

720

2002-2004

תקופת המחקר:

459-0318-04

קוד מחקר:

**Subject:** SPRAY DRIFT AS AFFECTED BY DROP SIZE, ADJUVANTS AND ENVIRONMENTAL CONDITION: WAYS TO CONTROL SPRAY DRIFT IN POPULATED AREAS

**Principal investigator:** AVRAHAM GAMLIEL

**Cooperative investigator:** DORON BAUM, YEHUDIT RIBAN, BRACHA STEINER, ISSAC HIRSH

**Institute:** Agricultural Research Organization (A.R.O)

**שם המחקר:** התנדפות תרסיסים כתלות בגודלם, בהרכבם ובתנאי הסביבה, והשפעתה על מגבלות ריסוס באזורים חקלאיים צפופי אוכלוסיה

**חוקר ראשי:** אברהם גמליאל

**חוקרים שותפים:** דורון באום, יהודית ריבן, ברכה שטיינר, יצחק הירש

**מוסד:** מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

## תקציר

שיטות הריסוס המודרניות בימינו מכוונות לשימוש בנפח מוקטנים, שאינן גורמות להרטבה מלאה של הנוף. בשיטות אלה שיעור הקליטה טוב יותר, ואבדן התרסיס לסביבה קטן יותר. עם זאת, באופן נקודתי יכולה טכנולוגית הנפח המוקטן לגרום נזקים כבדים, בשל ריכוז גבוה של תכשיר ההדברה בתמיסת הריסוס. בישראל נעשה רובו המכריע של היישום ממטוסים או מרססים בגידולי שדה בעלי מוטות ריסוס רחבים והספקי ריסוס גדולים. טיפות קטנות המשוחררות מהקרקה, או ממטוסים יכולות להתנדף בחלקן, לקטון ולרחף למרחק רב מהמטרה. רחף של תכשירים רבים גרם נזקים כבדים לגידולים סמוכים. טיפות זעירות במיוחד (קטנות מ- 20 מיקרון, חודרות בקלות לתוך מערכת הנשימה של יונקים ועופות. תוספי ריסוס שונים, המשמשים להקטנת סיכוני רחף ומומלצים בארץ לשימושים שונים, אינם מתאימים למטרת הקטנת הרחף.

**מטרת המחקר** היא לבחון את השפעתם של חומרים מונעי נידוף חדשים על התנהגות תרסיסים ביישומי ריסוס שונים (פומיות, אמצעי ריסוס) כגון, התנדפות טיפות ורחף.

**מהלך המחקר והתוצאות** - נבחנו תכשירים "מונעי נידוף" שונים והשפעתם על גודל טיפות והתנהגות התרסיס. נמצאה קבוצת תוספים חדישים, על בסיס פולימרים פלסטיים, שהקטינו משמעותית את סיכוני הרחף. בניסויים מבוקרים במתקני ריסוס מבוקרים נמצא כי תוספים אלה הקטינו באופן משמעותי את מקטע הטיפות הקטנות לעומת ריסוס בתמיסות ריסוס סטנדרטיות. השפעתם של התוספים על הקטנת מקטע הטיפות הזעירות בלטה גם בריסוס בתנאי טמפרטורה גבוהה ולחות נמוכה אשר מעודדים התנדפות תרסיסים. מצאנו כי מונעי הנידוף הקטינו את מקטע הטיפות הקטנות גם ביישום ממרססים בשדה הפחיתו התוספים את הרחף מחוץ לאזור הריסוס. הוספת מונעי הנידוף לתכשיר קוטלי עשבים לא שינה את התנהגות התכשירים.

**התנדפות תרסיסים כתלות בגודלם, בהרכבם ובתנאי הסביבה, והשפעתה על מגבלות ריסוס באזורים חקלאיים צפופי אכלוסיה**

דוח מסכם לתוכנית מס' 459-0318-03  
מוגשת למדען הראשי של משרד החקלאות ע"י

אברהם גמליאל, מרים אוסטרוביץ, אבי ארבל יהודית ריבן, ברכה שטיינר, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני בית דגן. (email: agamliel@agri.huji.ac.il)  
דורון באום, חברת כצט בע"מ פתח תקוה  
יצחק הירש, כימניר בע"מ הרצליה

Abraham Gamliel, Miriam Austerweil, Avi Arbel, Yehudith Riben, Bracha Steiner, Institute of Agricultural Engineering, ARO, Volcani Center, Bet Dagan  
Doron Baum, CTS, Petah Tikva  
Itzhak Hirsh, Chimnir, Hertzelia

**הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים**

חתימת החוקר .....

**א. תקציר**

שיטות הריסוס המודרניות בימינו מכוונות לשימוש בנפח מוקטנים, שאינן גורמות להרטבה מלאה של הנוף. בשיטות אלה שיעור הקליטה טוב יותר, ואבדן התרסיס לסביבה קטן יותר. עם זאת, באופן נקודתי יכולה טכנולוגית הנפח המוקטן לגרום נזקים כבדים, בשל ריכוז גבוה של תכשיר ההדברה בתמיסת הריסוס. בישראל נעשה רובו המכריע של היישום ממטוסים או מרססים בגידולי שדה בעלי מוטות ריסוס רחבים והספקי ריסוס גדולים. טיפות קטנות המשוחררות מהקרקה, או ממטוסים יכולות להתנדף בחלקן, לקטון ולרחף למרחק רב מהמטרה. רחף של תכשירים רבים גרם נזקים כבדים לגידולים סמוכים. טיפות זעירות במיוחד (קטנות מ- 20 מיקרון, חודרות בקלות לתוך מערכת הנשימה של יונקים ועופות. תוספי ריסוס שונים, המשמשים להקטנת סיכוני רחף ומומלצים בארץ לשימושים שונים, אינם מתאימים למטרת הקטנת הרחף.

מטרת המחקר היא לבחון את השפעתם של חומרים מונעי נידוף חדשים על התנהגות תרסיסים ביישומי ריסוס שונים (פומיות, אמצעי ריסוס) כגון, התנדפות טיפות ורחף. נבחנו תכשירים "מונעי נידוף" שונים והשפעתם על גודל טיפות והתנהגות התרסיס. נמצאה קבוצת תוספים חדישים, על בסיס פולימרים פלסטיים, שהקטינו משמעותית את סיכוני הרחף. בניסויים מבוקרים במתקני ריסוס מבוקרים נמצא כי תוספים אלה הקטינו באופן משמעותי את מקטע הטיפות הקטנות לעומת ריסוס בתמיסות ריסוס סטנדרטיות. השפעתם של התוספים על הקטנת מקטע הטיפות הזעירות בלטה גם בריסוס בתנאי טמפרטורה גבוהה ולחות נמוכה אשר מעודדים התנדפות תרסיסים. מצאנו כי מונעי הנידוף הקטינו את מקטע הטיפות הקטנות גם ביישום ממרססים בשדה הפחיתו התוספים את הרחף מחוץ לאיזור הריסוס. הוספת מונעי הנידוף לתכשיר קוטלי עשבים לא שינה את התנהגות התכשירים.

