמחים משני הטורים המרכזים מבין ארבעת טורי הצמחים. נבדקו שיעור כיסוי העלים בתרסיס וצפיפות הטיפות.

א. ריסוס מגשים של שתילי עגבניות

על מוצאי האויר הותקנו פומיות קוניות אדומות שהופעלו בלחץ 5 באר (ספיקה 1.2 ליטר לדקה, קוטר חציון נפחי 120 מיקרון). המרסס נסע בניצב לפס המטרות במהירות 2 קמ"ש. לאחר התייבשות הטיפות על הצמחים נבדקו שיעור כיסוי העלים בתרסיס וצפיפות הטיפות. ניתן לראות כי הצבת המוצאים גרמה לכיסוי מרבי על פני צידם העליון של העלים בכל פס הריסוס (איור 2). בצד התחתון הושג כיסוי נמוך יותר אך גם בו הושג כיסוי טוב. צפיפות רבה של טיפות הושגה בצד העליון של העלים לעומת צפיפות נמוכה יותר בצד התחתון. עם זאת יש צורך בשיפור הכיסוי במרחק שלושה מטר מהמרסס.



איור מס' 2. כיסוי שתילי עגבניות בתרסיס צבע מעקב שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע בפומיות קוניות אדומות.

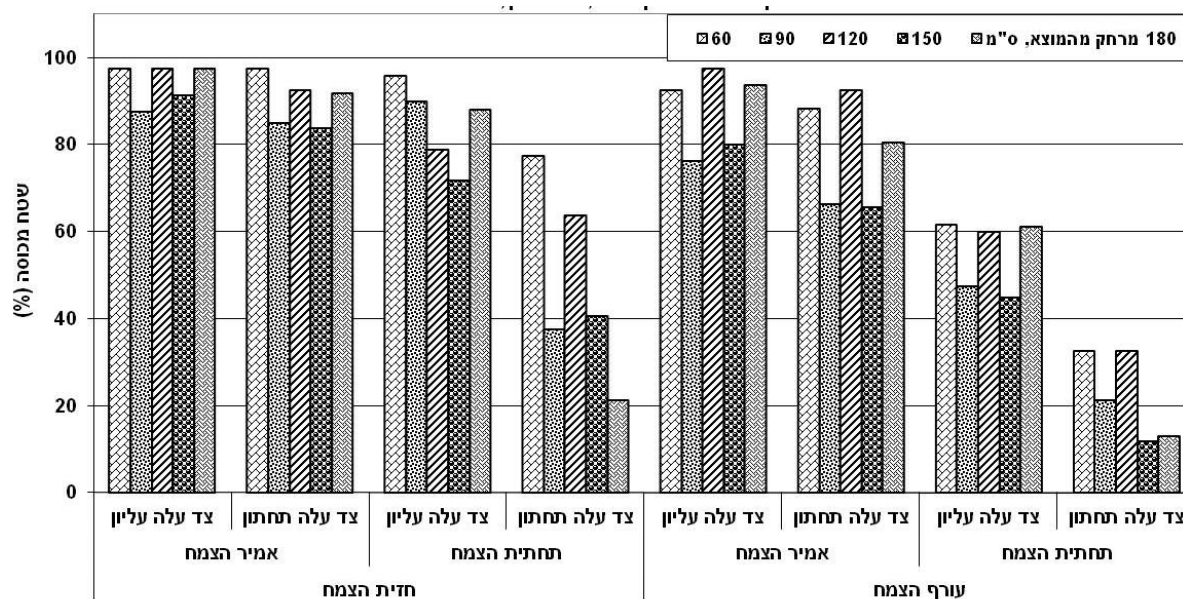
ב. ריסוס שתילי אם של צמחי נוי

משתלות של צמחי אם שמהם קוטפים יחורים לצורך השרשה ויצור שתילים חדשים, הם סקטור חשוב במשתלות. בריאות צמחי אם הוא נושא חשוב מאד, שכן מכל צמח אם מפיקים מספר רב של שתילים חדשים. בנוסף, צמחי האם מוחזקים למשך פרק זמן ארוך וחשופים מטבע הדברים לאילוח על ידי פגעים. על כן מתחייבת הגנה מתמדת על צמחי האם מפני מזיקים ומחלות. בחנו את יעילותם של אמצעי ריסוס על עציצים של צמחי אם.

בסדרת ניסויים זו נבחן הכיסוי של תרסיסים בעציצים של צמחי אם מבוגרים. בחרנו שלושה צמחים שונים באופי הגידול וצורת העלים: חרצית שיחית, בוסמת, וסלסלי כסף.

הרסוס גרם לכיסוי מרבי על פני צידם העליון והתחתון של העלים בחלק העליון של הצמחים בחרצית שיחית בכל פס הריסוס (איור 3). בחלקם התחתון של הצמחים הושג גם כן כיסוי טוב מאד, אם כי בצד התחתון של

העלים היתה שונות במידת הכיסוי. תוצאות דומות הושגו גם בצפיפות הטיפות לסמ"ר. התוצאות שהוצגו היו דומות לאלה שהתקבלו בריסוס צמחי הבוסמת וסלסלי הכסף (תוצאות לא מוצגות).



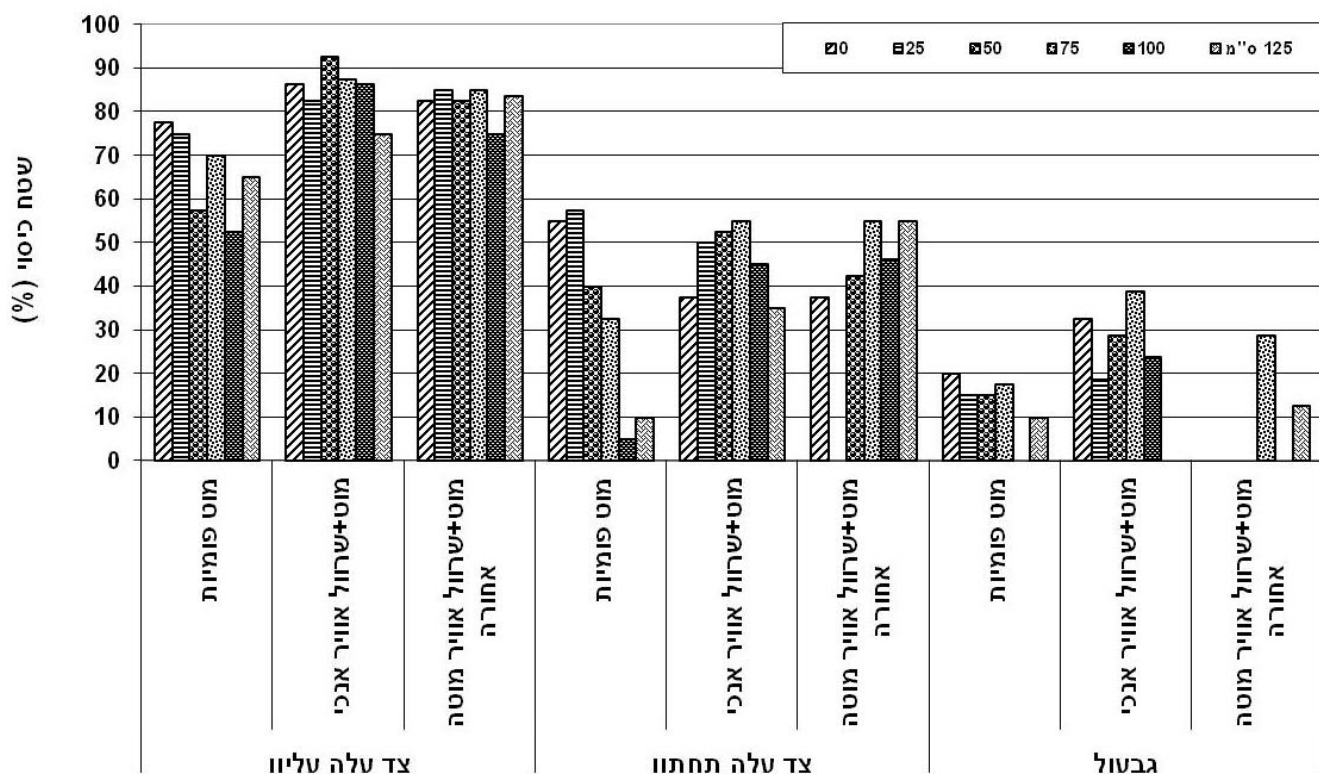
איור מס' 3. כיסוי צמחי אם (חרצית שיחית) בתריס צבע מעקב שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע בפומיות קוניות אדומות באמצעות מרסס מוצא משתנה (איור 1 שמאל).

