

שיפור היישום של תרסיסים על אשכולות במטעי תמרים

אברהם גמליאל, יהודית ריבן, מרים אוסטרוביץ, ברכה שטיינר מינהל המחקר החקלאי
אורנה אוקו, סבטלנה דוברינין / האגף להגנת הצומח, שה"מ, משרד החקלאות
רחל בן צבי / צמח נסיונות
שי שטרן / מו"פ בקעת בית שאן
חואן גומז / ערדו"ם תמרים

תקציר

בתמרים מבוצעים מספר יישומי תכשירים במשך עונת הגידול למטרות מגוונות: איבוק עם הפריחה (לצורך האבקה והדברת פגעים), ריסוס להדברת מזיקים במהלך העונה (בעיקר כנגד עש התמר הקטן). בנוסף, מבוצע ריסוס נוסף בתמרים לחים למטרות עיכוב הבשלה ומניעת השחרה. יישום תכשירים בתמרים מאופיין בשתי מגבלות עיקריות, מיקום האשכולות בגובה רב אשר מחייב השקעת אנרגיה רבה בהסעת התרסיסים מהקרקע. לחלופין מקובלת שיטת ריסוס בנפח תרסיס גדול אשר מבוצעת באמצעות רובי ריסוס שמופעלים על ידי רססים שניצבים על כלי גובה. בשיטה יישום זאת נדרש כח אדם רב, ההספקים נמוכים, קיים בזבוז תכשירים, ובעיית בטיחות המפעילים שניצבים על כלים בגובה אשכולות גדולים וצפופים אשר מקשים על חדירת תרסיסים לפרות הפנימיים. מגבלה זו מחריפה בעיקר בריסוסים בשלב מתקדם של התפתחות האשכולות, כגון מווסתי הגידול אשר מיושמים במטרה לעכב הבשלה (בזנים לחים דוגמת הזן חיאני).

מטרת המחקר היא לפתח טכנולוגיה משולבת ליישום יעיל של תכשירים, שעיקרו הפעלה מהקרקע של מרסס המבוסס על ריסוס נישא אוויר, בשילוב אמצעים אגרוטכניים אחרים לעיצוב האשכול על מנת ליעל את פעולת היישום.

במחקר הנוכחי בחנו פיתוח גישה להגבהת מוצא המרסס כדי לקרב אותו לאשכולות ולהשיג מהירות אוויר גבוהה יותר בסביבת האשכולות. באופן זה מתאפשרת פתיחה של האשכולות הכבדים וחדירה של התרסיס לפירות הפנימיים. הממצאים העיקריים הם:

בחינה במגדל הדגימה הצביעה בבירור כי יעילות הקליטה של תרסיסים קטנה מאד בגובה העולה על 5 מ' ממוצא האוויר. מגבלה זו מתבטאת בכמות התרסיס המגיעה למטרה ובמיוחד בכמות הנקלטת על גבי פירות התמר הגליליים. המסקנה היא, כי יש צורך לקרב את מוצא האוויר לאשכולות, כדי להבטיח הרבצה של התרסיסים על המטרה. קירוב המוצא ממזער את כמות החומר אשר 'אובדת' בדרך אל המטרה.

הארכת מוצא האוויר והגבהתו קירבו את מוצא התרסיס לאשכולות. באופן זה היה המרחק לאשכול 4-6 מ'. ריסוס באמצעות המוצא המוגבה שיפר מאד את שיעור הכיסוי בפירות בכל חלקי האשכול ובמיוחד באזורים הבעייתיים, כגון פירות על סנסנים פנימיים בחלק העליון של האשכול. לעומת זאת, יעילות הכיסוי שהושגה באמצעות מרסס תותח רגיל הייתה לקויה.

הגבהת מוצא האוויר ושיפור שיעור הכיסוי בפירות בכל חלקי האשכול אפשרה להקטין את נפחי הריסוס וליישם את התרסיסים באמצעות פומיות המייצרות טיפות קטנות מבלי להפחית את יעילות קליטת התרסיסים. יישום בנפחים מוקטנים ובטיפות קטנות מאפשר לחסוך בכמות התכשירים המיושמת תוך שמירה על יעילות ההדברה. בנוסף, ריסוס בטיפות קטנות מאופיין באורך חיים קצר יותר של התכשיר על גבי הפירות ומבטיח שיווק פירות ללא שאריות תכשירי הדברה.

הגבהת מוצא האוויר וריסוס בנפחים מוקטנים ובטיפות קטנות תרם להשגת כיסוי טוב של הפירות בכל חלקי האשכול בזנים שונים, ובכללם זנים המאופיינים באשכולות גדולים וצפופים כמו 'חיאני' ו'חלאווי'. בהמשך המחקר נתמקד בהתקנת מרסס אב טיפוס על כלי הגובה, לצורך בחינת מדדים נוספים של כיסוי והדברה בתנאי יישום מסחריים.

מבוא ותאור הבעיה

פירות התמר חשופים לפגעים במהלך התפתחותם. עש התמר הגדול (*Arenipses sabella*) ובעיקר עש התמר הקטן (*Batrachedra Amydraula*) תוקפים את החנטים והפירות הצעירים בחודשים מארס עד יוני וגורמים לנשירתם. שיעור הנזק עלול להגיע ל-75% מהפירות. מזיקי הפרי היבש - עש הצימוקים (*Carda figslilella*) עש החרובים (*Spectrobates ceratonie*), וחיפושית התסיסה (*Carpophylus hemipteus*) - תוקפים את הפרי משלב הצמל, וחיפושית התסיסה תוקפת את הפרי הבשל שנפגע מגורמים אחרים בחודשים אוגוסט עד אוקטובר. כל המזיקים שצוינו חודרים מתחת לעלי הגביע אל תוך הפרי ונוברים בו. מזיק נוסף, אקרית הקורים (*Olygonychus afransiaticus*), תוקף בערבה, בחודשים מאי ויוני, את הזנים 'מג'הולי', 'דקל נור' ו'ברה' בשלב בוסר. פטריית העובש השחור (*Aspergillus niger*) תוקפת בעיקר בתנאים של לחות גבוהה וגורמת ריקבון בפירות הבשלים. הנזק עלול להגיע לשיעור של 40% מהפרי. הדברה יעילה של פגעים אלה באמצעים כימיים תושג באמצעות כיסוי הפירות בתכשירי הדברה (קוטלי מגע), הנקלטים על-ידי הזחלים במהלך תנועתם על גבי הפרי. לכן מתחייב כיסוי מלא של כל הפירות באשכול בתכשיר פעיל במשך פרק הזמן שבו הפרי רגיש לתקיפת הפגעים. תכשירי הדברה מיושמים במטעי תמרים כל עונת הגידול, לדוגמה איבוק וריסוס להדברת עש התמר הקטן בתחילת העונה, ריסוס להדברת אקרית הקורים לאחר מכן (בערבה) ויישום תכשירים להדברת יתר הפגעים שצוינו לעיל, לקראת הגידול. בתמרים לחים (הזן 'חיאני' בעמק בית שאן ובקעת כנרת) מבוצע בנוסף, לקראת הגידול, ריסוס בתכשיר הורמונלי לעיכוב הבשלה ומניעת השחרת הפירות.