## ב. מבוא ותאור הבעיה

שיטות הריסוס המודרניות בימינו נעשות בטכנולוגיות נפח מוקטן, שאינן גורמות להרטבה מלאה של הנוף. בשיטות אלה שיעור הקליטה טוב יותר, ואבדן התרסיס לסביבה קטן יותר. הכמות הכללית של תכשיר ההדברה ליחידת שטח קטנה בטכנולוגית הנפח המופחת ב- 40-60%, ויעילות הקליטה ע"פ המטרות גדלה. עם זאת, יש לזכור כי באופן נקודתי יכולה טכנולוגית הנפח המוקטן לגרום נזקים כבדים, בשל ריכוז גבוה של תכשיר ההדברה בתמיסת הריסוס, ורחף של טיפות זעירות ורעילות אל מחוץ לשטח המטופל. טיפות קטנות המשוחררות מהקרקה, ובעיקר ממטוסים יכולות להתנדף במהירות (שכן שטח פניהן גדול ביותר לעומת הנפח שלהן) לקטון ולרחף למרחק רב מהמטרה.

בישראל נעשה רובו המכריע של היישום ממטוסים. בטכנולוגיה זו נהוג השימוש בנפח קטן, בעיקר 3.3 ליטרים לדונם. סיכוני הרחף בשל הטיפות הקטנות יחסית, ושחרורן הגבוה מעל השטח ידועים היטב, וקבלני הריסוס מהאוויר מנסים להתגבר עליהם בשיטות שונות. כדוגמה לשיטות אלה ניתן להזכיר עיתוי בהתאמה לתנאי הרוח, תוספת מונועי נידוף שונים, שינויים מיכניים כגון תוספת כנפונים, ואף הגדלת הטיפות והנפח (עד 10 ליטר ל' לדונם לריסוס מונועי נביטה שונים). הגדלת הנפחים מייקרת, כמובן, את היישום בשל תוספת הזמן, היעפים והנחיתות.

מגמה נוספת בריסוס גדולי שדה כיום היא מרססים גדולים מתנייעים עצמית (מרססי Self). מרססים אלה נעים במהירויות גבוהות בעת הריסוס (10-15 קמ"ש) וגובה מוט הריסוס 1.5 מעל הקרקע. מרססים אלה מצוידים לעיתים גם בשרוול אוויר אופקי לדחיקת התרסיס כלפי המטרה. ריסוס במרססים כאלה במהירויות גבוהות עלול גם כן לחשוף את התרסיס לאפשרויות רחף והגעה למקומות לא רצויים.

בשל כל המגבלות הנ"ל יש עניין רב במניעת השינוי בגודל הטיפות כתוצאה מנידוף, הן בשל הצורך במניעת נזקים לשטחים חקלאיים ובעיקר בשל הצורך להגן על האוכלוסייה מפני רחף רעיל.

במחקר קודם נבדקו "מונועי נידוף" רבים והשפעתם על גודל טיפות התרסיס. נמצאה קבוצת תוספים חדישים, על בסיס פולימרים פלסטיים שהקטינו משמעותית את סיכוני הרחף (גרינשטיין וחובי 1998). תוספים אלה נראים מבטיחים באשר להקטנת סיכוני רחף, ויכולים להפחית את החשיפה של האוכלוסייה, ושל גידולים שכנים לתכשירים רעילים. תכשירים אלה אינם נמכרים כיום בישראל. לכן קיימת חשיבות לבחון את מידת השפעתם של התכשירים על הקטנת התנודות תרסיסים. בנוסף, היות ותכשירים אלה עלולים להשפיע על פעילותם ופיזורם המשני של תכשירי ההדברה, מומלץ לבדוק אם יש לתוספים אלה השפעה גם על הפעילות הביולוגית של תכשירי הריסוס. במידה שלא תימצא פגיעה בפעילות הביולוגית, ניתן להתחיל לשלב את התכשירים הללו כתוספים לתמיסות ריסוס במערכות ההדברה הגדולות של מרססים בגידולי שדה ובעיקר במערכות הריסוס האווירי.

תכשיר מונע נידוף יכול להיות משולב במערכות ההדברה במידה ואינו פוגע ביעילות הטיפול הכימי ובאופן פיזורו. בעבר דווח על תכשירים מונועי נידוף שפגעו ביעילות ההדברה ע"י הקטנת מסיסות, מניעת פיזור משני, הקטנת לחץ אדים וכו' (Jonston et al 1977). מאידך גיסא ידוע על תוספים המשפרים פעילות של תכשירי הדברה ע"י שיפור פיזורם המשני, עידוד התמוססותם בקוטיקולה, חדירתם לרקמות וכו'. תכשיר חדש למניעת נידוף חייב על כן להיבדק באשר למכלול השפעותיו על תהליך ההדברה, לפני שיאושר לשימוש.

## **מטרות המחקר**

מטרת המחקר היא יישום תוספים מונעי נידוף לתמיסות ריסוס על מנת להקטין את התנדפותן של טיפות ואת סיכוני הרחף ופוטנציאל הנזק. לטווח הארוך המטרה היא לשלב באופן מסחרי תוספים כאלה בריסוסים רחבי היקף כגון ריסוס במרססי גד"ש, מטעים וריסוס ממטוסים. בפירוט מטרות המחקר הן:

1. בדיקת השפעתם של חומרים מונעי נידוף על התנהגות תרסיסים ביישומי ריסוס שונים (פומיות, אמצעי ריסוס) כגון, התנדפות טיפות ורחף (שנת המחקר הראשונה).
2. בדיקת ההשפעות הביולוגיות (בשיטות מבחן-חי) של התוספים הנ"ל על פעילותם הביולוגית של תכשירים מייצגים
3. יישום תוספים מונעי נידוף לתמיסות ריסוס בשדה על מנת לצמצם את התנדפותן של טיפות ומניעת רחף.

## **ג. ניסויים ותוצאות**

### **שנה א'**

#### **תוספים מונעי הנידוף**

התוספים שנבדקו בעבודה בשלב הראשון היו.

41A - מעכב רחף על בסיס פולימר פוליאקרילאמיד (27%) פוליסכריד (3%) ומרכיבים אינרטים.

38F - מעכב רחף על בסיס פולימר פוליאקרילאמיד (32%) פוליסכריד. והשאר מרכיבים אינרטים.

