

דוח שנה ב' לתוכנית מדען מס': 458-0364-06

יעול העבודה בהאבקת תמרים באמצעות טעינה אלקטרוסטטית

Improving labor efficiency in date pollination via electrostatic charging

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

שמואל גן-מור, - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי
- המחלקה למדעי הצמח, אוניברסיטת תל אביב
אפי טריפּלר - גידולי מטע, מו"פ ערבה דרומית
- המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי

Samuel Gan-Mor, Agr. Eng. Inst. ARO, P.O.B. 6, Bet Dagan, 50250, E-mail:
ganmor@agri.gov.il

Beni Ronen, Avital Bechar, Agr. Eng. Inst. ARO, P.O.B. 6, Bet Dagan, 50250

Dan Eisikowitch, Botanical Dept. Tel Aviv Univ.

Efi Tripler, Arava R&D, Yotveta

Yiftach Vaaknin, Yuval Cohen, Plant science Inst. ARO, P.O.B. 6, Bet Dagan, 50250

אוגוסט 2007

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר

תקציר

התמר הוא צמח דו ביתי המואבק באמצעות הרוח. מגדלי התמרים בישראל משתמשים ב דרך כלל ב שיטות האבקה הצורכות מעט אבקה אך עתירות בעבודה. כאשר יש חשש לפיגור בתהליך ההאבקה משתמשים חלק מהמגדלים בשיטות הכוללות כוונן לא מדויק והצורכות כמות גדולה של אבקה ומעט עבודת אדם. מטרת העבודה הנוכחית הינה פיתוח מערכת להרבצת אבקה על פרחי תמר שתהא יעילה הן מבחינת עבודת אדם והן מבחינת החסכון בשימוש באבקה. המערכת מצמצמת את כמות האבקה הנדרשת ע"י שימוש בכוונן מדויק ובטעינה אלקטרוסטטית ומצמצמת את העבודה ע"י תנועה מהירה יחסית.

כדי לאפשר תנועה מהירה של הכלי יש להרחיק את מוצא האבקה וזרם האוויר למרחק של כ- 3 מטר מהתפרחות, המהוות את המטרה, אך נוצרה בעיה שאינה קימת במערכות מקובלות לטעינה אלקטרוסטטית. בשימושים תעשייתיים מקובל טווח ריסוס אלקטרוסטטי של כחצי מטר בין המוצא למטרה וההרבצה מבוצעת בתאים ללא רוח. הרחקת המוצא מהמטרה גורם לדילול בענן האבקה ולהקטנת המטען הנפחי של הענן והשדה החשמלי באזור המטרה. משבי רוח במטע מחיבים הגברה של מהירות ונפח סילון האוויר ונגרמת הקטנה נוספת במטען הנפחי של הענן. כדי לפתור בעיה זו בוצעו ניסויי מעבדה לאופטימיזציה של מהירות ונפח סילון האוויר בהרבצה אלקטרוסטטית בטווחים רחוקים.

בהתאם לממצאי הניסויים במעבדה תוכנן ונבנה מתקן למטע המותקן על כלי גובה. תוצאות ניסויי ההאבקה במטע הראו כי הטכנולוגיה שפותחה מאפשרת חיסכון של כ- 90% מכמות האבקה לעומת השיטה הלא מכוונת ובו בזמן חסכון של כ- 70% מזמן האדם והמכונה לעומת השיטה עם הרובים, כל זאת תוך השגת האבקה ברמה גבוהה. המערכת שנבנתה מאפשרת עבודה יעילה מכלי גובה תוך צריכה נמוכה של אבקה. ניתוח התוצאות מראה שהאבקה לא מכוונת השיגה תוצאה לא טובה הנמוכה באופן מובהק מהטכניקה החדשה הכוללת כוונן מדויק. טעינה אלקטרוסטטית בנוסף לכוונן המדויק מביאה לשיפור בכמות האבקה המגיעה לצלקות. נושא האיזון בין תוספת אבקה בכל צלקת ע"י טעינה או ע"י הכפלת כמות האבקה המשוגרת צריך להבחן בהקשר של דילול האשכולות מאחר ובשלב מסוים עודף אבקה גורם לירידה מסוימת במספר החנטים ולגידול במשקל הממוצע לפרי.

העבודה הנוכחית הראתה שרצוי לבחון אופציה של מתן עודף אבקה פוריה כדי להפחית עבודת דילול וכן אופציה של המשך פיתוח מערכת אוטומטית מיוצבת לכוונן מוצאי מערכות ההאבקה וריסוס בתמרים בגבהים של עד 15 מטר.