להלן האמצעים ליישום תכשירי הדברה כיום במטעי תמרים:

- ריסוס בנפח גדול בלחץ הידראולי: ריסוס ידני על-ידי פועל הניצב על במה מוגבהת בגובה אשכולות התמרים. הריסוס מבוצע באמצעות רובה ריסוס בלחץ גבוה וספיקת נוזל גבוהה. נפחי התריסוס המיושמים הם 5-10 ליטר/עץ (300-500 לאשכול). הריסוס בשיטה זו מאופיין בנגירה רבה, בזבוז תכשירים ובשונות גדולה באחידות הכיסוי על-פי מיומנות הפועל המרסס. במקרים רבים מצטברת כמות גדולה של תכשיר בתחתית האשכול. לשיטה זו שני חסרונות בולטים נוספים: הספקי ריסוס נמוכים ביותר, וסכנה לבטיחות המפעילים שנמצאים על במה מוגבהת (10-15 מטר מהקרקע) בתנועה.
- יישום תכשירים באיבוק: בארץ מבוצע יישום באיבוק של תכשיר אלסיסטין (להדברת עש התמר הקטן) בשילוב עם פעולת ההאבקה של התפרחות בתחילת העונה (ברנשטיין, 2004). בעולם מקובל יישום של תכשירי גופרית באיבוק להדברת מחלות ומזיקים. בעבר בוצע יישום של אבקות במטעי תמרים באמצעות מטוסים. כיום שיטת יישום זו אינה מקובלת, בעיקר עקב מגבלות של איכות הסביבה.
- יישום תרסיסים בריסוס נישא אוויר: בשנים האחרונות מופעלים במטעי תמרים מרססי מפוח מסוג תותח. מרססים אלה מבוססים על הסעת התריסוס באמצעות הדף אוויר ממוצא עגול ורחב המוצב על

הטרקטור (המוצא בגובה 3 מ' מהקרקע). היתרונות העיקריים במרסס מסוג זה הם הספק העבודה גבוה יותר והפעלת המרסס מהקרקע. אולם יעילות כיסוי אשכולות התמרים בריסוס באמצעות מרסס תותח בשלב של אשכול מלא וצפוף אינה מספקת. בריסוס כזה התרסיסים מכסים את מעטפת האשכול, אך אינם חודרים לפירות במרכז האשכול ובחלקו העליון

מגבלות ביישום תכשירים לאשכולות תמרים

ריסוס נישא אוויר משפר את הסעת התרסיס, את החדירה והכיסוי של חלקי צמח נסתרים ומשיג יעילות גבוהה יותר בהרבצת התרסיסים. עם זאת, יישום מהקרקע של תכשירי הדברה לאשכולות תמרים באמצעות ריסוס נישא אוויר במרסס תותח מאופיין במספר מגבלות הפוגמות קשות ביעילות ההדברה:

- מיקום האשכולות במרחק רב (9-14 מ' מעל מוצא הריסוס) מחייב השקעת אנרגיה רבה בהסעת התרסיסים מהקרקע. יישום תרסיסים באמצעות לחץ הידראולי לגבהים אלה (דוגמת זרנוק מים) אינו מעשי.
 - המרחק הרב למטרה בשילוב הדף אוויר מאיץ את בליית הטיפות וכמות התרסיס שמגיעה קטנה מאד בהשוואה לכמות המקורית. בעבודה הקדמית נבדקה כמות התרסיס שנקלטה בגבהים שונים מהמוצא לאחר יישום התרסיס בפומיות קונית כחולות, המייצרות טיפות גדולות בספיקת נוזל גבוהה. מצאנו, כי 20% מכמות התרסיס המיושם מגיעה למטרה במרחק 7 מ' מהמוצא, ואילו למרחק 9 מ' מגיעה כמות תרסיס בשיעור 7.5% בלבד. נקל לשער כי ערכים אלה יקטנו עוד אם ניישם תרסיסים לגבהים אלה בנפחים מוקטנים וטיפות קטנות.
 - אזורי גידול התמרים בארץ מאופיינים בתנאי אקלים של לחות נמוכה וטמפרטורה גבוהה, המקטינים מאד את משך החיים של טיפה בדרכה הארוכה ממוצא הריסוס ועד לאשכול התמרים. הדף האוויר היבש שנוצר במרסס תותח ואשר מסיע את התרסיס מקצר יותר את אורך חיי הטיפה ומקטין עוד את הסיכוי להרבצת התרסיס על המטרה (אשכולות התמרים בגובה).
 - זרמי אוויר עוקפים מטרות כדוריות כמו תמרים. טיפות תרסיס הנישאות בזרמי אוויר חלשים מוסטות מהמטרה ואינן מורבצות על הפירות. הרבצת טיפות על מטרה עגולה באמצעות זרמי אוויר תתרחש אם גודלן והכוחות הפועלים עליהן מספיקים כדי לחדור את שכבת המגן העוטפת את המטרה (Boundary). טיפות התרסיס יורבצו על פירות התמר אם מהירות תנועתם (מהירות האוויר המסיע) מקנה להם אנרגיית התמדה (אינרציה) מספקת כדי להתגבר על השינוי בכיוון זרימת האוויר. במחקר מוקדם באשכולות ענבים מצאנו, כי יש צורך במהירות אוויר גבוהה על גבי הענבים כדי להשיג הרבצת תרסיס יעילה.
 - אשכולות התמרים במרבית הזנים בארץ הם גדולים וצפופים בשלבים המתקדמים בעונה. מצב זה מקשה על חדירת תרסיסים לסנסנים הפנימיים. בניסויים הקדמיים מצאנו, כי יישום תרסיסים בריסוס נישא אוויר ממרסס תותח קרקע לא גרם לחדירה ולהרבצת תרסיסים בפירות שעל הסנסנים הפנימיים באשכולות. לעומת זאת, ריסוס מתותח מוגבה שהמוצא שלו מוצב במרחק 5 מ' מהאשכולות, גורם לפתיחת אשכולות ולהרבצת תרסיסים גם בפירות שעל הסנסנים הפנימיים.
- כל שיטות הריסוס המיושמות כיום מבוצעות בנפחי תרסיס גבוהים ולכן אינן עונות לדרישה המחמירה של תוצרת ללא שאריות תכשירי הדברה. בעיה זו מחמירה לאור העובדה שחלק ניכר מטיפולי ההדברה מתבצע בפירות לאחר שלב הבוחל (קרוב לגידיד). בשנה האחרונה הוצא משימוש קוטל החרקים קרטה (Lambda

Cyhalothrin) עקב מציאת שאריות בפירות. מגבלה זו מחריפה עוד את מצוקת המגדלים בהתמודדות עם הדברת פגעים. בעבודות רבות שביצענו בעבר בגידולי ירקות ובכרמי ענבים מצאנו, כי האפשרות להקטין את משך החיים של תכשירי הדברה ברקמות הוא באמצעות ריסוס בטיפות זעירות. לטיפות זעירות שטח פנים גדול ביחס לנפח הטיפה ולכן בלייטן מהירה יותר. גם בפירות תמר האפשרות להשיג דעיכה והיעלמות מהירה של תכשירי הדברה אפשרית ביישום נפח מוקטן של תרסיסים בטיפות זעירות. אולם בשיטות הריסוס הקיימות כיום במטע תמרים אין אפשרות ליישם ביעילות תרסיסים כאלה.