תוספים אלה מתוצרת חברת SanAg (קליפורניה, ארה"ב), נבחנו במסגרת סקר תכשירים שבוצע ונמצא כי הם בעלי פוטנציאל מתאים למטרת הקטנת נידוף טיפות. לכן המשך המחקר מתמקד בתוספים אלה. תוספים אלה נבדקו בהשוואה לשני סטנדרטים:

מים מזוקקים

תמיסת גליצרין 5%

#### **בדיקת התנדפות תרסיסים במגדל אויר (תעלת רוח אנכית)**

במעבדה ליישום שיטות הדברה הוקם מגדל ובתוכו מנהרת רוח אנכית המאפשרת הדמיה של כל תנאי מזג אויר שיכולים להיות רלוונטיים לריסוס בחקלאות. המגדל בגובה 10 מטרים, ובתוכו מותקנת מנהרת רוח אנכית בקוטר 70 ס"מ, אשר מאפשרת סחרור מתמיד את אויר בטמפרטורה ובלחות יחסית מבוקרות. ניתן להפעיל ולהפסיק את זרימת האויר במנהרה ללא שינוי תנאי הלחות והטמפרטורה. המגדל מאפשר קבלת רוח (זרימה למינרית של אויר) נגד כוון הנפילה של הטיפות או עמו בכל מהירות (מאויר נייח ועד לרוח במהירות 9 מטר לשניה). טמפרטורת המנהרה ניתנת לכוון בטווח רחב. הלחות היחסית ניתנת להתאמה מיושב ועד 95%. המנהרה מאפשרת חשיפה של תרסיסים מוגדרים או טיפות בודדות לתנאים מטאורולוגיים שונים, ומדידת השפעת האחרונים עליהן. ייצור התרסיס נעשה בפומית הזנה כפולה המאפשרת תחום צר של גדלי טיפות. הפומית ממוקמת בגובה 2.5 מטר מעל המטרה אשר מוצבת בתחתית המנהרה. תמיסות ריסוס מרוססות מגובה 2.5 מטר ונקלטות על משטחי זכוכית מצופים בשכבת מגנזיום אוקסיד. הטיפות שנופלות על משטח זה משאירות טביעה בצורת מכתש שמאפשרת לחשב את קוטר הטיפה בעת הפגיעה.

במנהרת הרוח בדקנו את השפעת תמיסות התרסיס, גודל הטיפות תנאי הלחות והטמפרטורה, על מניעת הנידוף של הטיפות. לאחר ביצוע הריסוסים נמדדו קבוצות הגודל של הטיפות ולפי התפלגותן נקבע מידת מניעת הנידוף על ידי התוסף.

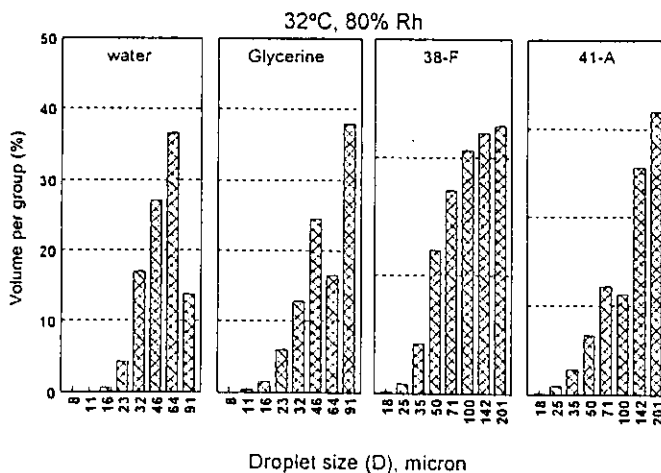
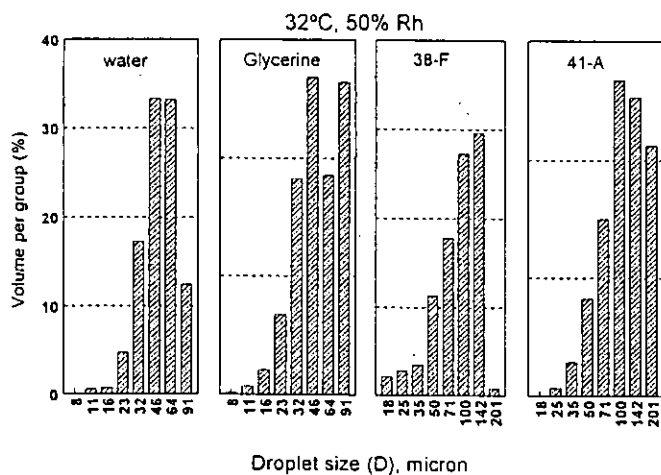
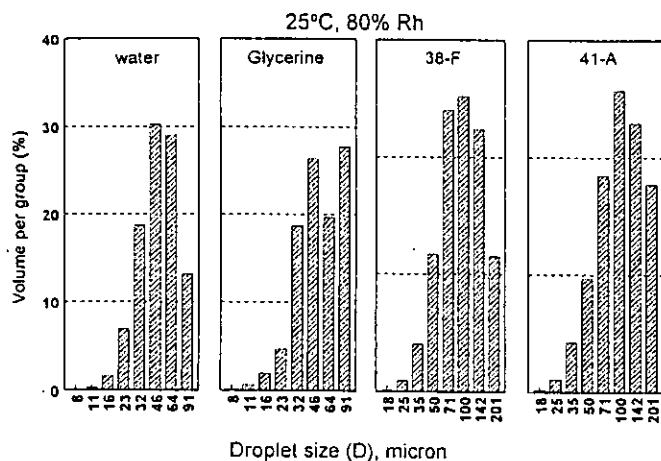
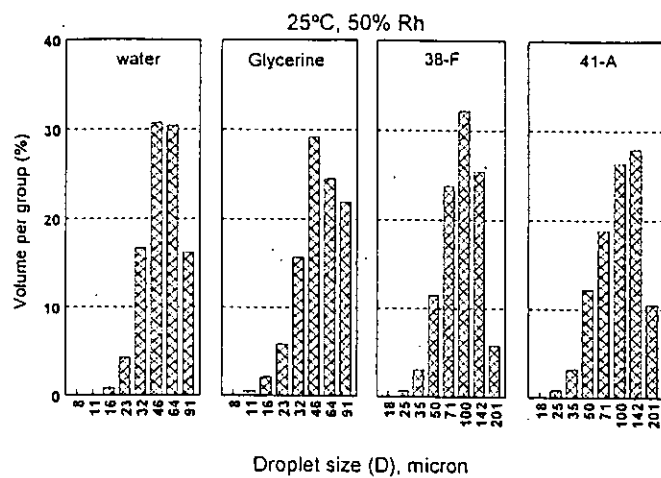
ניתן לראות כי שני התוספים מגדילים את קוטר החציון הנפחי של התרסיסים בהשוואה למים מזוקקים או תמיסת גליצרין (טבלה מס' 1). קוטר החציון הנפחי של הטיפות בהשפעת התוספים גדל פי שתיים בהשוואה למים.