מבוא

עץ התמר הוא דו ביתי ובטבע הוא מואבק באמצעות הרוח. שיטות ההפריה המקובלות על מגדלי התמרים בישראל צורכות מעט אבקה אך עתירות בעבודה. לדוגמא, האבקה באמצעות רובים המופעלים מכלי גובה או אפילו פתיחה של כל תפרחת ושפיכת אבקה באמצעות "פודרייה". לעיתים תכופות אין מספיק עובדים או כלי

גובה ונוצר חשש לפיגור בתהליך ההאבקה. אזי משתמשים חלק מהמגדלים בשיטות הכוללות כוונן לא מדויק מהקרקע או ממטוסים. כוונן לא מדויק צורך כמות גדולה של אבקה אבל מעט עבודת אדם. כדי לצמצם בכמות האבקה יש לכוונן בדיוק גבוה יחסית וכדי לאפשר תנועה מהירה של הכלי יש להרחיק את מוצא האבקה וזרם האוויר למרחק של כ- 3 מטר מהתפרחות המהוות את המטרה. טעינת האבקה במטען אלקטרוסטטי מאפשרת צמצום משמעותי בכמות האבקה. אולם הרחקה כנ"ל יוצרת בעיה שאינה קימת במערכות מקובלות לטעינה אלקטרוסטטית בשימושים תעשייתיים - שם מקובל טווח של כחצי מטר בין המוצא למטרה וההרבצה מבוצעת בתאים ללא רוח. הרחקת המוצא מהמטרה גורם לדילול ענן האבקה ולהקטנת המטען הנפחי של הענן והשדה החשמלי באזור המטרה. משבי רוח במטען מחיבים גם הגברת מהירות ונפח סילון האויר שגורמים להקטנה נוספת במטען הנפחי של הענן. מטרת העבודה הנוכחית הינה פיתוח מערכת להרבצת אבקה על פרחי תמר שתהא יעילה הן מבחינת עבודת אדם והן מבחינת השימוש באבקה. המערכת מצמצמת את כמות האבקה הנדרשת ע"י שימוש בכוונן מדויק ובטעינה אלקטרוסטטית ומצמצמת את העבודה ע"י תנועה רציפה ומהירה יחסית.

מערך הניסויים

המערכת שפותחה לניסויי המעבדה

כשלב מקדים לניסויי המעבדה הוחל בפיתוח אבטיפוס של מערכת המתאים להרבצת אבקה טעונה מכלי גובה הנע במהירות של למעלה מ- 1 קמ"ש. הסעת האבקה ממוצא הסילון עד למטרה והרבצתה על המטרה חייבו מציאת פתרון לבעית ההרחקה של מוצא האבקה וזרם האוויר מהמטרה בשעור של פי 6 מהמקובל במערכות תעשייתיות. אבטיפוס זה שימש לביצוע ניסויי מעבדה לאופטימיזציה של מהירות ונפח סילון האויר בהרבצה אלקטרוסטטית בטווחים רחוקים.

ציור 1 מראה תמונה כללית של המערכת שפותחה לצורך ניסויי המעבדה. המערכת כוללת מערכת הזנה, מפוח, תעלת אויר אליה נכנסת האבקה ובמוצאה מחובר התקן לטעינה אלקטרוסטטית ומטרה עליה נקלטת האבקה ואשר אותה שוקלים לפני ולאחר הרבצת האבקה.



ציור 1 - תמונה כללית של המתקן שפותח לצורך ניסויי המעבדה, המתקן כולל מערכת ההזנה, מפוח שבמוצאו מחוברים התקני הטעינה ומטרה עליה נקלטת האבקה.

מראה מקרוב של תת המערכת המבצעת את הטעינה ניתן לראות בציור 2. הציור מראה שלושה גופים דמויי פיטריה מחומר מבודד שבמרכזן מותקנת מחט. המחט מחוברת למתח גבוה ומיננת את האויר. כתוצאה מכך נטענת האבקה במטען חשמלי. הטעינה בתהליך זה נקראת טעינת קורונה. אל הברגים שמצידי הפטריות חוברה טבעת מתכת מלבנית. המרחק שבין טבעת המתכת לבין מחט הקורונה משפיע על ינון האויר והטעינה ומכאן גם על תוצאות הרבצת האבקה, כפי שיודגם בהמשך.



ציור 2 - תמונה של מראה מקרוב של תת המערכת המבצעת את הטעינה. המחט במרכז הפטריות הלבנות מחוברת למתח גבוה וטוענת את האבקה בטעינת קורונה. מסביב למחטים מותקנת טבעת מתכת מוארקת הגורמת להשראה והגברה של ינון האויר שמסביב למחט הקורונה.