מטרה מספר 2. פיתוח מערכת ריסוס מתנייעת ליישום בתוך משתלות צמחים (מטרה מספר 2, שנה א' ושנה ב').

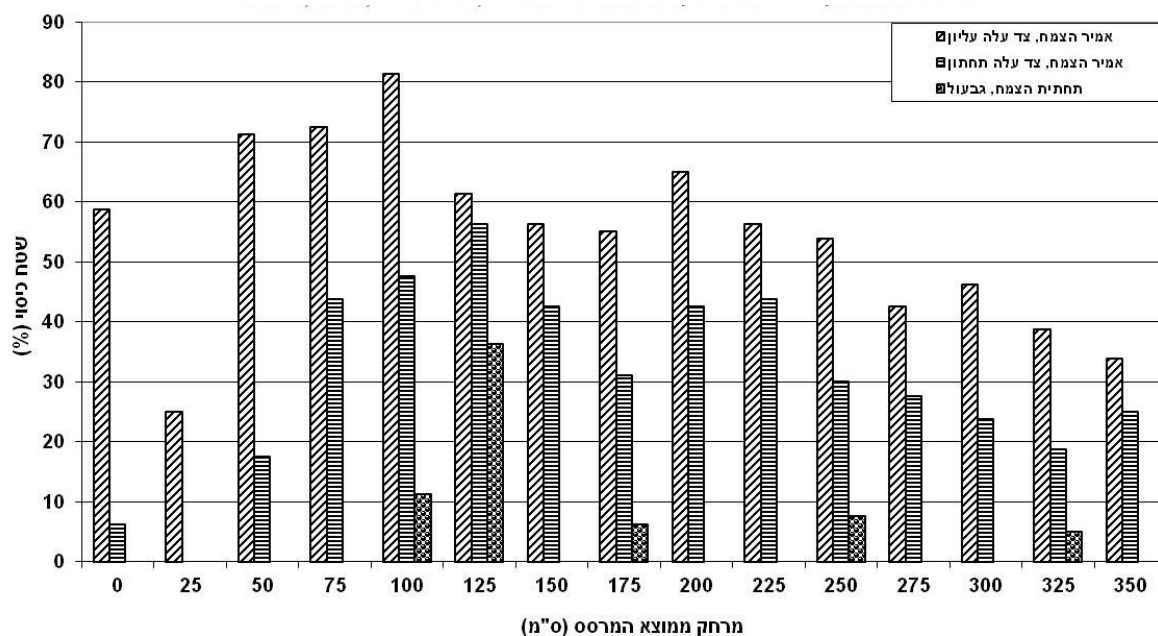
שלב זה בוצע באמצעות המרסס המתנייע שעליו ניתן להתקין את כל האמצעים שמתאימים לבחינה. הניסויים בוצעו במשתלה מסחרית ונבחנו מספר שיטות ריסוס באמצעות המרסס בעל המפוח הרדיאלי אשר יכול לספק נפחי אויר גדולים במהירות אויר 60 מ/ש. ממוצא בקוטר 20 ס"מ. על מרסס זה בחנו את אמצעי הריסוס הבאים:

1. ריסוס באמצעות מוט ריסוס אופקי – בדומה למקובל בריסוס מסחרי
2. ריסוס באמצעות מוט ריסוס אופקי ושרוול אוויר בדומה למרססי שרוול המקובלים בגידולי שדה (איור 1). בחלקו התחתון של השרוול מותקנת שורה אחת של מוצאים עגולים שמופנים אנכית לקרקע.
3. ריסוס באמצעות מוט ריסוס אופקי ושרוול אוויר. בחלקו התחתון של השרוול מותקנות שתי שורות של מוצאים עגולים (שורה אחת מופנית 45 מעלות לכיוון ההתקדמות, והשנייה 45 מעלות לאחור).
4. ריסוס באמצעות מוצא בעל חתך משתנה.

מגשים של שתילי הונחו על השולחנות בטורים בניצב לכיוון התקדמות המרסס. הוצבו ארבעה טורים צמודים של צמחים על מנת לחקות את צפיפות הצמחים כפי שהיא בחממת גידול. הריסוסים בוצעו באמצעות תמיסת ריסוס של צבע מעקב זוהר Lunar Yellow כאמור לעיל. על מוטות הריסוס השונים בכל הטיפולים הותקנו פומיות צהובות (5 פומיות). שהופעלו בלחץ 5 באר (ספיקה 0.88 ליטר לדקה, קוטר חציון נפחי 100 מיקרון). המרסס נסע במהירות 2 קמ"ש וחצה את טורי הצמחים תוך כדי ריסוס תמיסת צבע המעקב. בגמר הריסוס, ולאחר התייבשות הטיפות על הצמחים, נלקחו לבדיקה רק הצמחים משני הטורים המרכזים מבין ארבעת טורי הצמחים. נבדקו שיעור כיסוי העלים בתריסס וצפיפות הטיפות.



איור מס' 4. כיסוי שתילי פלפל בתרסיס צבע מעקב שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע בפומיות קוניות צהובות באמצעות מרסס שהותקנו עליו מוטות אופקיים ללא ועם שרוול אוויר (ראה פירוט הטיפולים).



איור מס' 5. כיסוי שתילי פלפל בתרסיס צבע מעקב שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע בפומיות קוניות אדומות באמצעות מרסס מוצא משתנה (איור 1 שמאל).

ניתן לראות בבירור את נחיתותו של מוט הריסוס האופקי בכל הקשור לכיסוי הצד התחתון של העלים (גם בחלק העליון של השתילים) וכן חדירה לתוך נוף הצמחים וכיסוי החלקים התחתונים של השתילים (איור 4). אמצעי ריסוס לא היה יעיל במיוחד גם בכיסוי אמירי הצמחים בצידם העליון, ובהחלט אינו נותן מענה לכיסוי טוב של תרסיסים על נוף שתילים.

הריסוס בשרוול אויר עם מוצאים אנכים, או שתי שורות מוצאים (שמופנים קדימה ואחורה) היה יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים הן בצד העליון של העלים והן בצד התחתון של העלים (איור 4). גם הריסוס באמצעות מפוח צד

הריסוס במוצא של מפוח צד היה יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים בעיקר בצד העליון של העלים ובמידה מסוימת בצד התחתון של העלים עד למרחק 350 ס"מ מהמוצא (איור 5). הכיסוי בחלק התחתון של השתילים לא היה מספק. חשוב לציין כי הכיסוי בקרבת המרסס היה אף הוא נמוך למדי. נקודה חשובה היא העובדה כי המוצא כפי שנבחן אינו מתאים למטרת ריסוס על שולחנות. המסקנה המתבקשת היא לשנות את צורת המוצא ופיזור האויר (והתרסיס) ממנו כדי לשפר את הכיסוי. מוצא אב טיפוס חדש כבר נבנה. בימים אלה מבוצעת בחינה שלו.