השפעת התוספים על התפלגות גדלי הטיפות מוצגת באיור מס' 1. ניתן לראות כי קבוצות הגודל של טיפות גדולות מ-100 מיקרון אינן קיימות בתמיסת מים או גליצרין. מאידך בהשפעת התוספים נעלמות קבוצות הגודל של טיפות הקטנות מ. חשוב לציין כי טיפות אלה הן המשמעותיות ביותר לסיכוני רחף.

השפעת התוספים על הקטנת הנידוף בולטת גם בתנאי נידוף גבוהים (טמפרטורה 32 מ"צ ולחות יחסית 50%). גם בתנאים אלה בולטת השפעת התוספים ובעיקר 41A על הקטנת מקטע הטיפות הקטנות והגדלת מקטע הטיפות הגדולות.

טבלה מס' 1. השפעת תוספים שונים על גודל טיפות בריסוס בתנאים שונים של טמפרטורה ולחות.

קוטר חציון נפחי של הטיפות במקטעי נפח מצטברים ( $\mu m$ )				לחות יחסית	טמפרטורה	תכשיר, ריכוז (%)
90%	50% VMD	1.0%	0.1%			
70	45	17	12	50	25	מים
68	42	15	10	80	25	מזוקקים
65	44	16	12	50	32	
68	47	17	12	80	32	
71	44	12	7	50	25	
72	44	11	7	80	25	גליצרין 5
72	42	11	6	50	32	
76	50	14	6	80	32	
140	80	26	20	50	25	
150	80	25	18	80	25	38-F
150	90	26	20	50	32	
170	92	25	16	80	32	
150	87	26	18	50	25	
160	87	24	17	80	25	41-A
162	95	27	20	50	32	
170	130	24	17	80	32	



איור מס' 1. מאפייני תרסיס תמיסות

ריסוס בתנאי טמפרטורה ולחות

שונים במגדל ריסוס בתעלת רוח

אנכית. נבדקו מים מזוקקים, תמיסת

גליצרין 5%, ותוספים 38F, 41A

בריכוז 0.03%. לאחר הריסוס נבדק

גודל הטיפות ונקבע חלקן הנפחי

בקבוצות הגודל.

## שנה ב'

בשנת העבודה השניה התמקדנו בשני כיוונים עיקריים:

1. בחינת השפעת התוספים על יעילות תכשירי הדברה
2. בחינת התנהגותם של תרסיסים בשדה בהשפעת התוספים מונעי נידוף.

### 1. בחינת השפעת התוספים על יעילות קוטל עשבים בריסוס בתא הדמיה לריסוס

במהלך ביצוע המחקר הושלמה בנייתו של תא ריסוס מבוקר המאפשר ריסוס בתנאים מבוקרים תוך שליטה על כל המדדים הרצויים כולל גודל הטיפות הנוצרות, המרחק מהמטרה, צפיפות הכיסוי על המטרה ונפחי התרסיס. התא מאפשר הדמיה של שיטות ריסוס שונות – ריסוס הידראולי בו הטיפות נזרקות למרחק בצורת ענן תרסיס ששוקע על המטרה או ריסוס נישא אויר. תא הריסוס מורכב מתא חשיפה עיקרי ומתא חשיפה משני בו מבוצע ייצור הטיפות. התרסיס מיוצר באמצעות פומית סחרור מיוחדת המאפשרת יצור טיפות בטווח גדלים רחב מאד (400-60 מיקרון) בהתאם למהירות הסיבוב של הדסקית וקצב הזרמת הנוזל. ענן התרסיס שנוצר מוחדר לתא החשיפה דרך חריץ אופקי שממוקם בדופן שחוצצת בין התאים. השליטה על רוחב החריץ מאפשרת לבור את גודל הטיפות הדרוש מכלל התרסיס, וכן לבקר את משך החשיפה של המטרה לתרסיס ובכך לקבוע את צפיפות הטיפות על המטרה. המטרה מונחת על משטח עגון מסתובב. תא יצור התרסיס מורכב על מסילה שמאפשרת לשנות את מרחק המטרה מהתרסיס על פי הצורך.

בתא החשיפה מונחות מטרות הריסוס ונחשפות לתרסיס. מבנה התא מאפשר הצבת מטרות ריסוס מגוונות, כגון עציצים עם צמחים, ומטרות צמחיות ומלאכותיות שונות. בתא הריסוס ביצענו בחינה בשני כיוונים:

- בחינת השפעתו של התוסף לבדו על צמחים
- בחינת השפעתו של התוסף על יעילותם של קוטלי עשבים בריסוס מבוקר

בשלב ראשון רוססו נבטי צמחים שונים, חיטה, מלון, עגבניה, כרוב בתמיסת התוסף. לצורך כך רוססו הנבטים בתא הריסוס בתמיסות מימיות המכילות תוסף 41a בריכוזים עולים (1%-0.01%) ללא תוספת תכשיר הדברה כלשהו. כביקורת שמשו נבטים אשר רוססו במים בלבד. לאחר הריסוס הועברו הנבטים לחממה וגודלו במשך שלושה שבועות. במהלך תקופה זו נבחנו נוכחות של צריבות או כל סימון לפגיעה בנבטים בעקבות הריסוס בתוסף. בתום שלושה שבועות גידול נקצר הנוף ונשקל המשקל הטרי והיבש של הצמחים. במהלך כל תקופת הגידול לא ראינו השפעה שלילית על התפתחות הנבטים או צורת הנוף (צריבות, שינויי צבע) גם באלה שרוססו בתמיסת התוסף בריכוז גבוה ביותר. משקל הצמחים בתום הגידול לא היה שונה בעקבות הריסוס בהשוואה לצמחים שלא רוססו בתמיסת התוסף. בניסויים אלה בחנו ריכוז תוסף אשר גבוה פי 30 מהריכוז המיועד לשימוש ללא כל נזק נראה לצמחים. ככל הנראה תוספים מסוג זה (פולימרים פלסטיים) אינה פעילים על רקמה צמחית ולכן בטוחים לשימוש.

בסדרת ניסויים בתא הריסוס בוצע יישום של קוטל עשבים גלייפוסט (ראונדפ) בשילוב התוסף 41A כדי לבחון את השפעת התוסף על יעילות קטילת נבטי חיטה. נבחנו שני ריכוזים של תמיסת תמיסת גלייפוסט, המינון המקובל 1% ומינון מופחת 0.5%. נבטי חיטה רוססו בתא החשיפה בנפח תכשיר ליצירת צפיפות

טיפות בשעור 200 טיפות לסמ"ר. גודל הטיפות שרוסס היה 150 מיקרון. ולאחר הריסוס גודלו בחממה למשך שלושה שבועות. נראה כי התוסף 41A לבדו בריכוז 0.03% לא השפיע על נבטי החיטרה. שילוב התוסף בתמיסת גלייפוסט לא השפיע על קטילת נבטי החיטה. בשני הריכוזים בהם נבחן קוטל העשבים הושגה קטילה מלאה של נבטי החיטה. השפעה זו היתה דומה לזו שהתקבלה בריסוס גלייפוסט ללא התוסף 41a.