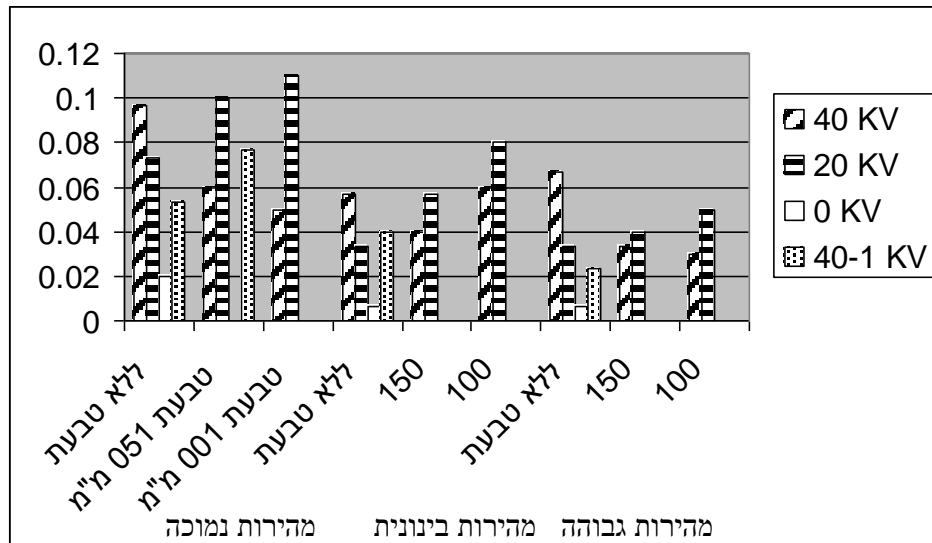
כדי להסיע את האבקה מהמוצא אל המטרה נבחנו מהירויות סילון אויר שיאפשרו עבודה בתנאי רוח קלה במטען. מהירויות אלו היו:

מהירות נמוכה - מהירות אוויר בפתח הקונוס - 6 מ'שנ', מהירות אוויר במטרה - 1 מ'שנ',

מהירות בנונית - מהירות אוויר בפתח הקונוס - 15 מ'לשנ', מהירות אוויר במטרה - 3 מ'לשנ',
 מהירות גבוהה - מהירות אוויר בפתח הקונוס - 26 מ'לשנ', מהירות אוויר במטרה - 5 מ'לשנ'.
 נבחנו מספר מתחים לטעינת הקורונה וכן קטרים שונים של טבעות ההשראה. בתחילה נבחנה ההרכבה עבור
 מרחק של שני מטר. כל טיפול נבחן בארבע חזרות על מנת לאפשר ניתוח סטטיסטי של התוצאות.

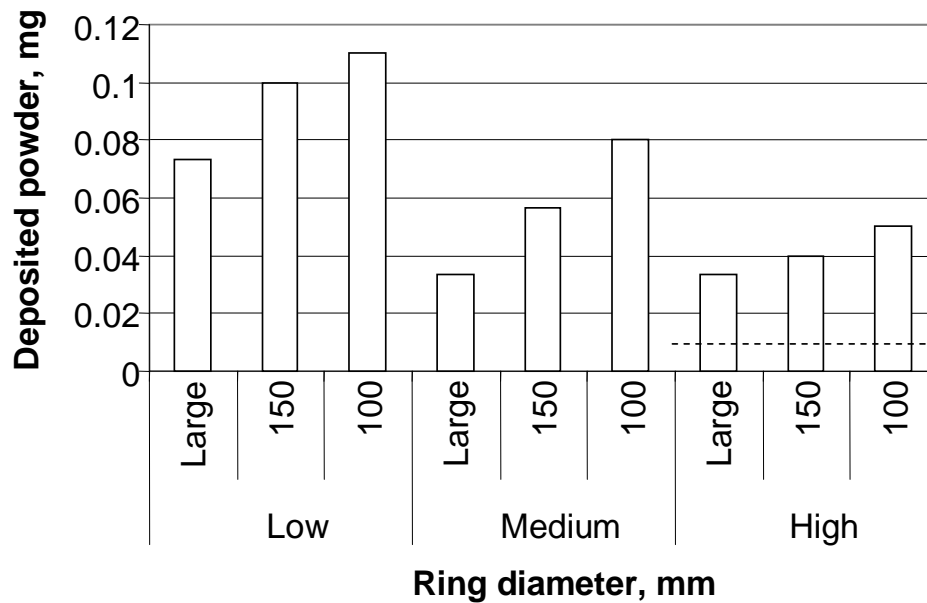
תוצאות ניסויי המעבדה

תוצאות ניסויי הרבצה של אבקה במעבדה מוצגות בציור 3. ניסויים אלה הראו שלטעינה האלקטרוסטטית
 השפעה רבה על כמות האבקה המורבצת על המטרה. גם לקוטר הטבעת, למתח מחט הקורונה ולמהירות האוויר
 השפעה רבה. עבור מתח מחט של 20 KV הטבעת קטנה (100 ס"מ) הניבה הרבצה יותר טובה מטבעת
 בינונית (150 ס"מ) וזו הניבה הרבצה יותר טובה מטבעת גדולה או ללא טבעת והשראה של העצמים
 המוארקים מסביב למחט. כאשר הועלה המתח ל-40 KV הטבעת הקטנה היתה פחות טובה. בניסוי המשך
 נמצא שלמתח כזה ובמגבלות הספקת הזרם שמטיל הספק של הניסוי (100 מיקרו אמפר) קוטר טבעת
 אופטימלי הוא 250 ס"מ.