ד. תוצאות לשנה המחקר השנייה.

מטרה מספר 2. פיתוח מערכת ריסוס מתנייעת ליישום בתוך משתלות צמחים (מטרה מספר 2, שנה א' ושנה ב').

הממצאים משנת המחקר הראשונה הצביעו כי מוט הריסוס האופקי אינו מרסס באחידות את השתילים ואינו מחדיר את התרסיסים לתוך נוף הצמחים. לכן, השימוש במרסס זה הופסק במסגרת התוכנית בשנת המחקר השנייה. מאידך הריסוס בשרוול אויר היה יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים הן בצד העליון של העלים והן בצד התחתון של העלים (איור 4). גם הריסוס באמצעות מפוח צד השיג תוצאות בכיסוי הצמחים בתרסיסים, מאידך אורך המוצא שנבחן אינו מתאים לאופי המבנה והשולחנות ולכן פיתחנו. מוצא אב טיפוס חדש, אשר נבחן בשנת המחקר השנייה.

בשנת המחקר השנייה בוצעו ניסויים בעיקר במתקני המכון להנדסה חקלאית באתר מינהל המחקר בבית דגן.

בחנו מספר מרססים:

1. מרסס אליגטור מצויד בשני מוטות ריסוס אופקיים ושרוול אויר בחלקו התחתון של השרוול מותקנות שתי שורות של מוצאים עגולים (שורה אחת מופנית 45 מעלות לכוון ההתקדמות, והשנייה 45 מעלות לאחור).

2. מרסס אליגטור מצויד במוצא אויר אנכי בעל חתך משתנה

3. מרסס ריקשה מצויד במוצא אויר בעל חתך משתנה

4. מרסס מוט אופקי שעליו מותקנות פומיות שמופעלות בלחץ גבוה (ויוצרות טיפות ערפל) - מסוג ברני, תוצרת א.ר.ן בע"מ.

בחינת יעילות הריסוס בוצעה כאשר המרסס מתקדם על שביל. טורים של עציצים ובהם מגשי השתילים, או הצמחים הנבדקים הוצבו בניצב לכיוון התקדמות המרסס. מכל צמח נבדק הוצבו ארבעה טורים צמודים בצפיפות של צמחים על מנת לחקות את צפיפות הצמחים כפי שהיא בחממת גידול. כל הריסוסים בוצעו

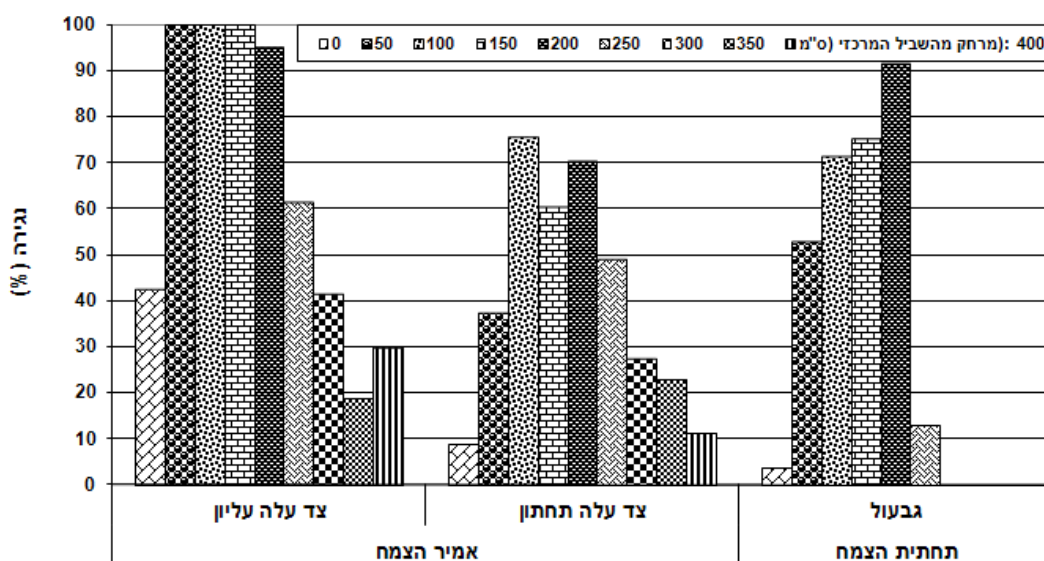
באמצעות תמיסת ריסוס של צבע מעקב זוהר Lunar Yellow כאמור לעיל. כל המרססים נסעו במהירות 2 קמ"ש וחצה את טורי הצמחים תוך כדי ריסוס תמיסת צבע המעקב. בגמר הריסוס, ולאחר התייבשות הטיפות על הצמחים, נלקחו לבדיקה רק הצמחים משני הטורים המרכזים מבין ארבעת טורי הצמחים. נבדקו שיעור כיסוי העלים בתרסיס וצפיפות הטיפות.

ניסוי מס' 1 – אתר המכון להנדסה חקלאית.

מגשים של שתילי פלפל הונחו על משטח בדומה לאשר תואר לעיל. בניסוי זה נבחנו הטיפולים הבאים : מגשים של שתילי פלפל מפותחים הונחו על המשטח בטורים בניצב לכיוון התקדמות המרסס. הוצבו ארבעה טורים צמודים של צמחים על מנת לחקות את צפיפות הצמחים כפי שהיא בחממת גידול. הריסוסים בוצעו באמצעות תמיסת ריסוס של צבע מעקב זוהר Lunar Yellow כאמור לעיל. על מוטות הריסוס השונים בכל הטיפולים הותקנו פומיות אדומות או לבנות (5 פומיות). שהופעלו בלחץ 5 באר המרסס נסע במהירות 2 קמ"ש וחצה את טורי הצמחים תוך כדי ריסוס תמיסת צבע המעקב. בגמר הריסוס, ולאחר התייבשות הטיפות על הצמחים, נלקחו לבדיקה רק הצמחים משני הטורים המרכזים מבין ארבעת טורי הצמחים. נבדקו שיעור כיסוי העלים בתרסיס וצפיפות הטיפות.

ריסוס באמצעות מוצא בעל שטח חתך משתנה באורך 100 ס"מ.