בסדרת ניסויים נוספת נבחנה השפעת התוסף על פעילותו של עשבים מסוג אחר דו-קטלון. תכשיר זה פועל כקוטל מגע אשר צורב את הרקמה בנקודה בה הוא פוגע. בניסוי זה רוססו נבטי מילון. בניסוי זה יישמנו טיפות גדולות על מנת לבחון את השפעת הצריכה. לכן ריססנו טיפות גדולות (קוטר טיפות 250 מיקרון) בצפיפות טיפות 50 טיפות לסמ"ר.

לאחר הריסוס הושהו הצמחים בחדר חשוך למשך 3 שעות ולאחר מכן הועברו לשמש למשך 4 שעות נוספות. בתום תקופת החשיפה נאספו העלים ונפרשו. העלים צולמו ובמערכת ממוחשבת חושב השטח הצרוב (צבע שונה) מכלל העלה. נמצא כי ריסוס מונע הנידוף לא פגם ביעילות קוטל העשבים.

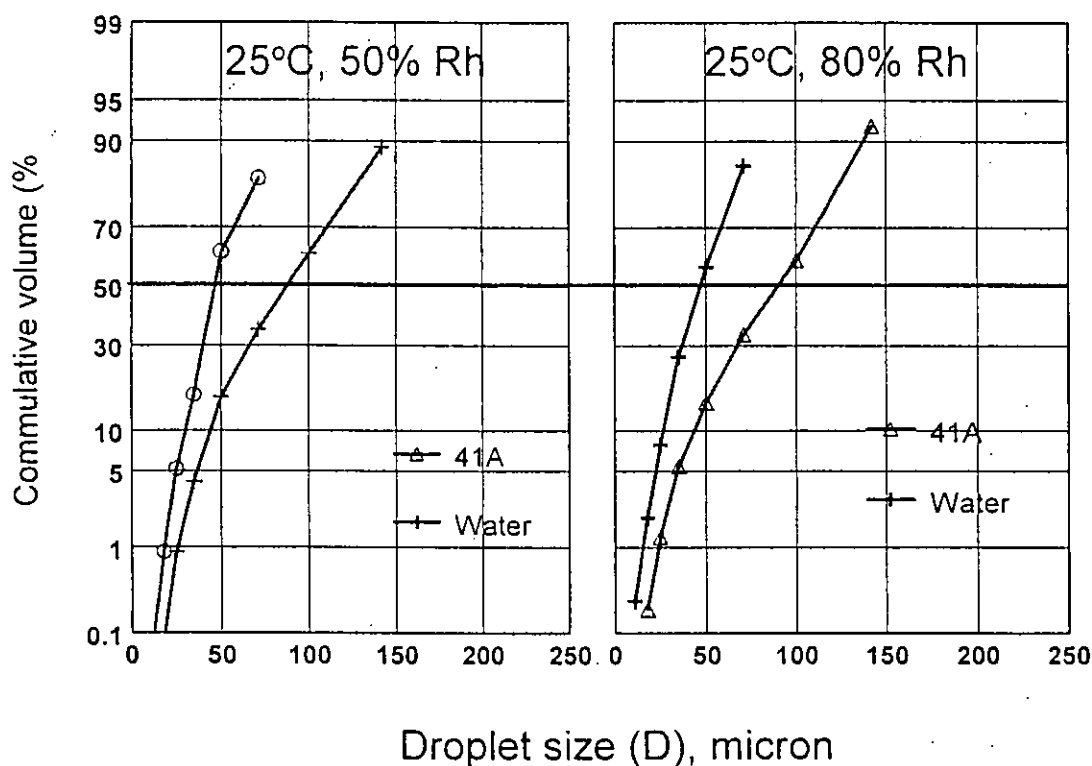
ניתן לסכם מסדרת ניסויים אלה כי התוסף 41A אינו פיטוטוקסי וכן אינו פוגם ביעילותם של תכשירי ההדברה כאשר הוא משולב בתמיסת הריסוס.

#### בדיקה רחף ונידוף באולם ריסוס

בדיקת השפעתם של תוספים מונעי נידוף בתנאים חצי אמיתיים בוצעה באולם ריסוס. אולם זה מצויד במכשור לריסוס וכן מפוחים המאפשרים יצירת רוח המדמה הסעת תרסיס לאחר ריסוס במטוס או כזה המשוחרר ממרסס קרקעי. יחידת הריסוס העיקרית מבוססת על פומית מסוג דסקית סחרור צנטריפוגלית אופקית המאפשרת ייצור טיפות בתחום גדלים שנבחר מראש (קטרי חציון נפחי 300-60 מיקרון). יחידת הריסוס הותקנה על מנוף המאפשר ריסוס מגבהים שונים. העבודה במתקן זה התרכזה בבחינת תמיסות הריסוס המכילות את התוסף 41A במינון 0.03% שנמצא הריכוז המיטבי בניסויים בשנה הראשונה. טיפות התרסיס נלכדו לאחר הריסוס מגובה 2.5 מטר על קלפי ניר רגישים למים במרחקים שונים מנקודת הריסוס. בניסויים אלה בחנו את השפעת התוסף בהקטנת הנידוף בתנאים שונים של טמפרטורה ולחות. לצורך כך נבחן ריסוס בתנאים שונים.

מצאנו כי תוסף הריסוס מצליח לשמור על טיפות גדולות יותר בהשוואה לריסוס מים בלבד. גם בתנאי לחות נמוכים (50%) ריסוס בתמיסה המכילה תוסף מכילה טיפות גדולות יותר.