השאלות המחקריות עולות בשני כיוונים עיקריים: מהם התנאים הנחוצים להשגת הרבצה יעילה של תרסיסים על אשכולות תמרים (על כל המאפיינים המגבילים שאוזכרו לעיל), וכן כיצד ניתן ליישם אמצעים אלה במרסס מסחרי אשר יפותח למטרה זו.

מטרות המחקר לשנת העבודה 2005:

1. הבנת התנאים הדרושים לכיסוי אשכולות תמרים בתרסיסים ביעילות גבוהה בריסוס נישא אוויר;
2. שיפור המרסס הקיים, המבוסס על ריסוס נישא אוויר, כדי להשיג חדירה יעילה יותר של התרסיסים לאשכול וכיסוי טוב יותר של הפירות בתרסיסים.

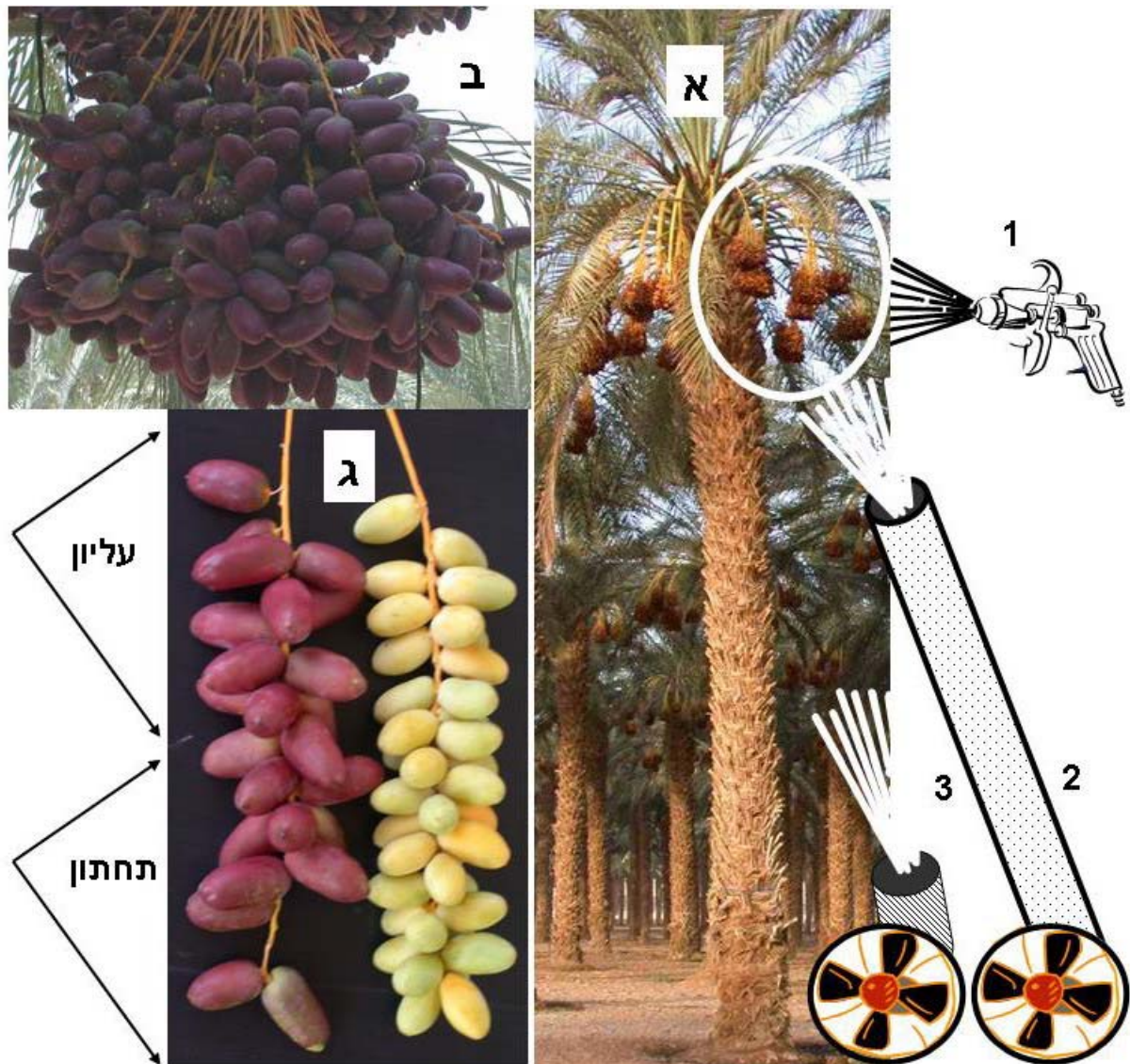
1. הבנת התנאים הדרושים לכיסוי אשכולות תמרים בריסוס נישא אוויר

בחינת ההשפעה של מרחק מוצא האוויר מהאשכולות בוצעה במטע תמרים בקיבוץ קטורה. לביצוע הניסויים שימש מרסס מסוג תותח ('אחים רז בע"מ', ראשל"צ), בעל מוצא עגול בקוטר 30 ס"מ ומהירות אוויר במוצא 72 מ"ש/שנייה. בהיקפו הפנימי של המוצא מותקנות ארבע פומיות. קביעת סוג הפומיות נעשה בכל ניסוי בנפרד, על-פי הצרכים (ספיקת הנוזל וגודל הטיפות הרצויים). קירוב מוצא האוויר של מרסס התותח לאשכולות התמרים הושג באמצעות התקנת שרוול אוויר באורך 5.5 מ' בהמשכו של מוצא האוויר הקיים. בסך הכל הוגבה המוצא לגובה 9 מ' מעל הקרקע. בהצבה זו היה המרחק מהמוצא לאשכולות התמרים 3-5 מ'. קוטר מוצא האוויר הוקטן ל-25 ס"מ (במקום 30 ס"מ במוצא המקורי) ומהירות האוויר בו הייתה 64 מ"ש/שנייה (בהשוואה ל-72 מ"ש/שנייה במוצא הקצר - 'אובדן' של 11% במהירות האוויר). מהירות האוויר המרבית שנמדדה במרחק 5 מ' מהמוצא (המרחק המרבי במטע בין מוצא האוויר המוגבה לאשכולות התמרים) הייתה 25 מ"ש/שנייה.