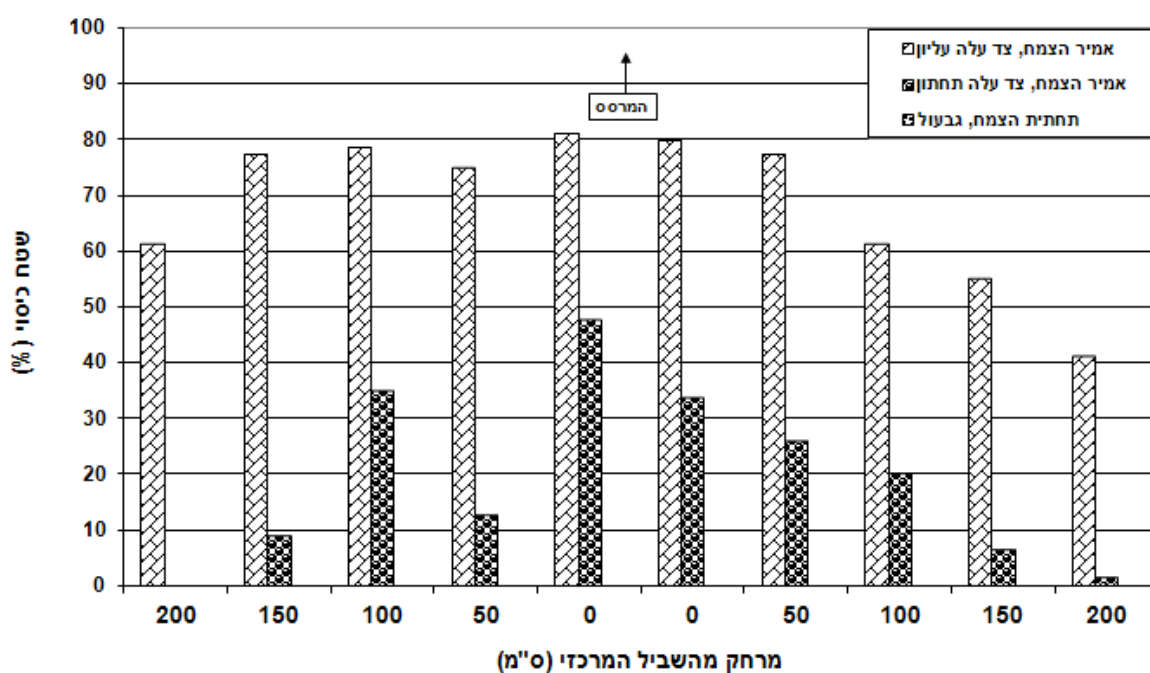
הריסוס באמצעות מרסס זה נתן כיסוי טוב במרבית חלקי הצמח כולל הגבעול (איור 6). ניתן לראות כי באמצעות מוצא משתנה באורך 100 ס"מ מתקבל כיסוי טוב בכל חלקי הצמח עד למרחק 300 ס"מ מהמרסס. רק הריסוס בקירבת המרסס לקוי ומחייב שיפורים.



איור מס' 6, כיסוי שתילי פלפל בתרסיס צבע מעקב שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע בפומיות קוניות אדומות באמצעות מרסס אליגטור ומוצא משתנה באורך 100 ס"מ.

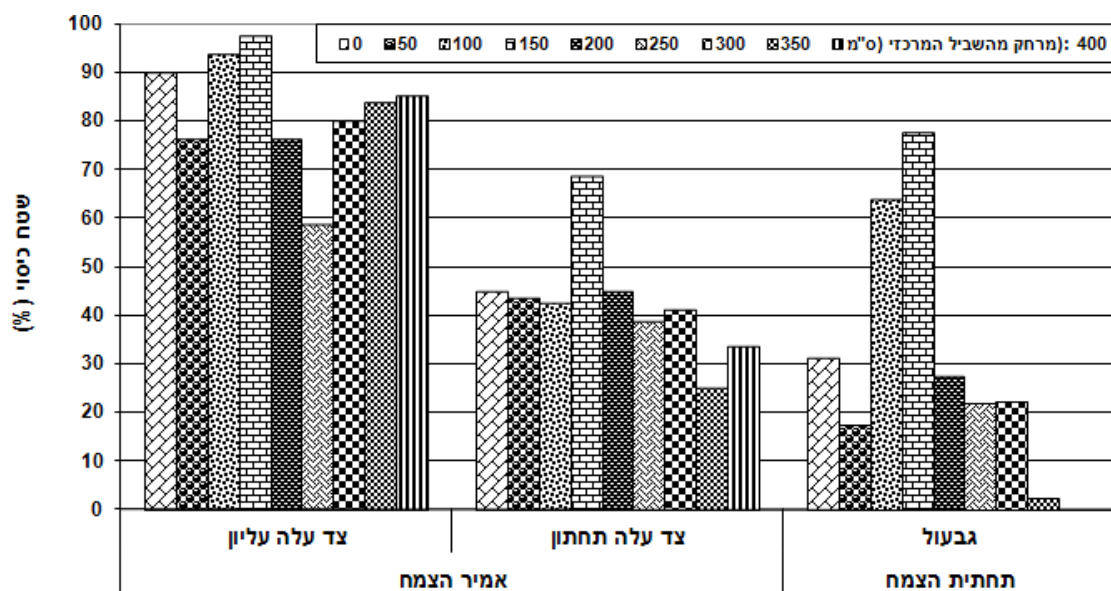
ריסוס באמצעות מערפל ברני (מרסס מוט אופקי עם פומיות ערפול באמצעות לחץ גבוה).

הריסוס באמצעות מרסס זה נתן כיסוי טוב ואחיד בצידם העליון של העלים בכל רוחב פס הריסוס (איור 7). לעומת זאת הכיסוי בצידם התחתון של העלים היה בשעור נמוך ולא אחיד. לא הושג כיסוי כלל על הגבעולים. ברור לחלוטין כי מרסס זה אינו מתאים למטרות כיסוי שתילים צפופים במשתלות.



איור 7. כיסוי שתילי פלפל בתרסיס צבע מעקב שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע באמצעות מרסס מוט אופקי מסוג ברני המייצר טיפות ערפל.

ריסוס באמצעות מערפל מוצא משתנה מסוג פרפר



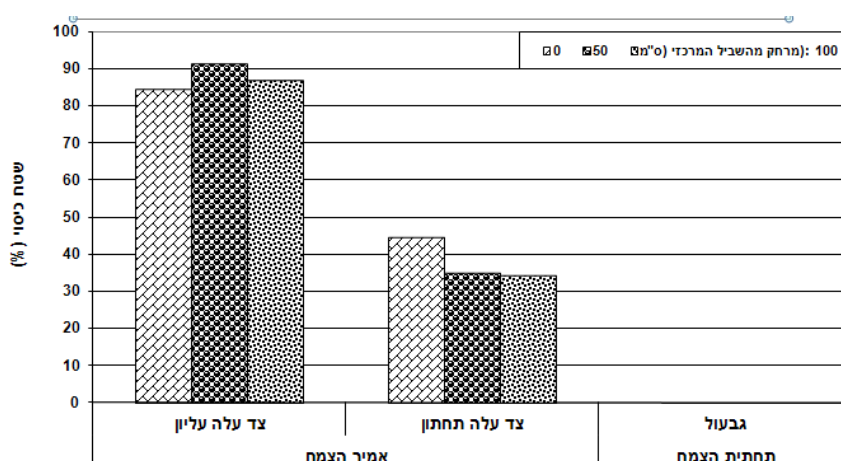
איור 8. כיסוי שתילי פלפל בתרסיס צבע מעקב שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע באמצעות מרסס ריקשה ומוצא משתנה פרפר באורך 60 ס"מ.

הריסוס באמצעות מרסס זה נתן כיסוי טוב ואחיד בצידם העליון של העלים בכל רוחב פס הריסוס. בצידם התחתון של העלים הושג כיסוי אחיד אך בשיעור נמוך יותר (איור 8). על הגבעולים הושג כיסוי לא אחיד.

המסקנה מהשוואת התוצאות שהושגו על ידי מרסס האליגטור בעל מוצא באורך 100 ס"מ ומרסס הפרפר מצביעות כי התאמת מוצא האויר של הפרפר לביצועים של מפוח האליגטור תאפשר שיפור מרסס זה שכושר התמרון שלו בחממות הוא משופר.