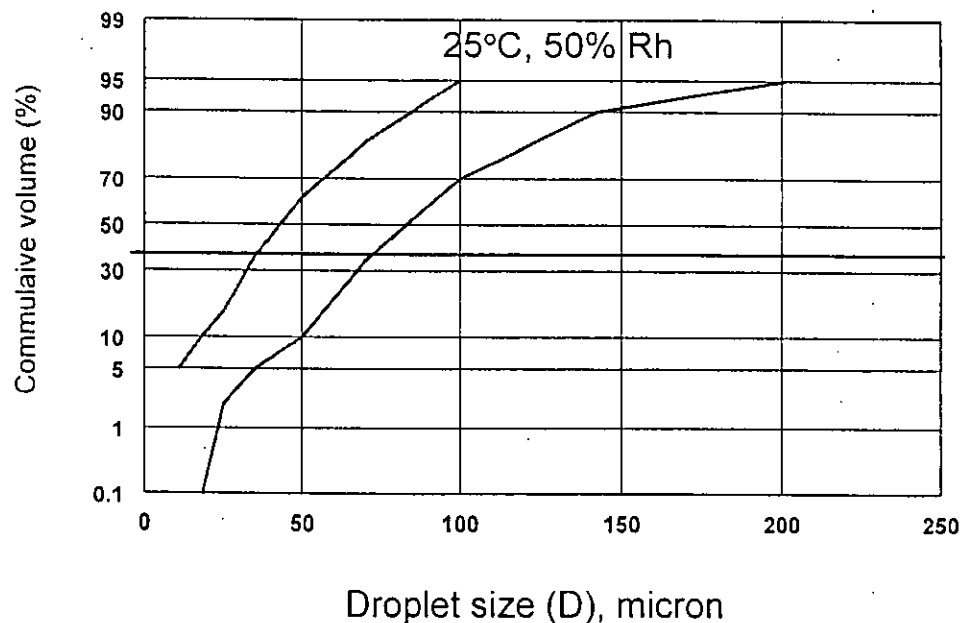


איור מס' 2. השפעת תוסף מונע נידוף על גודל טיפות בריסוס ממגדל ריסוס בתנאי לחות שונים.

#### בדיקת נידוף בהשפעת ריסוס נישא אויר

בדיקת השפעתם של תוספים מונעי נידוף בתנאים אמיתיים בוצעה בסככת ריסוס. יחידת הריסוס העיקרית מבוססת על פומית מסוג דסקית סחרור צנטריפוגלית אופקית המאפשרת ייצור טיפות בתחום גדלים שנבחר מראש (קטרי חציון נפחי 60-300 מיקרון). יחידת הריסוס הותקנה על מנוף המאפשר ריסוס מגובה 2 מטר. מאחורי יחידת הריסוס הוצב מפוח על מנת להסיע את הטיפות לאחר יצירתם. המפוח הופעל במהירות 40 משניה. העבודה במתקן זה התרכזה בבחינת תמיסות הריסוס המכילות את התוסף 41A במינון 0.03%. טיפות התרסיס נלכדו לאחר הריסוס בגובה 1 מטר על קלפי ניר רגישים למים שהוצבו במרחק 5 מטרים מנקודת הריסוס. בריסוס מסוג זה נחשפות טיפות התרסיס לבליה מעצם ההתנדפות וכן מזרמי האויר שנושאים אותן.

בדומה לניסוי הקודם מצאנו כי התוסף 41A משפר את ביצועי הריסוס ומקטין את ההתנדפות כי שהיא מתבטאת בגודל הטיפות. תוספת התוסף מגדילה את גודל הטיפות שנקלטו במרחק 5 מטר מהמטרה. סביר להניח שטיפות קטנות לא נקלטו על המטרה ומכאן החשיבות בתוסף מסוג זה.



איור מס' 3. השפעת תוסף מונע נידוף על גודל טיפות בריסוס ממגדל ריסוס בתוספת הדף אויר (40 מ/שניה).

### שנה ג'

בשנת העבודה השלישית התמקדנו בניסויים לבחינת התנהגותם של תרסיסים בשדה בהשפעת התוספים מונעי נידוף. נבחנו שני כיוונים עיקריים

1. הפחתת רחף תרסיס אל מחוץ לפס הריסוס
2. השוואת יעילותם של תכשירי הדברה בשדה בהשפעת תוספים מונעי נידוף

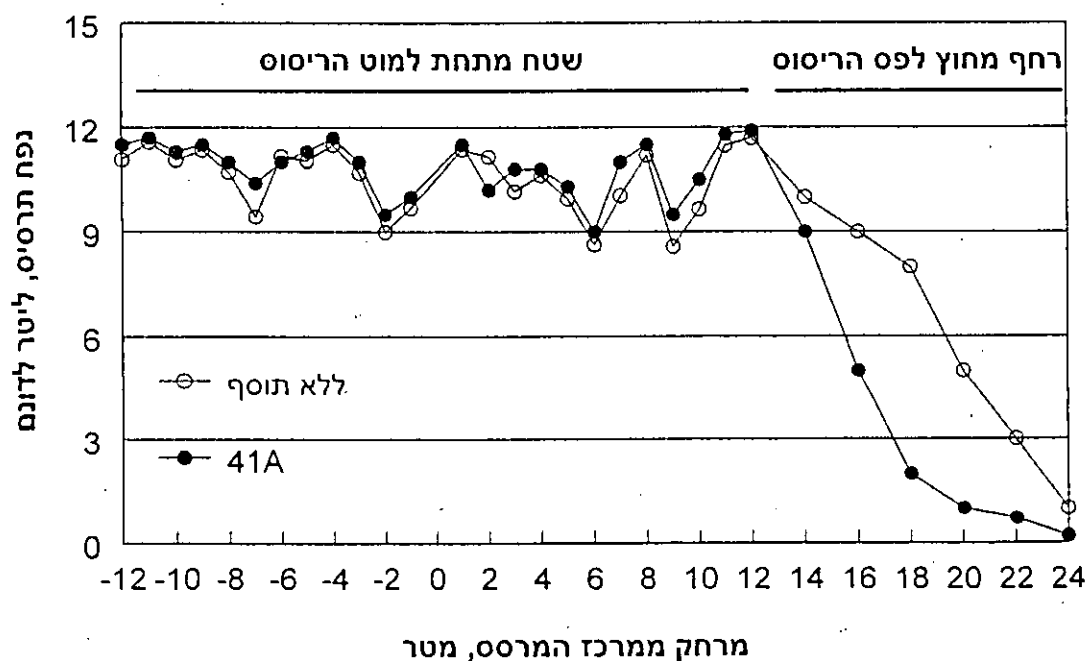
### הפחתת רחף בשדה בכלי ריסוס מסחריים

בדיקת השפעתם של תוספים מונעי נידוף בתנאים אמיתיים בוצעה בחלקה תפוא"ד בנגב המערבי. הניסויים בוצעו בשעות הבוקר המוקדמות. במהלך הריסוסים טמפרטורת הסביבה הייתה 21-23 מ"צ והלחות היחסית 83%. במהלך הריסוסים נרשמה רוח צד מכיוון מערב במהירות 1 מ"/שניה. תנאים אלה מתאימים לניסוי על מנת לבדוק את השפעת התוסף על מניעת רחף מחוץ לפס הריסוס. בחינת הריסוסים בוצע באמצעות מרסס גד"ש בעל מוט ריסוס אופקי אשר מצויד גם בשרוול אויר.

מטרות דגימה הוצבו במרכז החלקה לפני פעולת הריסוס. מוט הריסוס הופעל עם פומיות קוניות צהובות (ATR) מתוצרת Albus צרפת. לפני תחילת כל בדיקת הופעל המרסס בקצה החלקה ואימתנו כי כל יחידות הריסוס פועלות ושרוול האויר פועל באופן תקין. בעת הבדיקה המרסס נסע במרכז השדה לכל אורכו וחצה את קווי מטרות הדגימה. הריסוס בוצע כשמוט הריסוס מוצב בגובה 100 ס"מ מעל מטרות הריסוס. לכל סדרת משתנים בוצע פס ריסוס אחד ברוחב 12 ערוגות.