ציור 3 - תוצאות ניסויי הרבצה א"ס של אבקה במעבדה, עבור שלוש מהירויות אוויר ושלוש טבעות,
 למערכת טעינה של: 40 kV, 20 kV, 0 kV ו-40 kV עם מחט קורונה אחת בלבד.

המהירות החשובה ליישום במטע היא הגבוהה. עבור מהירות זו נתקבלה הרבצה של 0.01 מיליגרם ללא
 טעינה. לצורך נוחיות הניתוח מוצגות בציור 4 התוצאות עבור מתח אחד ובגלל שמגבלות ספק הכוח מעוותות
 את התמונה המתח שנבחר הוא של 20 kV. מתקבל שיפור בשעור של פי חמש עבור טבעת 100 מ"מ לעומת
 ההרכבה ללא טעינה.



ציור 4 - תוצאות ניסויי הרבצה א"ס של אבקה במעבדה, עבור מהירות האוויר הגבוהה, שלוש טבעות ומתח מערכת טעינה של 20 kV.

המערכת שפותחה לניסויי השדה

בהתאם לניסויי המעבדה תוכנן הדגם למטע כאשר המרחק האופטימלי טבעת/מחט נקבע על 125 מ"מ. במסגרת הניסויים נמצא גם שכדי להשיג צפיפות מטען מירבית ולמנוע דילול של ענן האבקה הטעון באזור המטרה, יש לבחור מהירות סילון נמוכה. מהירות מיטבית לנשיאת האבקה שתוכל גם להתאים לתנאי רוח חיצונית במטע נקבעה על 22 מטר לשניה במוצא הסילון.

בהתאם לתוצאות של ניסויי המעבדה נבנו שני דגמים לשדה. ציור 5 מראה דגם ראשון שנבנה לניסויים בשדה. לדגם זה מהירות אוויר של כ- 22 מ'שנ' במוצא והוא מיועד לכסות גובה צמרת (בין תפרחת עליונה לתחתונה) של 2.5 מטר. לדגם השני אותה מהירות אוויר במוצא אבל הוא מיועד לכסות גובה צמרת של 1.8 מטר לכן זווית הפתיחה צרה יותר (ציור 6). דגם שדה נוסף שכלל שלושה סילוני אוויר שהתחברו באזור המטרה נפסל בגלל חוסר אחידות בפיזור האוויר והאבקה.



ציור 5 - הדגם הראשון לניסויי שדה: זווית רחבה לכיסוי 2.5 מטר הפרש גובה בין התפרחות, מהירות אויר של כ- 22 מ'שנ' במוצא, מרחק טבעת/מחט של 125 מ"מ, חמש מחטים לטעינת קורנה.

ציור 6 - הדגם השני לניסויי שדה: זווית צרה לכיסוי 1.8 מטר הפרש גובה בין התפרחות, מהירות אויר של כ- 22 מ'שנ' במוצא, מרחק טבעת/מחט של 125 מ"מ, ארבע מחטים לטעינת קורנה.

שיטת ביצוע ניסויי השדה

ניסויי השדה נערכו במטע מסחרי של שלושה מגדלים: אלמוג, סמר וטירת צבי. דוגמה של תוכנית ניסוי בשדה מוצגת בטבלה 1.

טבלה 1 - תוכנית ניסויי שדה במטע התמרים באלמוג - (2006)

מדידת מהירות נסיעה	כמות אבקה שתתקבל (גר')	טעינה אלקטרו-סטטית	מתח במזין	מהירות נסיעה (קמ"ש)	מזין	מס' עץ	מאפיין הטיפול / כמות אבקה
1490 סל"ד 16.6 שני 10 מ'	0.03 לשניה, 0.18 לעץ	כן	רגיל	2.2 (0.61 מ'שנ')	מזרק איטי	1	0.18
	- " -	לא	- " -	- " -	- " -	2	- " -
1280 סל"ד 33 שני 10 מ'	0.36 לעץ	כן	רגיל	1.1 (0.3 מ'שנ')	מזרק איטי	3	0.36
	- " -	לא	- " -	- " -	- " -	4	- " -
1450 סל"ד 20 שני 10 מ'	0.12 לשניה, 0.72 לעץ	כן	6 וולט	1.8 (0.5 מ'שנ')	מזרק מהיר	5	0.72
	- " -	לא	- " -	- " -	- " -	6	- " -
"-"	0.24 לשניה, 1.44 לעץ	כן	12 וולט	1.8	מזרק מהיר	7	1.44
	- " -	לא	- " -	- " -	- " -	8	- " -
	0.007 גר' לתפרחת	כן	רגיל	0.5 מ' לשני	מזרק איטי	10	0.007
	- " -	לא	- " -	- " -	- " -	11	- " -
	0.014 גר' לתפרחת	כן	רגיל	0.25 מ' לשני	מזרק איטי	12	0.014
	- " -	לא	- " -	- " -	- " -	13	- " -
	0.300 גר' לתפרחת	כן	רגיל	לכוון 8 שניות	מזרק איטי	14	0.3
	- " -	לא	- " -	- " -	- " -	15	- " -