ריסוס באמצעות שרוול אוויר אופקי

הריסוס באמצעות מרסס זה נתן כיסוי טוב ואחיד בצידם העליון של העלים בכל רוחב פס הריסוס. בצידם התחתון של העלים הושג כיסוי אחיד אך בשיעור נמוך מאד. על הגבעולים לא הושג כיסוי כלל. ברור כי מרסס זה נחות בביצועיו בכל הנוגע לכיסוי שתילי צפופים כגון שתילי פלפל.



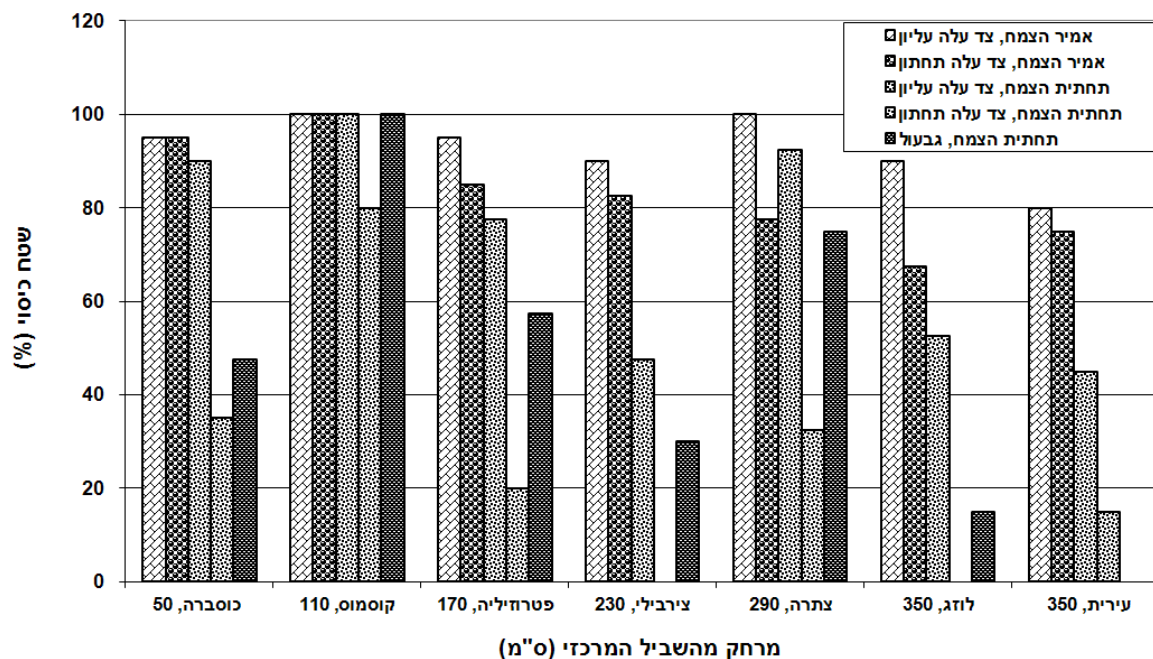
איור 9. כיסוי שתילי פלפל בתרסיס צבע מעקב בריסוס שבוצע באמצעות מרסס שרוול אופקי.

ניסוי 2. שיפור מרסס פרפר ובחינת ביצועיו בצמחים שונים

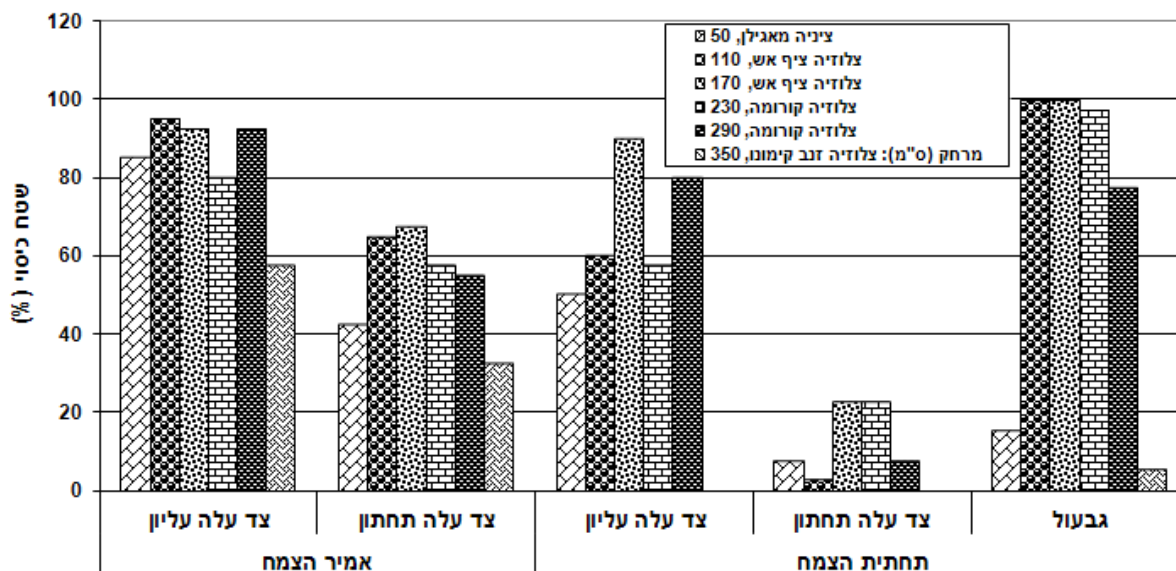
המסקנה מהשוואת התוצאות שהושגו על ידי מרסס האליגטור בעל מוצא באורך 100 ס"מ ומרסס הפרפר מצביעות כי התאמת מוצא האויר של הפרפר לביצועים של מפוח האליגטור תאפשר שיפור מרסס זה שכושר התמרון שלו בחממות הוא משופר. לכן נבנה והותקן בית מפוח חדש למרסס הפרפר מפוח זה גם כן בחתך אוויר משתנה באורך 100 ס"מ. בחלקו העליון רוחב החתך הוא 90 מ"מ ובחלקו התחתון 25 מ"מ איור 12 שמאל). מוצא זה נבנה כך שיאפשר גם כיסוי בחלק הקרוב ביותר למרסס. כמו כן הופעל המרסס במהירות מפוח גדולה יותר.

בחינת ביצועיו של המרסס המשופר בוצעה על מגשים של שתילי צמחים שונים (צמחי תבלין ופרחים) הונחו על משטח בדומה לאשר תואר לעיל. הריסוסים בוצעו באמצעות תמיסת ריסוס של צבע מעקב זוהר Lunar Yellow כאמור לעיל. על מוטות הריסוס השונים בכל הטיפולים הותקנו פומיות אדומות או לבנות (5 פומיות). שהופעלו בלחץ 5 באר המרסס נסע במהירות 2 קמ"ש וחצה את טורי הצמחים תוך כדי ריסוס תמיסת צבע המעקב. בגמר הריסוס, ולאחר התייבשות הטיפות על הצמחים, נלקחו לבדיקה רק הצמחים משני הטורים המרכזים מבין ארבעת טורי הצמחים. נבדקו שיעור כיסוי העלים בתרסיס וצפיפות הטיפות.

ביצועיו של המרסס המשופר אכן טובים (איורים 11,12). הכיסוי שהתקבל היה טוב במרבית הצמחים שנבחנו, ובהם צמחים בעלי נוף צפוף וכאלה בעלי נוף דליל. הושג כיסוי גם בחלק התחתון של הצמחים וגם בצידם התחתון של העלים.



איור 10. כיסוי תרסיס צבע מעקב בשתילי צמחי תבלין שונים שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע באמצעות מרסס ריקשה ומוצא משתנה פרפר משופר באורך 100 ס"מ.