מעמדים בגובה 100 ס"מ ועליהם דוגמים, הוצבו בשדה לרוחב החלקה במרחקים של 1 מטר אחד מהשני בניצב לכיוון נסיעת המרסס. המטרות הוצבו כך שיקלטו את התרסיס מתחת למוט הריסוס וכן מטרות מחוץ לפס הריסוס במורד כיוון הרוח על מנת לקלוט את רחף התרסיס. הוצבו שלוש שורות של מטרות (חזרות) לאורך התקדמות המרסס ובמרחק 1 מטר בין שורת דוגמים אחת לשניה. לקביעה כמותית של רמת המרבץ, התרסיס נקלט על גבי משטח זכוכית (20 X 20 ס"מ כ"א). לריסוס שימשה תמיסה מימית בתוספת צבע אדום מסוג (Accilane Croceine MOO, BASF, Germany) בריכוז 1%, בתוספת משטח ציטואט בריכוז 0.01%.

בגמר הריסוס והתייבשות התרסיס על גבי המטרות, הדוגמים נאספו והועברו לבדיקה במעבדה. מרבצי הצבע שעל הזכוכיות נשטפו במים מזוקקים בנפחים ידועים. ריכוז הצבע בתשטיף נבדק במכשיר ספקטרופוטומטר (Spectronic 21, Bausch & Lomb, USA), באורך גל 505 ננומטר. אחידות פיזור טיפות התרסיס על ניירות הקרומקוט הוערכה במיקרוסקופ סטראוסקופי לקביעת צפיפות הכיסוי.



איור מס' 4. השפעת תוסף מונע נידוף על רחף מחוץ לפס הריסוס. ריסוס בוצע באמצעות מרסס מוט ללא תוספת של הדף אויר

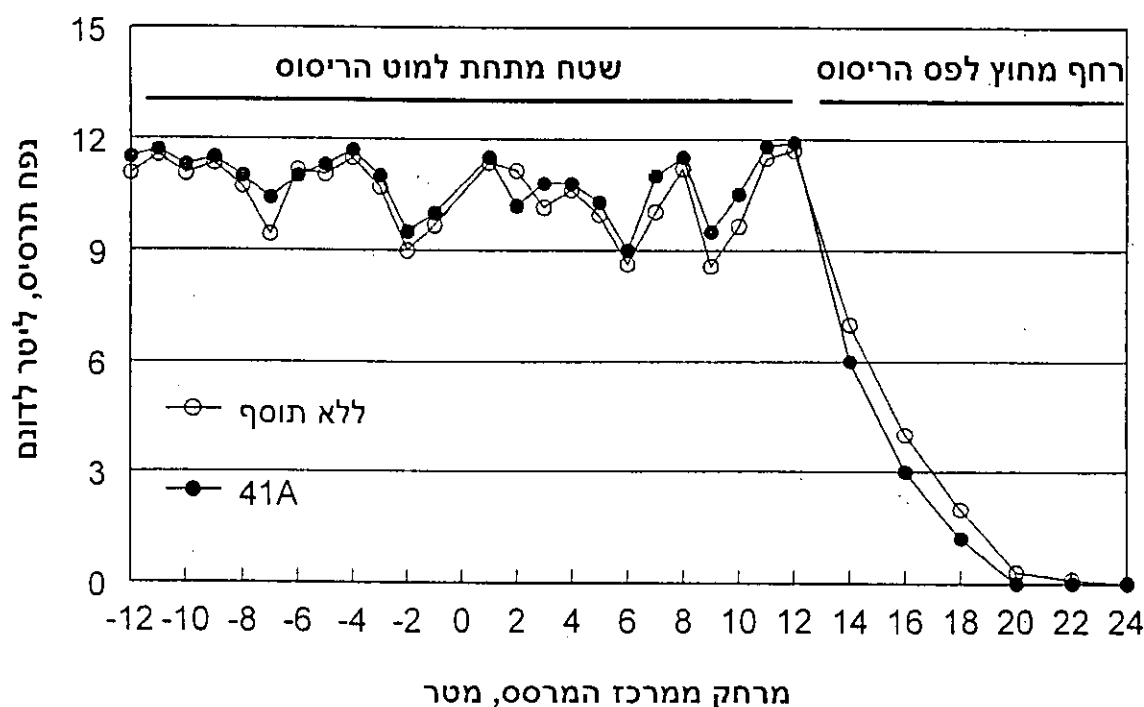
תוספת התוסף 41A לתמיסת הריסוס לא השפיעה בצורה מובהקת על יעילות קליטת התרסיס על המטרות שהוצבו מתחת למוט הריסוס (איור 4). באופן כללי כמות התרסיס שנקלטה בהשפעת התוסף היתה רבה יותר אך התוספת לא היתה מובהקת. לעומת זאת ניכרת השפעה מובהקת של התוסף על הפחתת הרחף אל מחוץ לפס הריסוס. כמות רחף גדולה נלקטה במרחק 12 מטר מקצה מוט הריסוס כאשר

רוססה תמיסה ללא תוסף. לעומת זאת ריסוס בתמיסה שהכילה את התוסף מונע הנידוף צמצמה את כמות הרחף באופן מובהק ומשמעותי.

#### ניסויים לבדיקת השפעת התוספים על רחף בהשפעת ריסוס נישא אויר

ניסויים בדיקת השפעתם של תוספים מונעי נידוף בתנאי ריסוס נישא אויר בוצעו בדומה לאשר תואר בניסויים הקודמים בחלקות תפוא"ד בנגב המערבי. הניסויים בוצעו בשעות הבוקר המוקדמות. במהלך הריסוסים טמפרטורת הסביבה היתה 21-23 מ"צ והלחות היחסית 83%. במהלך הריסוסים נרשמה רוח צד מכיוון מערב במהירות 1 מ"/שנייה. תנאים אלה מתאימים לניסוי על מנת לבדוק את השפעת התוסף על מניעת רחף מחוץ לפס הריסוס. בחינת הריסוסים בוצע באמצעות מרסס גד"ש בעל מוט ריסוס אופקי אשר מצויד גם בשרוול אויר.