פרטי הניסויים באלמוג ב- 2006:

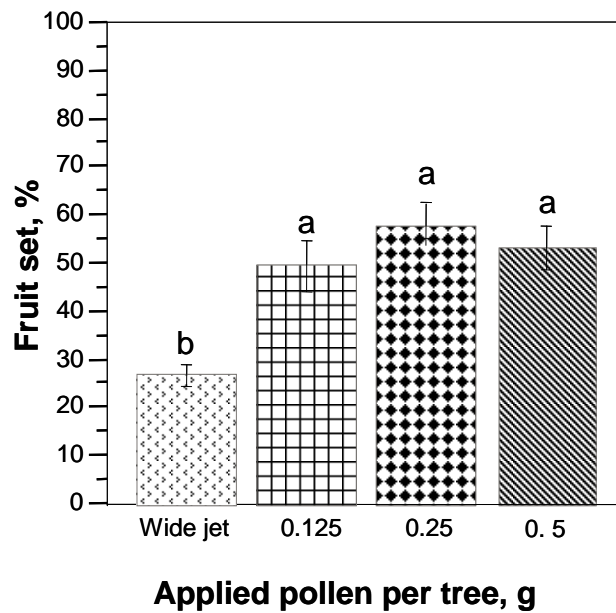
1. ניסויים בעצים 1 עד 8 בוצעו עם דגם השדה מעל כלי גובה - כל טיפול כולל ארבע תפרחות
2. ניסויים בעצים 10 עד 15 בוצעו עם רובה ידני - מזרק איטי - כל טיפול ארבע תפרחות
3. ניסוי בעץ 9 האבקה לא מכוונת - מפוח פתוח ממרחק 5 מ' מהתפרחת, לא טעון, 1.44 גר' לעץ (3 מ' ב-6 שני מתקבל ע"י 1.8 קמ"ש עם המזרק המהיר) - דומה לעץ מס' 8 אך פחות מכוון.
4. בכל עץ סומנה תפרחת המקבלת שלושה יישומים בהפרש של חמישה ימים ביישום מכוון של גרם אחד לעץ. טיפול זה היה היחיד שלא כוסה, כל השאר כוסו בשקית נייר מיד לאחר הטיפול.
5. בכל עץ סומנה תפרחת אחת שקיבלה יישום של ענן רחב, מפוזר ולא מכוון.
6. כל אחד מהניסויים לעיל כלל יישום אחד בלבד.
7. זן - דקל נור, מועד האבקה - 22 לפורואר 2006.

תוכנית הניסויים באלמוג ב- 2007 כללה את הטיפולים הבאים -

1. יישום מכוון של 0.5 גרם אבקה לעץ עם טעינה וללא טעינה.
2. יישום מכוון של 0.25 גרם אבקה לעץ עם טעינה וללא טעינה.
3. יישום מכוון של 0.125 גרם אבקה לעץ עם טעינה וללא טעינה.
4. בכל עץ סומנה תפרחת המקבלת שלושה יישומים בהפרש של חמישה ימים ביישום מכוון של גרם אחד לעץ. טיפול זה היה היחיד שלא כוסה, כל השאר כוסו בשקית נייר מיד לאחר הטיפול.
5. בכל עץ סומנה תפרחת אחת שקיבלה יישום של ענן רחב, מפוזר ולא מכוון.
6. כל אחד מהניסויים לעיל כלל יישום אחד בלבד.
7. זן - דקל נור, מועד האבקה - 18 למרץ 2007.