איור 11. כיסוי תרסיס צבע מעקב בשתילי צמחי פרחים שונים שהוצבו במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע באמצעות מרסס ריקשה ומוצא משתנה פרפר משופר באורך 100 ס"מ.

ה. תוצאות לשנה המחקר השלישית.

מטרה מס' 3. הפעלה יעילה של מערכת הריסוס להשגת פעילות מיטבית במניעת התפתחות פגעים ו/או הדברתם במשתלות ירקות ופרחים.

מרסס מסחרי

בסוף שנת המחקר השנייה ועל בסיס הממצאים שהתקבלו, תוכנן ונבנה מרסס אב טיפוס להפעלה במשתלות מסחריות (איור 12).

המרסס מבוסס על מרסס מתנייע מסחרי צר אשר מתאים לתנועה בבתי צמיחה ואשר מבוסס על מרסס "ריקשה" (מרססי רז בע"מ, ראשלי"צ) (כפי שמופיע באיור 1). על המפוח ההיקפי שמותקן על המרסס, התקנו בית מפוח ייחודי שהמוצאים שלו הם בעלי שטח חתך משתנה (שטח החתך בחלק העליון הוא 9 ס"מ ובתחתון 2 ס"מ). אורך המוצא הוא 100 ס"מ מכל צד, וגובהו של תחתית המפוח מעל הקרקע הוא 130 ס"מ. כך מרחק החלק התחתון של המוצא מהשולחנות הוא 10 ס"מ.



איור 12. מוצא האויר המשופר ומרסס המשתלות כפי שנבחן במשתלה מסחרית.

בחינת המרסס במשתלות מסחריות

כל הניסויים בשנת המחקר השלישית בוצעו במשתלות מסחריות באתרים של משתלות "חישתיל". מגשי שתילים מצמחים שונים הוצבו על השולחנות (איור 12) כדי לבחון את ביצועי המרסס. המגשים הונחו על השולחנות בטורים בניצב לכיוון התקדמות המרסס. הוצבו טורים צמודים של צמחים על מנת לחקות את צפיפות הצמחים כפי שהיא בחממת במצב של גידול מסחרי. כל הניסויים בוצעו בשתילים גדולים, על מנת לבחון את יעילות הריסוס בתנאים של צפיפות מרבית של שתילים במגשי הגידול. הריסוסים בוצעו באמצעות תמיסת ריסוס של צבע מעקב זוהר Lunar Yellow כאמור לעיל. על מוטות הריסוס השונים בכל הטיפולים הותקנו פומיות אדומות או לבנות (5 פומיות). שהופעלו בלחץ 5 באר המרסס נסע במהירות 2 קמ"ש וחצה את טורי הצמחים תוך כדי ריסוס תמיסת צבע המעקב. בגמר הריסוס, ולאחר התייבשות הטיפות על הצמחים,

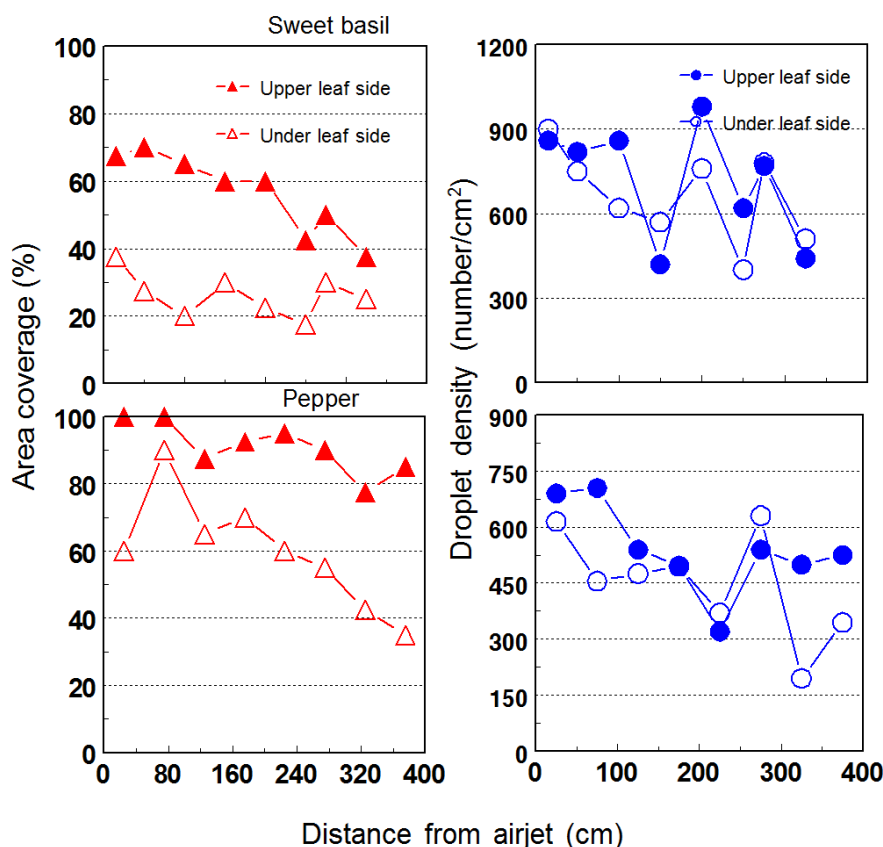
נלקחו מגשים לבדיקה. נלקחו צמחים רק משני הטורים המרכזים מבין ארבעת טורי הצמחים. נבדקו שיעור כיסוי העלים בתרסיס וצפיפות הטיפות.

סדרת ניסויים 1. – בחינת ביצועי המרסס בכיסוי שתילי ירקות ותבלינים

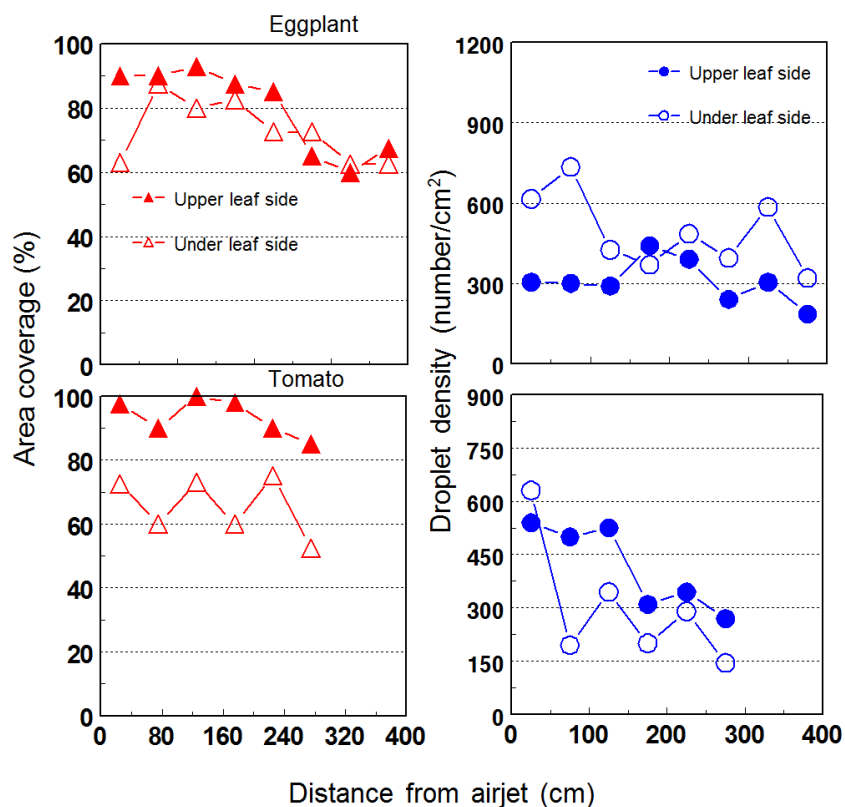
בסדרת הניסויים הראשונה שכללה ארבעה ניסויים בחנו את ביצועי המרסס המסחרי כפי שתואר לעיל על מגשי שתילים של צמחי ירקות ותבלין. הניסויים בוצעו בחממות חשתיל באשקלון ובנחלים. שיטת הניסויים תוארה לעיל.