מטרות דגימה הוצבו במרכז החלקה לפני פעולת הריסוס. מוט הריסוס הופעל עם פומיות קוניות צהובות (ATR) מתוצרת Albus צרפת. לפני תחילת כל בדיקת הופעל המרסס בקצה החלקה ואימתנו כי כל יחידות הריסוס פועלות ושרוול האויר פועל באופן תקין. בעת הבדיקה המרסס נסע במרכז השדה לכל אורכו וחצה את קווי מטרות הדגימה. הריסוס בוצע כשמוט הריסוס מוצב בגובה 100 ס"מ מעל מטרות הריסוס. הפעלת המוט בוצעה בשילוב הפעלת שרוול האויר (מהירות אויר במוצאים 40 מ/שנ)



איור מס' 5. השפעת תוסף מונע נידוף על רחף מחוץ לפס הריסוס. ריסוס בוצע באמצעות מרסס מוט ללא תוספת של הדף אויר

תוספת התוסף 41A לתמיסת הריסוס לא השפיעה בצורה מובהקת על יעילות קליטת התרסיס על המטרות שהוצבו מתחת למוט הריסוס (איור 5). באופן כללי כמות התרסיס שנקלטה בהשפעת התוסף

היתה רבה יותר אך התוספת לא היתה מובהקת. הפחתת הרחף מחוץ לפס הריסוס היא בעיקר בהשפעת שרוול האוויר ולא ניכרת השפעה מובהקת של התוסף על הפחתת הרחף אל מחוץ לפס הריסוס.

#### **בחינת השפעת התוספים על יעילות קוטל עשבים בריסוס בשדה**

בסדרת ניסויים נוספת נבחנה השפעת התוסף על פעילותו של עשבים מסוג דו-קטלון ב"שריפת נוף" של תפוא"ד. תכשיר זה פועל כקוטל מגע אשר צורב את הרקמה בנקודה בה הוא פוגע. התכשיר משמש לשריפת הנוף בתפוא"ד לצורך יצירת קליפה בפקעות לפני האסיף. בניסוי זה בוצעו פסי ריסוס במשתנים שונים:

1. ריסוס במרסס ללא מפוח וללא תוסף
2. ריסוס במרסס ללא מפוח ובתוספת 41A בתמיסת הריסוס
3. ריסוס במרסס בשילוב מפוח אויר וללא תוסף
4. ריסוס במרסס בשילוב מפוח אויר ובתוספת 41A בתמיסת הריסוס.

כל טיפול בוצע לרוחב פס ריסוס של מרסס ובאורך 180 מטר. כל טיפול בוצע בשלוש חזרות. בחינת יעילות הריסוס בוצעה 4 ימים לאחר הריסוס בבחינת מידת התיבשות הנוף. תוצאות הריסוס לא הצביעו על הבדלים ביעילות הריסוס בין ריסוסים ללא תוסף לאלה שהוסף בהם התוסף 41A לתמיסת הריסוס. ככלל היה הריסוס באמצעות שרוול אויר יעיל יותר אך ללא קשר לתוסף..

#### **סיכום**

בתחילת המחקר נבחנו מספר רב של תוספים. תוספים אלה נבחרו לאחר מיון ראשוני שנעשה במחקר קודם. התוספים שנבחנו מגדילים את קוטר החציון הנפחי של התרסיסים בהשוואה למים מזוקקים או תמיסת גליצרין. קבוצות הגודל של טיפות גדולות מ-100 מיקרון שאינן קיימות בתמיסת מים או גליצרין מהוות מרכיב נכבד בתמיסה שמכילה את התוספים. מאידך בהשפעת התוספים נעלמות קבוצות הגודל של טיפות הקטנות אשר מועדות והמשמעותיות ביותר לסיכוני רחף. בשנת המחקר השניה נבחנו השפעות ביולוגיות של התוספים וכן יעילותם בתנאי ריסוס בתנאים חצי אמיתיים. תוסף הריסוס 41A בריכוז 0.03% לא השפיע על יעילות קוטלי עשבים על נבטים שונים. לתוסף עצמו אין פעילות ביולוגית. בנוסף מצאנו כי יעילותו של התוסף בהקטנת הנידוף מתבטאות גם בניסויים בתנאים מבוקרים.

בשדה מצאנו כי התוסף מקטין את הרחף מחוץ לאזור הריסוס כאשר הריסוס מבוצע בתנאים של ריסוס ללא תוספת של הדף אויר. לעומת זאת ביישום הריסוס באמצעות הדף אויר לא השפיע התוסף על הקטנת הרחף.

נושא תוספים להקטנת רחף ונידוף מעניין וחשוב בעיקר מבחינת הגנת הציבור ואיכות הסביבה. אולם תוצאות המחקר מצביעות כי מספר התכשירים אשר עשויים לשמש למטרה זו הם מצומצמים. גם התכשיר 41A אשר נמצא יעיל לוקה במספר נקודות: התכשיר אינו יציב לאורך זמן וחיי המדף שלו קצרים. במהלך המחקר נתקלנו בבעיות בהשגת התכשיר בגלל הפסקת שיווקו. כמו כן מצאנו בשדה כי אמצעים קיימים כגון שרוול אויר יעילים לא פחות בהפחתת הרחף. ייתכן כי ראוי לקדם מאמצים דווקא בכיוון שיפור טכנולוגית הריסוס שהיא יותר זמינה וקלה ליישום.

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה:

מטרת המחקר היא לבחון את השפעתם של חומרים מונעי נידוף על התנהגות תרסיסים ביישומי ריסוס שונים (פומיות, אמצעי ריסוס) כגון, התנדפות טיפות ורחף.

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח: בשנת המחקר השנייה

נבחנו תכשיר "מונע נידוף" מסוג 41A אשר נמצא יעיל בשנה ראשונה. בניסויים מבוקרים במתקני ריסוס מבוקרים נמצא כי תוספים אלה הקטינו באופן משמעותי את מקטע הטיפות הקטנות לעומת ריסוס בתמיסות ריסוס סטנדרטיות. יעילותו של תוסף זה הוכחה גם בהקטנת מקטע הטיפות הזעירות בריסוס בתנאי טמפרטורה גבוהה ולחות נמוכה אשר מעודדים התנדפות תרסיסים. פעילות התוסף אומתה בניסויים באולמות ריסוס. לתוספים אין פעילות ביולוגית. בתנאי שדה הפחיתו התוספים את הרחף מחוץ לאיזור הריסוס. אולם בהשפעת הדף אויר הצטמצמה השפעת התוספים על מניעת הרחף. התוספים לא שיפור את יעילותם של קוטלי עשבים בריסוס בשדה

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו: המשך העבודה ראוי שיתמקד

בבחינת יישומים טכנולוגיים בהקטנת רחף ממרססים

הבעיות שנתרו לפתרון ואו השנויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים),

התייחסות המשך המחקר לגביהן:

המחקר הצטמצם לבחינת אספקטים ביולוגים וסביבתיים בתוספים שנמצאו מוצלחים. בבחינה בשדה לא נמצאו יתרונות לתוספים ולכן חשוב להתמקד במרססים ובהיבטים הטכנולוגיים בהפחתת הרחף

האם הוחל בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: תוצאות העבודה אינן מהוות בסיס למתן המלצות.