במספר ניסויים נבחנה התקנה של פומיות קוניות השונות ביניהן בספיקת הנוזל ובגודל הטיפות. הפומיות שנבדקו, ספיקתן וקוטר החציון הנפחי היו - כחולה (2.5 ליטר/דקה 207 מיקרון), אדומה (1.3 לי"דקה 120 מיקרון) וצהובה (0.7 לי"דקה 88 מיקרון). כל הניסויים בוצעו בשעות הבוקר המוקדמות בתנאים של טמפרטורה נמוכה (25 מ"צ) ולחות גבוהה (מעל 80%).

הפעלת המרסס בתצורתו המקורית בוצעה בריתום לטרקטור כאשר המוצא פונה לאשכולות במהירות 1.5 קמ"ש. הפעלת המרסס כאשר המוצא המוגבה מותקן עליו בוצעה בתנועה משולבת של המרסס רתום לטרקטור וכלי גובה שנע מאחוריו כדי לתמוך את שרוול האוויר. מוצא האוויר המוגבה של המרסס הוחזק ידנית מעל הבמה של כלי הגובה כשהוא פונה בזווית של 060 מתחת לאשכולות. בעת ההתקדמות והריסוס הייתה הבמה בגובה 5-7 מ' מעל הקרקע. מהירות ההתקדמות במהלך הריסוס הייתה כ-1 קמ"ש. הריסוס בוצע באמצעות ארבע פומיות כחולות שהותקנו בהיקפו הפנימי של מוצא המרסס (לחץ עבודה 5 באר). לקביעה כמותית של המרבצים תמיסת הריסוס הכילה צבע מעקב זוהר (Rhodamin B). בגמר הריסוס

והתייבשות התרסיס על גבי המטרות נאספו המטרות והועברו לבדיקה במעבדה. קלפי הנייר נשטפו במים מזוקקים בנפחים ידועים. ריכוז הצבע בתשטיף נקבע בשיטה פלואורימטרית במכשיר פלואורימטר מסוג (Turner Associates, USA) Turner.



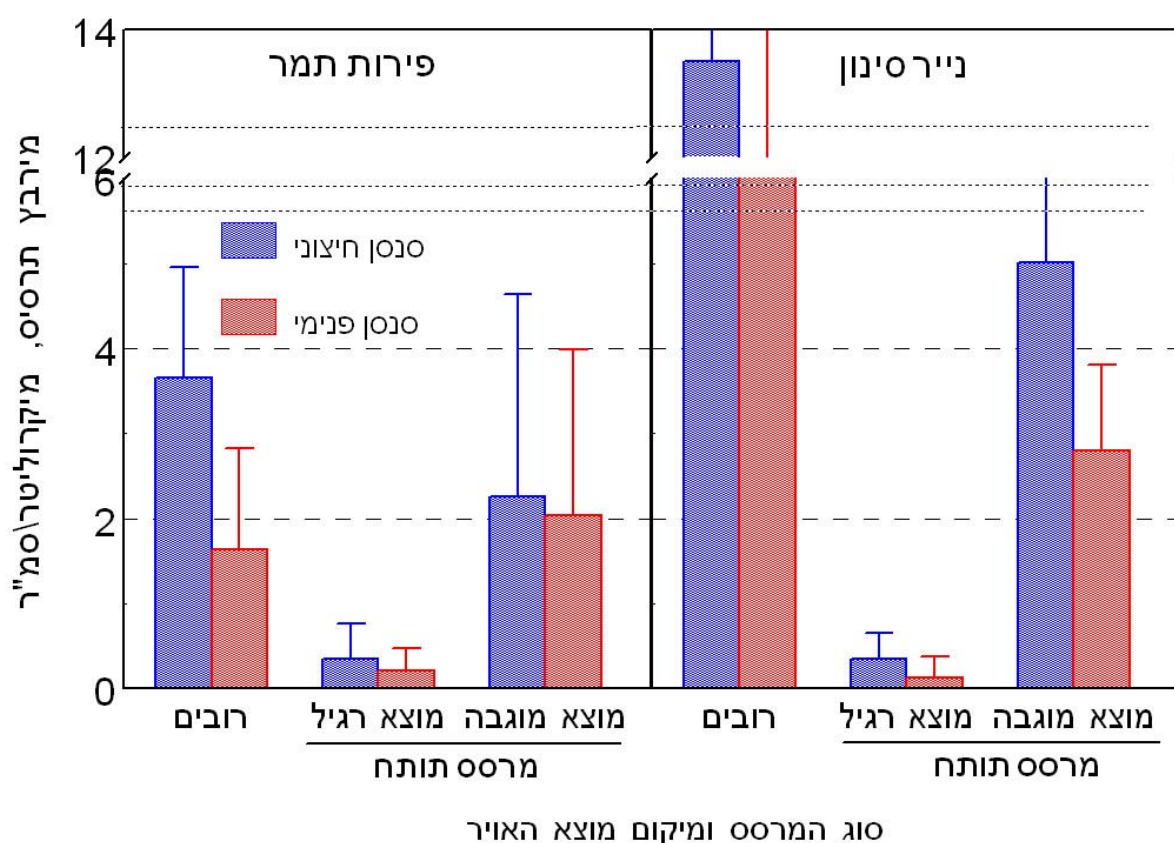
איור 1: א - תרשים סכמטי של שיטות הריסוס שנבחנו, הכיוון והמרחק מאשכולות התמרים: 1 - ריסוס רובים עד נגירה או מרסס ילקוט הדף אוויר מעל במת כלי גובה; 2 - מרסס תותח עם מוצא אוויר מוגבה 9 מ' מעל פני הקרקע; 3 - מרסס תותח בעל מוצא רגיל של 3.5 מ' מעל הקרקע. ב - אשכולות תמרים. ג - סנסנים וחלוקת מיקום הפירות לצורך הערכת יעילות הכיסוי בתרסיסים

נבחנו שלושה טיפולי ריסוס (איור 1):

1. ריסוס במרסס תותח עם מוצא אוויר מוגבה (9 מ' מהקרקע) כפי שתואר בסעיף קודם. מהירות התקדמות כ-1 קמ"ש. נפח תרסיס כ-2 ליטר/עץ (בפומיות כחולות).
2. ריסוס במרסס התותח בתצורה הרגילה (מוצא בגובה 3.5 מ') באותם תנאי הפעלה כמו בטיפול 1. מהירות ההתקדמות כ-1 קמ"ש. נפח תרסיס כ-2 ליטר/עץ (בפומיות כחולות).
3. ריסוס עד נגירה באמצעות רובי ריסוס מעל הבמה בגובה האשכולות (שיטת הריסוס המשקית). נפח התרסיס כ-5 ליטר/עץ.