המרסס המשופר נתן כיסוי טוב של הצמחים בתרסיס חומר המעקב במרבית הצמחים שנבדקו. (איורים 13,14). בשתילי עגבניות פלפל וחציל הושג כיסוי יעיל בכל חלקי הצמח. כיסוי טוב הושג גם בצמחים בעלי נוף צפוף כגון שתילי פלפל מפותחים לקראת שוק לחקלאים. כיסוי גם בחלק התחתון של הצמחים וגם בצידם התחתון של העלים.

בסדרת ניסויים זו מצאנו כי המרסס מסוגל לתת כיסוי טוב של תרסיס בשולחנות באורך של ארבעה מטר. שהוא אורך השולחנות הסטנדרטי במשתלות לגידול שתילי ירקות. בסדרת ניסויים אלה בחנו גם את האפשרות לכסות צמחים צפופים יותר כגון שתילי בזיל צעירים ביותר שיוצרים רצף צפוף ונמוך של נוף. במקרים אלה התקבל כיסוי נחות יותר אך הוא היה עדין יעיל (תוצאות לא מוצגות).



איור 13. כיסוי תרסיס צבע מעקב בשתילי פלפל ובזיל במגשי שתילים שהוצבו בטורים על שולחנות (ראה איור 12) במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע באמצעות המרסס שפותח בעל מפוח אויר וחתך מוצא משתנה.



איור 14. כיסוי תרסיס צבע מעקב בשתילי פלפל ובזיל במגשי שתילים שהוצבו בטורים על שולחנות (ראה איור 12) במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע באמצעות המרסס שפותח בעל מפוח אויר וחתך מוצא משתנה.

סדרת ניסויים 2. בחינת ביצועי המרסס בכיסוי צמחי אם במשתלות ייחורים (תבלינים וצמחי נוי)

מרכיב חשוב במשתלות הוא גידול צמחי אם לצורך ייחורים. גידולים אלה משמשים בעיקר בגידול צמחי תבלין (מרווה, רוזמרין, אורגנו) וצמחי נוי שונים. צמחי אם גדולים יותר ומאופיינים בגידול צפוף (איור 15). מעצם טיבם, ברור כי האתגר בכיסוי יעיל של צמחים מסוג זה הוא רב יותר. על כן הוצבו הניסויים במתכונת שונה מעט שכללה ריסוס משני צידי השולחן על מנת לנסות ולהשיג חפיפה ושיפור יעילות הכיסוי.

הניסויים בוצעו בחממה לגידול צמחי אם במשתלות חישתיל בעפולה. יעילות הכיסוי בתרסיס חומר מעקב נבחנה על עציצים של צמחי מרווה וטרגון. צמחי מרווה מאופיינים בנוף צפוף מאד. לעומתם צמחי טרגון בעל נוף דליל יותר.

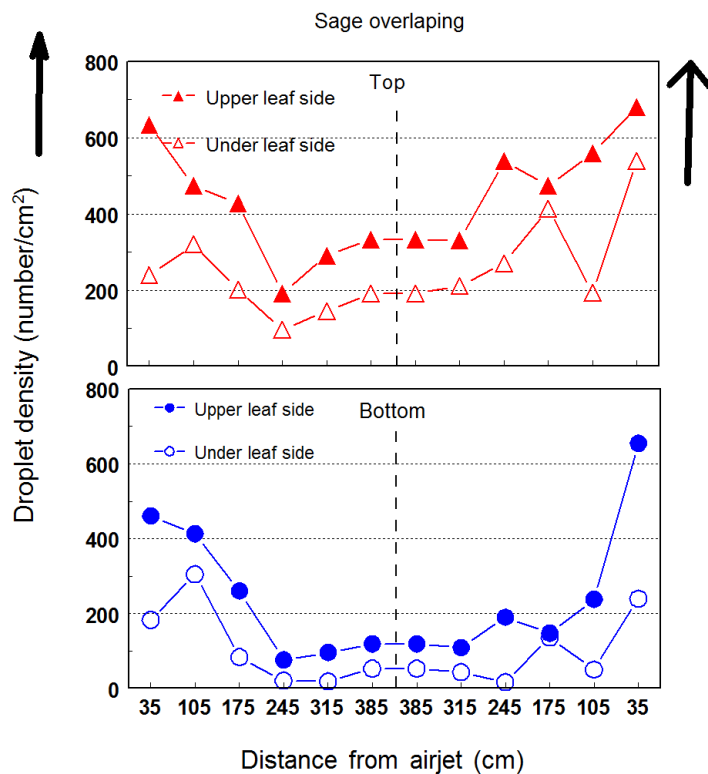
תוצאות הניסוי מצביעות בבירור על מגבלות הכיסוי של צמחים מסוג זה. כיסוי מיטבי של הצמחים הושג רק עד למרחק של 250 ס"מ מהמרסס (איור 15). אם משווים תוצאות אלה לכיסוי שתילי ירקות במגשים ניתן לראות כי המרחק לכיסוי יעיל של שתילי אם הוא קטן יותר. ניסיון לשפר את הכיסוי באמצעות ריסוס

משני צידי השולחן ויצירת חפיפה, לא משפרים את התמונה. התוצאות שהתקבלו בכיסוי צמחי טרגון היו טובים מעט מאלה שהתקבלו בצמחי המרווה, אבל לא בצורה משמעותית. המסקנה מניסויים אלה היא שכיסוי צמחי אם לייצור ייחורים מחייב מרווחי ריסוס קצרים יותר, שלא יעלו על 250 ס"מ.

ניסויים נוספים בוצעו במכון להנדסה



איור 15. כיסוי תרסיס צבע מעקב בצמחי אם (מרווה) ליצור ייחורים כפי שהם מוצבים על שולחנות במשתלה.



איור 16. כיסוי תרסיס צבע מעקב בצמחי אם (מרווה) ליצור ייחורים כפי שהם מוצבים על שולחנות במרחקים שונים ממרסס. הריסוס בוצע באמצעות המרסס שפותח בעל מפוח אויר וחתך מוצא משתנה. בוצע ריסוס משני צידי השולחנות. החיצים מתארים את כיוון תנועת המרסס.

בחנו גם את יעילות הכיסוי על עציצים של צמחים כגון ביגוניה חרציות ואחרים שישמשו ליצור ייחורים. ניסויים אלה בוצעו במכון להנדסה בדומה לאשר בוצע בשנתיים הראשונות של המחקר. טורים של עציצים הוצבו בניצב לכיוון התקדמות המרסס. מכל צמח נבדק הוצבו ארבעה טורים צמודים בצפיפות של צמחים על מנת לחקות את צפיפות הצמחים כפי שהיא בחממת גידול. כל הריסוסים בוצעו באמצעות תמיסת ריסוס של צבע מעקב זוהר Lunar Yellow כאמור לעיל. הממצאים שתקבלו תואמים את אשר קיבלנו בריסוס צמחי המרווה והטרגון ומחזקים את הצורך ביישום ממרחק קצר יותר כאשר מדובר בשתילי אם לייצור ייחורים.