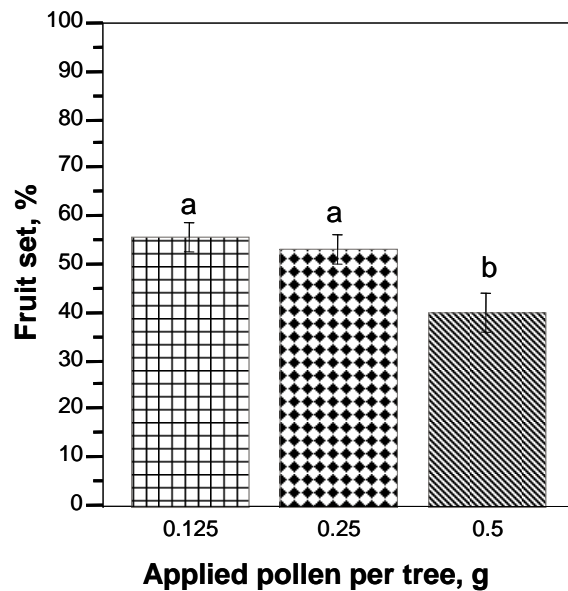
תוצאות ניסויי השדה

בהתאם לתוכנית הניסוי שתוארה במפורט לעיל בוצעה ההאבקה ולאחר כחודשיים ב-17/5/07 נדגמו ארבעה סנסנים מכל תפרחת או אשכול ונותחו התוצאות. העמודות בציור 7 מתארות את אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון. העמודה השמאלית מתארת את אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר הבלתי מכוון המכונה גם סילון רחב. בכל הניסויים שבציור 7 לא בוצעה טעינה אלקטרוסטטית. לפי ציור 7 אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון היה גבוה מ-50 כאשר ההבדלים ביניהם היו ברמת מובהקות נמוכה ($p<0.3$). אולם רמת מובהקות גבוהה ($p<0.01$) התקבלו בין התוצאות שנתקבלו באמצעות הסילון המכוון ואלו שהתקבלו באמצעות הסילון הרחב.



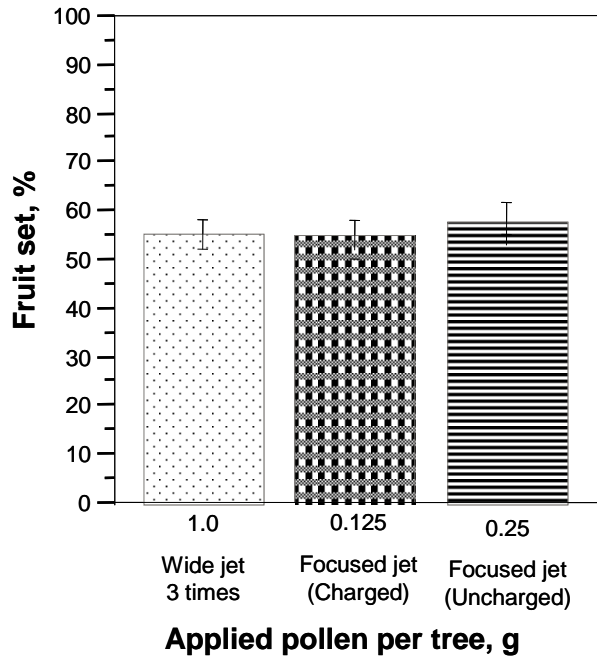
ציור 7 - אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון והסילון הבלתי מכוון המכונה גם סילון רחב. כל הטיפולים בציור זה בוצעו ללא טעינה אלקטרוסטטית.

התוצאות בציור 8 מתארות את אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון. בכל הניסויים שבציור 8 בוצעה טעינה אלקטרוסטטית. לפי ציור 8 אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון כולל טעינה אלקטרוסטטית היה גבוה מ-50 אחוז עבור כמויות אבקה נמוכות ונמוך מ-40 אחוז עבור כמות של 0.5 גרם לעץ. רמת מובהקות גבוהה ($p < 0.01$) התקבלה עבור ההבדל בין התוצאות שנתקבלו לכמויות אבקה נמוכות מאד ולכמות הגבוהה יותר.



ציור 8 - אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון כולל טעינה אלקטרוסטטית.

התוצאות בציר 9 מתארות את אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון והאבקה משקית שכללה שלושה יישומים, ברווחים של חמישה ימים, באמצעות סילון לא מכוון. בכל יישום משקי שוגר 1.0 גרם אבקה לכל עץ. התוצאה שנבחרה עבור היישום באמצעות הסילון המכוון היתה הטובה יותר אבל יש לזכור כי ביישומים אלה הורבצה אבקה פעם אחת בלבד. ההבדלים בין שלושת התוצאות הם קטנים ביותר ולא נמצא ביניהם הבדל מובהק.

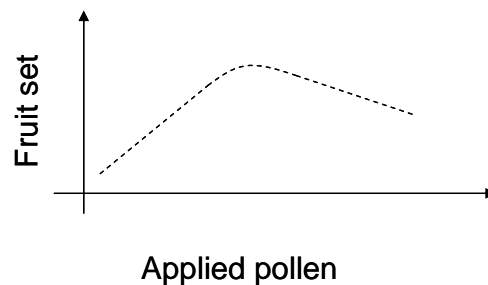


ציר 9 - אחוז הפירות שחנטו לאחר האבקה באמצעות סילון האוויר המכוון עם ובלי טעינה אלקטרוסטטית לעומת האבקה משקית.