קליטת התרסיס נבחנה על גבי שני סוגים של מטרות, קלפי נייר סינון ופירות תמרים. קלפי נייר סינון (200 X מ"מ) הוצמדו לפני הריסוס לאשכולות התמרים. קלפי נייר סינון מהווים מטרה מתאימה, שכן הם קולטים יעילים של תרסיסים (להבדיל ממשטחים אחרים אשר מסיטים תרסיסים) ומהווים מדד מצוין לקביעת כמות התכשיר שהגיעה ליחידת שטח.

קלפי נייר הסינון הוצמדו לחלק החיצוני של האשכול ובחלקו הפנימי לפני הריסוס. התמרים באשכול הם המטרה האמיתית לקליטת התרסיסים, להבדיל מנייר הסינון. לאחר הריסוס נדגמו סנסנים שלמים ממספר אשכולות (שישה אשכולות בכל עץ מרוסס). הפרדנו בין תמרים מסנסנים חיצוניים לתמרים שעל סנסנים פנימיים. קלפי הנייר והסנסנים הועברו לבדיקה במעבדה. הקלפים והתמרים נשטפו במים מזוקקים בנפחים ידועים. ריכוז הצבע בתשטוף נקבע בשיטה פלואורימטרית במכשיר פלואורימטר מסוג 111 Turner (Turner Associates, USA).



איור 2: קליטה נפחית של תרסיס תמיסת צבע מעקב זוהר על קלפי נייר או פירות תמר שנדגמו מאשכולות תמרים במטע מזן 'דקל נור' בקיבוץ קטורה. גובה האשכולות 12 מ' מהקרקע. קלפי הנייר הוצמדו לאשכולות התמרים לפני הריסוס. ריסוס רובים - ריסוס עד נגירה באמצעות רובי ריסוס. מוצא רגיל - מרסס תותח בגובה מוצא 3.5 מ' מהקרקע. מוצא מוגבה - מרסס תותח בגובה מוצא 9 מ' מהקרקע.

תוצאות:

הגבהת מוצא האוויר תרמה לשיפור ניכר ביעילות קליטת התרסיסים (איור 2). שיעור המרבצים על קלפי הנייר שהוצמדו לאשכולות התמרים בעקבות הריסוס במרסס תותח עם מוצא אוויר מוגבה היה רב פי 10 מאשר המרבצים שהושגו על המטרות בריסוס במוצא הקצר. שיעור קליטת התרסיסים על פירות התמרים בעקבות ריסוס במוצא האוויר המוגבה היה גבוה פי 6.5 מהמרבצים שהושגו על המטרות בריסוס במוצא הקצר. הריסוס באמצעות המוצא המוגבה שיפר מאד את חדירת התרסיס והרבצתו על התמרים בסנסנים הפנימיים. באמצעות ריסוס במוצא המוגבה הושג שיפור בכיסוי התמרים בסנסנים הפנימיים פי 10 מהכיסוי שהושג באמצעות הריסוס במוצא רגיל (איור 2). ממצאי העבודות המקדימות מצביעות בבירור כי ישנה חשיבות רבה למהירות ונפח האוויר על המטרה כדי לפתוח את האשכולות ולהרביץ תרסיסים בחלקם הפנימי של האשכולות. הארכה והגבהת מוצא האוויר הם כיוון מעשי להשגת מטרה זו.

2. השפעת מקום מוצא האוויר וסוג הפומיות על כיסוי אשכולות תמרים במטעים שונים

בעונת 2005 בחנו את השפעת המרחק של מוצא האוויר מהאשכולות וגודל הטיפה על יעילות החדירה של תרסיסים לאשכול ואופי הרבצת התרסיסים בחלקי האשכול השונים. הניסויים בוצעו במטעי התמרים בקיבוץ קטורה (בזן 'דקל נור') וקיבוץ עין הנציב (בזנים 'חיאני' ו'חלאווי').

לבדיקות יעילות הכיסוי ריססנו תרחיף מימי של צבע מעקב זוהר בתחום הנראה מסוג Lunar Yellow תוצרת Swada UK, ריכוז 1%, בתוספת משטח בריכוז 0.01%. בתום הריסוס דגמנו מכל אשכול סנסנים שלמים הן מחלקו החיצוני והן מחלקו הפנימי. הפרדנו בין סנסנים חיצוניים לסנסנים פנימיים ובין פירות מחלקו העליון של הסנסן לאלה שבחלקו התחתון. יעילות הכיסוי בתרסיסים נקבעה על-פי שני מדדים:

- שיעור הכיסוי - אחוז שטח המטרה המכוסה בתרסיס מכלל שטח המטרה;
- צפיפות הכיסוי באזור המכוסה בתרסיס (מספר טיפות/סמ"ר).

א. קטורה (הזן 'דקל נור'):