ד. סיכום

תוכנית המחקר מבוססת על מרססים אשר ינועו בשבילים שבין השולחנות ויפזרו את התרסיס על פני השתילים שמוצבים במרחק משתנה מהשביל. בחנו לצורך העניין מספר גישות כדי למצות את האפשרויות המעשיות להשגת כיסוי יעיל והספקים מרביים.

- מוט הריסוס האופקי אינו מרסס באחידות את השתילים ואינו מחדיר את התרסיסים לתוך נוף הצמחים. לכן כיסוי החלקים התחתונים של השתילים לקוי. שיטה זו אינה מתאימה לסוג הצמחים שבדקנו ואופי הצבתם הן במגש והן במשתלה.
- הריסוס בשרוול אויר יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים הן בצד העליון של העלים והן בצד התחתון של העלים (איור 4). הכיסוי בחלק התחתון של השתילים הוא קטן יותר. חשוב לשפר את הכיסוי באזור זה. אנו מתמקדים כעת בשיפור זוויות האויר, גובה השרוול מעל הנוף, ומהירות האויר להשגת תוצאות טובות יותר.
- הריסוס במוצא של מפוח צד הוא יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים בעיקר בצד העליון של העלים ובמידה מסוימת בצד התחתון של העלים.
- נבנה והותקן בית מפוח חדש למרסס הפרפר כדי לשפר את ביצועיו. מפוח זה גם כן בחתך אויר משתנה באורך 100 ס"מ. בחלקו העליון רוחב החתך הוא 90 מ"מ ובחלקו התחתון 25 מ"מ איור 12 שמאל). מוצא זה נבנה כך שיאפשר גם כיסוי בחלק הקרוב ביותר למרסס. כמו כן הופעל המרסס במהירות מפוח גדולה יותר.
- על בסיס הממצאים שהתקבלו, נבנה מרסס אב טיפוס להפעלה במשתלות מסחריות (איור 12). המרסס מבוסס על המוצא המשופר באורך 100 ס"מ והחתך המשתנה כפי שנבחן (איור 12 שמאל). מפוח האויר הותקן בגובה אשר מתאים ליישום על מגשי שתילים שמונחים על שולחנות במשתלות.
- בסדרת ניסויים מצאנו כי המרסס מסוגל לתת כיסוי טוב של תרסיס בשולחנות באורך של ארבעה מטר. שהוא אורך השולחנות הסטנדרטי במשתלות לגידול שתילי ירקות. לעומת זאת כיסוי יעיל של צמחי אם לייצור ייחורים מתקבל רק עד מרחק של 2.5 מטר.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח:

פיתוח טכנולוגיה ליישום תכליתי ויעיל של תכשירי הדברה במשתלות שעיקרו מרסס מתנייע בהספקים גדולים וחיסכון בתשומות כוח אדם. המטרות לתקופת הדוח הן:

- הבנת התנאים הנדרשים לכיסוי מטרות שתילים בגדלים שונים ובכללם שתילי אם לייחורים אשר מוצבים בצפיפות רבה על גבי שולחנות מוגבהים
- פיתוח מערכת ריסוס שמותקנת על גבי פלטפורמה מתנייעת ליישום בתוך משתלות צמחים

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו:

בחנו מספר גישות לריסוס בניסויים מבוקרים ובריסוס במשתלה מסחרית התוצאות העיקריות הן: מוט הריסוס האופקי אינו מרסס באחידות את השתילים ואינו מחדיר את התרסיסים לתוך נוף הצמחים. לכן כיסוי החלקים התחתונים של השתילים לקוי. שיטה זו אינה מתאימה לסוג הצמחים שבדקנו ואופי הצבתם הן במגש והן במשתלה.

הריסוס בשרוול אויר יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים הן בצד העליון של העלים והן בצד התחתון של העלים (איור 4). הכיסוי בחלק התחתון של השתילים הוא קטן יותר. חשוב לשפר את הכיסוי באזור זה. אנו מתמקדים כעת בשיפור זוויות האויר, גובה השרוול מעל הנוף, ומהירות האויר להשגת תוצאות טובות יותר. הריסוס במוצא של מפוח צד הוא יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים בעיקר בצד העליון של העלים ובמידה מסוימת בצד התחתון של העלים. המוצא שנבחן אינו מתאים לאופי המבנה והשולחנות ולכן פיתחנו כבר. מוצא אב טיפוס חדש. בימים אלה מבוצעת בחינה שלו.

נבנה והותקן בית מפוח חדש למרסס הפרפר כדי לשפר את ביצועיו. מפוח זה גם כן בחתך אויר משתנה באורך 100 ס"מ. בחלקו העליון רוחב החתך הוא 90 מ"מ ובחלקו התחתון 25 מ"מ (איור 12 שמאל). מוצא זה נבנה כך שיאפשר גם כיסוי בחלק הקרוב ביותר למרסס. כמו כן הופעל המרסס במהירות מפוח גדולה יותר.

על בסיס הממצאים שהתקבלו, נבנה מרסס אב טיפוס להפעלה במשתלות מסחריות (איור 12). המרסס מבוסס על המוצא המשופר באורך 100 ס"מ והחתך המשתנה כפי שנבחן (איור 12 שמאל). מפוח האויר הותקן בגובה אשר מתאים ליישום על מגשי שתילים שמונחים על שולחנות במשתלות.

בסדרת ניסויים מצאנו כי המרסס מסוגל לתת כיסוי טוב של תרסיס בשולחנות באורך של ארבעה מטר. שהוא אורך השולחנות הסטנדרטי במשתלות לגידול שתילי ירקות. לעומת זאת כיסוי יעיל של צמחי אם לייצור יחורים מתקבל רק עד מרחק של 2.5 מטר.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

הריסוס במוצא של מפוח צד הוא יעיל ביותר בכיסוי אמירי השתילים בעיקר בצד העליון של העלים ובמידה מסוימת בצד התחתון של העלים. המוצא שנבחן אינו מתאים לאופי המבנה והשולחנות ולכן פיתחנו כבר. מוצא אב טיפוס חדש. בימים אלה מבוצעת בחינה שלו.

נבנה והותקן בית מפוח חדש למרסס הפרפר כדי לשפר את ביצועיו. מפוח זה גם כן בחתך אויר משתנה באורך 100 ס"מ. בחלקו העליון רוחב החתך הוא 90 מ"מ ובחלקו התחתון 25 מ"מ (איור 12 שמאל). מוצא זה נבנה כך שיאפשר גם כיסוי בחלק הקרוב ביותר למרסס. כמו כן הופעל המרסס במהירות מפוח גדולה

יותר. שיפורים אלה יצרו מרסס שמתאים ליישום תרסיסים בחממות לייצור שתילים על שולחנות מוגבהים.

הבעיות שנותרו לפיתרון:

. נותר להרחיב את פעילות המרסס במגזרים נוספים במשתלות.

האם הוחל בהפצת הידע:

נבנה מרסס מסחרי שנבחן בהצלחה במשתלות מסחריות. מספר מרססים כבר נרכשו ומופעל בהצלחה במשתלות.

המחקר פורסם בכנס הבינלאומי ליישום תכשירי הדברה.

Gamliel, A., Riven, Steiner, B. and Klein, E. 2014. Development of a self propelled air assisted sprayer for transplants on raised tables in nursery greenhouses. *Aspects of Applied Biology*, 112:309-314

פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)