דגימה של ארבעה סנסנים נוספים מכל אשכול בוצעה בסמוך לקטיף ב-27/7/07. התוצאות הראו אותן מגמות כמו שנתקבלו עבור אחוזי חנטה מבחינת השפעת שיטת ההאבקה על אחוז הפירות שהגיעו לגודל מסחרי. אבל גורמים נוספים כמו מחלות, הבדלי דישון והשקיה ותנאים אקלימיים השפיעו השפעה מצטברת במשך הגידול וגרמו בדרך כלל לצימצום קטן בהבדלים בין הטיפולים.

דיון

עיון בספרות מראה כי בצמחים מואבקי רוח נצפתה תופעה שהרבצת אבקה על צלקת העלי גורמת לעליה באחוז הפרחים החונטים עד כמות אופטימלית, כמות אבקה גבוהה מעל סף מסוים גורמת לפחיתה באחוז החנטה (McGranaham et al., 1994). כלומר, אין זה מפתיע לראות בהאבקה של פרחי תמר התנהגות כמתואר בציר 7, מאחר ובספרות מצפים להתנהגות כמתואר באופן סכמתי בציר 10.



ציור 10 - תאור סכמתי של כמות הפרי החונט בעקבות העלאת כמויות האבקה המגיעות אל צלקת העלי בצמחים מואבקי רוח.

ציור 9 מראה כי 0.125 גרם לעץ בהאבקה מכוונת עם טעינה אלקטרוסטטית או 0.25 גרם בהאבקה מכוונת ללא טעינה אלקטרוסטטית, שניהם ביישום אחד בלבד, משיגים האבקה מקסימלית כמו שמשיגה האבקה משקית הכוללת יישום של 1.0 גרם לעץ בשלושה יישומים לאורך 10 ימים. ההחלטה של מגדל כמה אבקה לספק כדי להגיע למידת דילול אופטימאלית, ומאידך הסיכון של פחיתה ביבול שעלול לגרום מחסור באבקה מציעים כי רצוי לספק אבקה מעט מעבר לכמות בה מקבלים חנטה מקסימלית, אבל, בשיטות שפותחו כאן יישום עודף של אבקה כרוך בהוצאה קטנה יחסית.

מהשוואת ציורים 7 ו-8 נתן לראות כי טעינה אלקטרוסטטית בנוסף לכוונון המדויק מביאה לשיפור בכמות האבקה המגיעה לצלקת בדומה למה שמשיגה הכפלת כמות האבקה.

סיכום ומסקנות

מניסויי המעבדה ניתן לראות כי במתח מחט של KV 20 הטבעת הקטנה (100 ס"מ) הניבה הרבצה יותר טובה מטבעת בינונית (150 ס"מ) וזו הניבה הרבצה יותר טובה מטבעת גדולה או מהשראת העצמים המוארקים מהסביבה. כאשר הועלה המתח לKV 40 הטבעת הקטנה היתה פחות טובה. בהמשך נמצא שבמתח זה ובתנאי הספקת הזרם שבניסוי (ספק של 100 מיקרו אמפר) עדיפה טבעת בקוטר 250 ס"מ.

בהתאם לכך נבנו שני דגמים לניסויי שדה עם טבעות שוות ערך לקוטר 250 ס"מ. דגם השדה הראשון נוסה באלמוג ובסמר, דגם השדה השני נוסה באלמוג.

תוצאות ניסויי ההאבקה במטע המסחרי הראו כי כאשר משתמשים בפחות מעשירית מכמות האבקה לעומת השיטה הבזבזנית באבקה, המערכת שפותחה כוללת כוונון מדויק ומשיגה האבקה ברמה גבוהה. טעינה אלקטרוסטטית בנוסף לכוונון המדויק מביאה לשיפור האבקה המגיעה לצלקת כמו גם הכפלת כמות האבקה המשוגרת, אבל בתנאים מסוימים יש עודף אבקה וצריך לשקול באיזה מידה רצוי לתת עודף בעיקר בהקשר של צרכי דילול האשכולות למטרות הגדלת המשקל הממוצע לפרי. האבקה לא מכוונת משיגה תוצאה לא טובה השונה באופן מובהק מהתוצאות בטכניקה החדשה הכוללת כוונון מדויק. המערכת שנבנתה מאפשרת חיסכון עד כדי 90% באבקה לעומת השיטה הבזבזנית באבקה תוך נסיעה במהירות של למעלה מ-2 קמ"ש. מהירות

זו גבוהה משמעותית מהמהירות המקובלת בישום האבקה עם רובים ומאפשרת חיסכון בשעות אדם ומכונה. במקרה זה הזמן המכונה הנחסך הוא של כלי גובה אשר עלותו גבוהה מאד. העבודה הנוכחית הצביעה על האופציה למתן עודף אבקה כדי להפחית עבודת דילול וכן כדאיות להמשך פיתוח מערכת אוטומטית מיוצבת המכוונת מוצאי מערכות ההאבקה או ריסוס בתמרים בגבהים של עד 15 מטר.