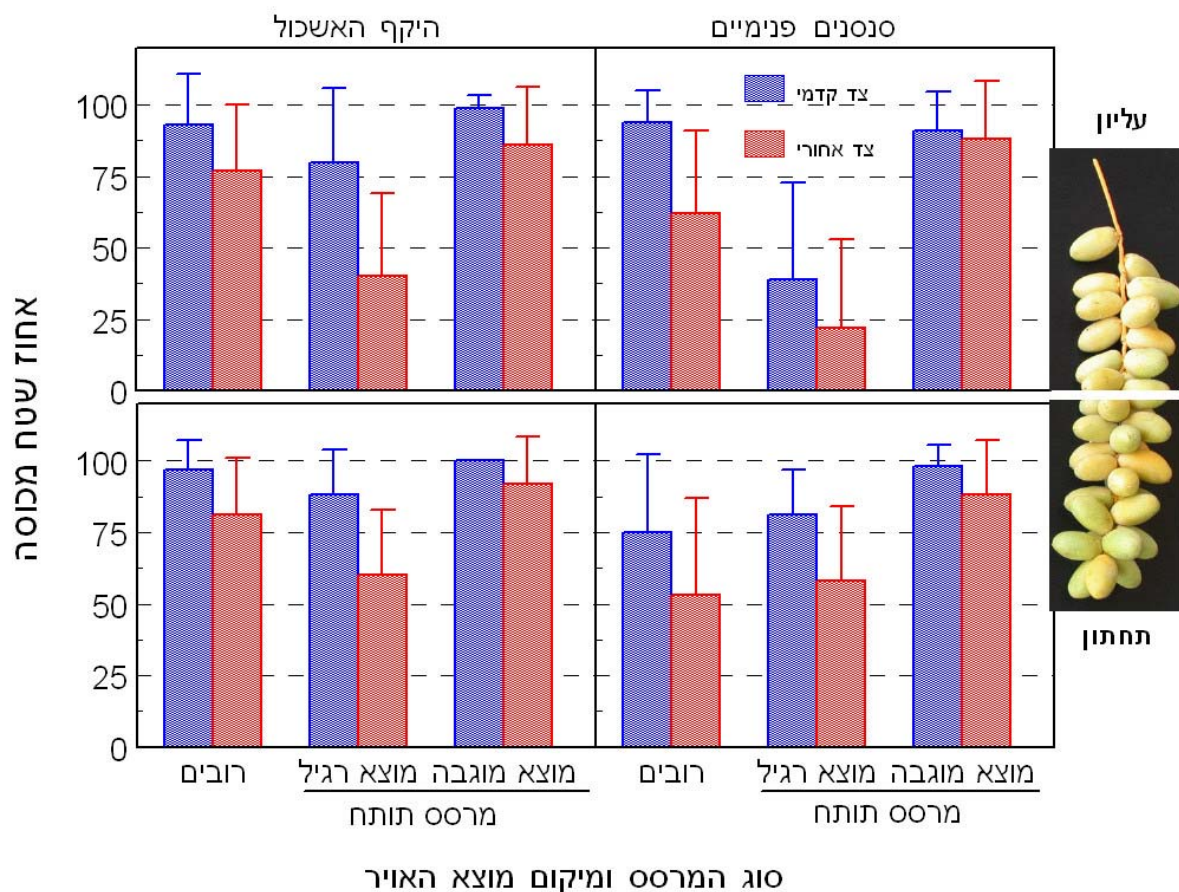
ניסוי להערכת יעילות כיסוי הפירות בעקבות ריסוס בוצע במקביל לבחינת המרבץ הכמותי. נבחנו שלושה טיפולים:

1. ריסוס במרסס תותח עם מוצא אוויר מוגבה (פתח המוצא בגובה 9 מ' מהקרקע), כפי שתואר קודם לכן.
2. ריסוס במרסס התותח בתצורה הרגילה (מוצא בגובה 3.5 מ').
3. ריסוס באמצעות רובי ריסוס עד נגירה מעל הבמה של כלי הגובה.

טיפולים 1 ו-2 בוצעו כאשר על המרסס מותקנות פומיות קוניות כחולות.

תוצאות: הגבהת מוצא הריסוס שיפרה את שיעור הכיסוי של התמרים בתרסיסים בהשוואה לריסוס במרסס התותח הרגיל (איור 3). שיעור הכיסוי שהושג בריסוס באמצעות המוצא המוגבה היה מעל 80% גם בסנסנים הפנימיים. שיעור הכיסוי הגבוה בולט בייחוד בפירות שנמצאים בחלק העליון של הסנסנים הפנימיים. השיפור בכיסוי הפירות מתבטא גם בכיסוי רב בחלק הפירות אשר אינו פונה למרסס (חלקו ה'אחורי' של האשכול). הריסוס במרסס תותח בעל מוצא רגיל (3.5 מ') לא היה יעיל בכיסוי הפירות בסנסנים הפנימיים (שיעור הכיסוי שהושג בחלק העליון של הסנסנים היה 40%). הריסוס במרסס רובים נותן כיסוי רב של הפירות בתרסיס.

הגבהת מוצא הריסוס העלתה מאד את צפיפות טיפות התרסיס בכל הפירות באשכול, בהשוואה לריסוס במרסס התותח הרגיל או בריסוס ברובים (איור 6). צפיפות הטיפות שהושגה באמצעות המוצא המוגבה בפירות הפנימיים (ממוצע של צד קדמי וצד אחורי) הייתה 800 טיפות/סמ"ר, בהשוואה ל-200 טיפות במרסס התותח הרגיל. התוצאות מצביעות על חדירה טובה של התרסיסים לכל חלקי האשכול באמצעות התותח המוגבה. כמו כן הושג בריסוס זה פיזור אחיד של הטיפות על פני הפירות בחלקם הקדמי ובחלקם האחורי (ב'צלי המרסס).



איור 3: יעילות כיסוי תמרים בתמיסת צבע מעקב זוהר (שטח מכוסה) בעקבות ריסוס במרססים שונים. הפירות נדגמו מאשכולות תמרים במטע מזן 'דקל נור' בקיבוץ קטורה. גובה האשכולות 12 מ' מהקרע. סנסנים מחלקם החיצוני והפנימי של האשכולות נדגמו בתום הריסוס. ריסוס רובים - ריסוס עד נגירה מעל הבמה. מוצא רגיל - מרסס תותח בגובה מוצא 3.5 מ' מהקרע. מוצא מוגבה - מרסס תותח בגובה מוצא 9 מ' מהקרע

ב. עין הנציב (הזנים 'חיאני' ו'חלאווי')

בעקבות התוצאות המוצלחות בניסויים בקטורה בחנו את יעילותו של מרסס התותח המוגבה בהחדרה ופיזור תרסיסים במטעי תמרים בעמק בית שאן. מטרות הניסוי היו:

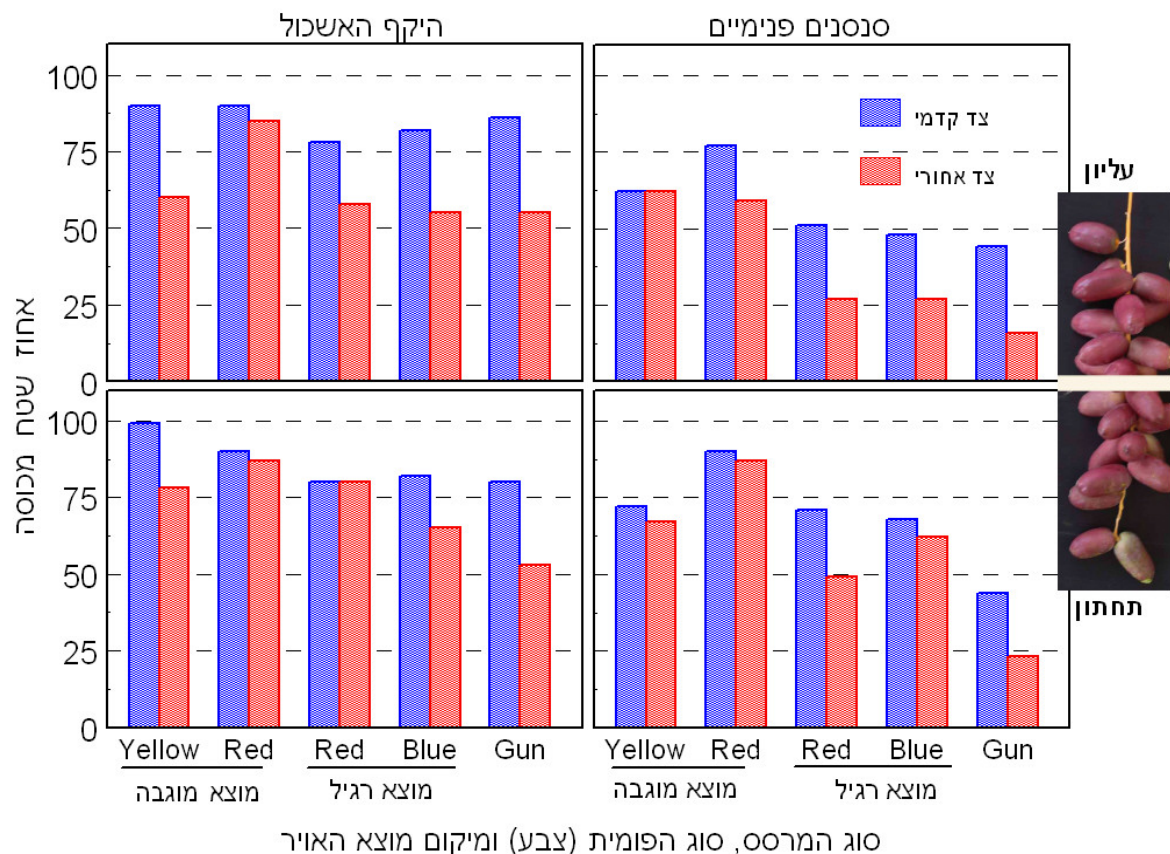
- בחינת יעילות הריסוס באמצעות מוצא אוויר מוגבה במרחק רב יותר מאשר 3-5 מ'.
- בחינת החדרה של תרסיסים בזנים בעלי אשכולות גדולים וצפופים.
- הקטנת נפחי הריסוס באמצעות יישום תרסיסים בפומיות בעלות ספיקה נמוכה יותר.

הניסוי בוצע ב-15.8.05 במטע השייך לקיבוץ עין הנציב, בזנים 'חיאני' ו'חלאווי' (גובה 15 מ').

נבחנו שלושה מרססים :

1. ריסוס במוצא אוויר מוגבה (9 מ' מהקרקע), כפי שתואר קודם. בחנו ריסוס בפומיות אדומות (בדומה למרסס 2), וכן פומית צהובה בעלת ספיקה נמוכה יותר.
2. ריסוס במרסס התותח בתצורה הרגילה (מוצא בגובה 3.5 מ') באותם תנאי הפעלה כמו בטיפול 1. בחנו ריסוס בפומיות כחולות ששימשו גם בניסויים בקטורה ופומיות אדומות כהשוואה למרסס מס' 1.
3. ריסוס עד נגירה באמצעות רובים מעל הבמה בגובה האשכולות. תנאי ההפעלה של המרססים היו כפי שתואר קודם.

לבדיקת יעילות הכיסוי ריססנו תרחיף מימי של צבע מעקב זוהר בתחום הנראה מסוג Lunar Yellow תוצרת Swada UK, בריכוז 1%, בתוספת משטח בריכוז 0.01%. בתום הריסוס דגמנו מכל אשכול סנסנים שלמים הן מחלקו החיצוני של האשכול והן מחלקו הפנימי. הפרדנו בין סנסנים חיצוניים לסנסנים פנימיים ובין פירות בחלקו העליון של הסנסן לאלה שבחלקו התחתון.



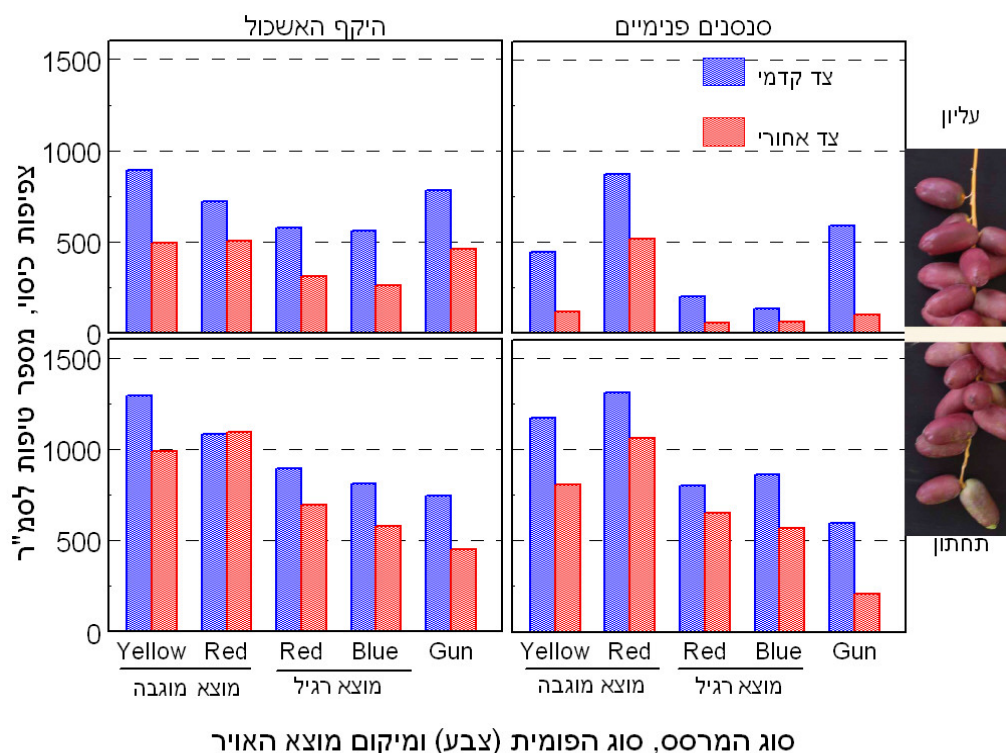
איור 4: יעילות כיסוי תמרים בתמיסת צבע מעקב זוהר (שטח מכוסה). הפירות נדגמו מאשכולות תמרים במטע מזן 'חיאני' בקיבוץ עין הנציב. גובה האשכולות 15 מ' מהקרקע. סנסנים מחלקם החיצוני והפנימי של האשכולות נדגמו בתום הריסוס. ריסוס רובים - ריסוס עד נגירה באמצעות רובי ריסוס. מוצא רגיל - מרסס תותח בגובה מוצא 3.5 מ' מהקרקע. מוצא מוגבה - מרסס תותח בגובה מוצא 9 מ' מהקרקע. מרסס גב - ריסוס באמצעות מרסס מפוח מוטורי מעל הבמה בגובה האשכולות. נבחנו פומיות שונות, כפי שמפורט

תוצאות:

ריסוס ממוצא אוויר מוגבה השיג שיעור כיסוי גבוה בתרסיסים בהשוואה לריסוס במרסס התותח הרגיל (איור 4). תוצאה זו בולטת בעיקר בריסוס בפומיות האדומות, בהן השתמשו בשני המרססים, והיא הושגה בשני הזנים שנבחנו. הריסוס במרסס התותח הרגיל עם מוצא נמוך היה נחות בכיסוי האשכולות ובעיקר בפירות שעל הסנסנים הפנימיים. אחוז הכיסוי שהושג בזן 'חיאני' הסנסנים הפנימיים באמצעות המוצא המוגבה היה 80-90%, בהשוואה ל-40-50% במרסס התותח הרגיל (פומיות אדומות). הריסוס במרסס נישא גב מעל הבמה היה יעיל בכיסוי הפירות על הסנסנים החיצוניים (80% כיסוי), אך לא על הסנסנים הפנימיים (40-60% כיסוי). נחיתותם של מרסס התותח הרגיל ומרסס הגב מעל הבמה בולטת גם בכיסוי הלקוי של צדם האחורי של הפירות (איור 4).

ריסוס ממוצא אוויר מוגבה כיסה את הפירות הצפיפות טיפות גבוהה יותר בכל האזורים באשכול בהשוואה לריסוס במרסס התותח הרגיל או בריסוס רובים (איור 5). צפיפות הטיפות שהושגה בסנסנים הפנימיים באמצעות המוצא המוגבה היה 900-1,300 טיפות/סמ"ר, בהשוואה ל-200-700 טיפות/סמ"ר במרסס התותח הרגיל (פומיות אדומות). תוצאה זו בולטת בשני הזנים, בעיקר בפירות הפנימיים בחלק העליון של הסנסנים. בכל הפומיות בהן השתמשו התקבלה צפיפות כיסוי גבוהה יותר בריסוס במוצא המוגבה מאשר במרסס התותח הרגיל.

התוצאות שהושגו בניסויים בקטורה ובעין הנציב מציגות כיוון ברור לשיפור יעילות הריסוס וחיסכון בכמות התכשירים המיושמים באמצעות קירוב מוצא הריסוס אל האשכולות.



איור 5: יעילות כיסוי תמרים בתמיסת צבע מעקב זוהר (צפיפות טיפות). הפירות נדגמו מאשכולות תמרים במטע מזן 'חיאני' בקיבוץ עין הנציב. גובה האשכולות 15 מ' מהקרקע. סנסנים מחלקם החיצוני והפנימי של האשכולות נדגמו בתום הריסוס. ריסוס רובים - ריסוס עד נגירה באמצעות רובי ריסוס. מוצא רגיל - מרסס תותח גובה במוצא 3.5 מ' מהקרקע. מוצא מוגבה - מרסס תותח במוצא 9 מ' מהקרקע. מרסס גב - ריסוס באמצעות מרסס מפוח מוטורי מעל הבמה בגובה האשכולות. נבחנו פומיות שונות, כפי שמפורט

סיכום

יישום תרסיסים למטרה מרוחקת כגון אשכולות תמרים, בתנאי גידול של לחות נמוכה וטמפרטורה גבוהה, מחייב אופטימיזציה של כל רכיבי הריסוס. בעבודה זו בחנו תחילה את הגורמים המשפיעים על הגעתם של תרסיסים למטרות בגובה ועל הרבצתם על הפירות. בעקבות זו בנינו תפיסה חדשה בהגבהת מוצא האוויר של מרסס תותח, כדי לקרב אותו לאשכולות ולהשיג מהירות אוויר גבוהה יותר בסביבת האשכולות. באופן זה מתאפשרת פתיחה של האשכולות הכבדים וחדירה של התרסיס לפירות הפנימיים. ואלה הממצאים העיקריים מהעבודה והמסקנות המתלוות אליהם:

בחינה במגדל הדגימה הצביעה בבירור כי יעילות הקליטה של תרסיסים קטנה מאוד בגובה העולה על 5 מ' ממוצא האוויר. מגבלה זו מתבטאת בכמות התרסיס המגיעה למטרה ובמיוחד בכמות הנקלטת על גבי פירות התמר הגליליים. המסקנה היא, כי יש צורך לקרב את מוצא האוויר לאשכולות, כדי להבטיח הרבצה של התרסיסים על המטרה. קירוב המוצא ממזער את כמות החומר אשר 'אובדת' בדרך אל המטרה.

הארכת מוצא האוויר והגבהתו קירבו את מוצא התרסיס לאשכולות. באופן זה היה המרחק לאשכול 4-6 מ'. ריסוס באמצעות המוצא המוגבה שיפר מאוד את שיעור הכיסוי בפירות בכל חלקי האשכול ובמיוחד באזורים הבעייתיים, כגון פירות על סנסנים פנימיים בחלק העליון של האשכול. לעומת זאת, יעילות הכיסוי שהושגה באמצעות מרסס תותח רגיל הייתה לקויה.

הגבהת מוצא האוויר ושיפור שיעור הכיסוי בפירות בכל חלקי האשכול אפשרה להקטין את נפחי הריסוס וליישם את התרסיסים באמצעות פומיות המייצרות טיפות קטנות מבלי להפחית את יעילות קליטת התרסיסים. יישום בנפחים מוקטנים ובטיפות קטנות מאפשר לחסוך בכמות התכשירים המיושמת תוך שמירה על יעילות ההדברה. בנוסף, ריסוס בטיפות קטנות מאופיין באורך חיים קצר יותר של התכשיר על גבי הפירות ומבטיח שיווק פירות ללא שאריות תכשירי הדברה.

הגבהת מוצא האוויר וריסוס בנפחים מוקטנים ובטיפות קטנות תרם להשגת כיסוי טוב של הפירות בכל חלקי האשכול בזנים שונים, ובכללם זנים המאופיינים באשכולות גדולים וצפופים כמו 'חיאני' ו'חלאווי'. בהמשך המחקר נתמקד בהתקנת מרסס אב טיפוס על כלי הגובה, לצורך בחינת מדדים נוספים של כיסוי והדברה בתנאי יישום מסחריים.

הבעת תודה

תודתנו לחברת 'מרסס' אחים רז בע"מ על שיתוף הפעולה המלא כולל הקצאת המרסס לביצוע הניסויים והתקנת כל ההתאמות לדרישות הניסויים, על שיתוף הפעולה הפורה ועל ההשתתפות במימון העבודה. תודה לצוותי מטע התמרים בקיבוצים קטורה, גרופית ועין הנציב. לערדו"ם תמרים תודה על הטיפול המסור והעזרה הרבה בביצוע ניסוי ההדברה ואחזקת החלקות. תודה לשולחן הדקלאים ולערדו"ם תמרים על מימון המחקר.