ספרות

McGranaham, G.H., Voyiatzis, D.G., Catlin, P.B. and Polito, V.S. 1994. High pollen loads can cause pistillate flower abscission in walnut. Journal of the American Society of Horticultural Science 119:505-509.

סיכום עם שאלות מנחות

<p>מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</p>
<p>מטרת העבודה הנוכחית הינה פיתוח מערכת להרבצת אבקה על פרחי תמר שתהא יעילה הן מבחינת עבודת אדם והן מבחינת השימוש באבקה. המערכת מצמצמת את כמות האבקה הנדרשת ע"י שימוש בכוונון מדויק ובטעינה אלקטרוסטטית ומצמצמת את העבודה הנדרשת ע"י תנועה רציפה ומהירה יחסית.</p>
<p>עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.</p>
<p>מניסויי המעבדה ניתן לראות כי במתח מחט של KV 20 הטבעת קטנה (100 ס"מ) הניבה הרבצה יותר טובה מטבעת בינונית (150 ס"מ) וזו הניבה הרבצה יותר טובה מטבעת גדולה (השראת העצמים המוארקים מסביב). כאשר הועלה המתח ל KV 40 הטבעת הקטנה היתה פחות טובה. בהמשך נמצא שבמתח זה ובתנאי הספקת הזרם שבניסוי (ספק של 100 מיקרו אמפר) עדיפה טבעת בקוטר 250 ס"מ. בהתאם לתוצאות של ניסויי המעבדה נבנו שלושה דגמים לשדה כאשר לדגם הנבחר מהירות אויר של כ-22 מ'שנ' במוצא והוא מיועד לכסות גובה צמרת (מתפרחת עליונה לתחתונה) של 1.8 מטר. תוצאות ניסויי ההאבקה במטע המסחרי הראו כי כאשר משתמשים בפחות מעשירית מכמות האבקה לעומת השיטה הבזבזנית באבקה, המערכת שפותחה וכוללת כוונון מדויק, משיגה האבקה ברמה גבוהה. האבקה לא מכוונת משיגה תוצאה לא טובה השונה באופן מובהק מהתוצאות בטכניקה החדשה הכוללת כוונון מדויק. טעינה אלקטרוסטטית בנוסף לכוונון המדויק מביאה לשיפור בכמות האבקה המגיעה לצלקת כמו הכפלת כמות האבקה המשוגרת. אבל בתנאים מסוימים יש עודף אבקה וצריך לשקול באיזה מידה רצוי לתת עודף בהקשר של צרכי דילול האשכולות למטרות הגדלת המשקל הממוצע לפרי.</p>
<p>המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.</p>
<p>דגם השדה שפותח לאור התוצאות מאפשר האבקה באופן מסחרי מכלי גובה. הוא מאפשר חיסכון עד כדי 90% באבקה, לעומת השיטה הבזבזנית באבקה, תוך נסיעה במהירות של למעלה מ-2 קמ"ש. מהירות זו גבוהה משמעותית מהמהירות המקובלת בישום האבקה עם רובים ומאפשרת חיסכון של למעלה מ-70% בשעות אדם ומכונה. במקרה זה זמן המכונה הנחסך הוא של כלי גובה אשר עלותו גבוהה מאד.</p>

המטרות שהוצבו למחקר הושגו באופן משביע רצון.
הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר.
העבודה הנוכחית הצביעה על האופציה למתן עודף אבקה כדי להפחית עבודת דילול, אופציה שקל להשיגה בשל היכולות שמשיגה המערכת שפותחה כאן. העבודה הנוכחית חידדה את הצורך בהמשך פיתוח מערכת אוטומטית מיוצבת המכוונת מוצאי מערכות ההאבקה או ריסוס בתמרים בגבהים של עד 15 מטר, פיתוח בו הוחל בתקופת המחקר הנוכחי במיוחד למטרת שיפור בטיחות העובדים.
. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.
עדיין לא.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
← רק בספריות
← ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
← חסוי – המחברים מציעים לדחות מעט את הפרסום על מנת להתארגן להפצת הטכנולוגיה בצורה מסודרת ע"י נציגי משרד החקלאות מחשש שהפצתו ע"י יצרנים וגורמים אינטרסנטים תיצור טעויות אצל המגדלים.