

859

2004-2006

תקופת המחקר:

459-0398-06

קוד מחקר:

Subject: INNOVATIVE DUSTER FOR IN-FURROW
CHEMICAL APPLICATION FOR POTATO SEED
TUBERS

Principal investigator: AHARON WEISEBLUM

Cooperative investigator: JACOB KATAN, YEHUDIT
RIBAN, BRACHA STEINER, AVRAHAM GAMLIEL, ,
MICHAEL LAVEE

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

שם המחקר: פיתוח מיכון ליישום תכשירי
הדברה בפס הזריעה של פקעות תפוחי-אדמה

חוקר ראשי: אהרון ויסבלום

חוקרים שותפים: יעקב קטן, יהודית ריבן,
ברכה שטיינר, אברהם גמליאל, יצחק פרץ,
מיכאל לביא

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

תקציר

פקעות זריעה של תפוא"ד מיובאות מדי שנה ארצה נושאות גורמי פגעים אופייניים לארצות המוצא המועברים בעת הזריעה ומאלחים את החלקות. הבעיה קיימת לגבי חומר ריבוי, אך חמורה במיוחד במקרים של ריבוי וגטטיבי, כמו בתפוא"ד. כדי למנוע זאת, וגם כדי להגן על הנבט החדש חייבים לחטא את הפקעות לפני זריעתן. בשנים האחרונות מתרבים המקרים של הגעת מזרעים נגועים בגורמי מחלות כגון גרב אבק, גרב רגיל ואחרים, ונתגלו גם גורמי מחלות הסגר. שיטות החיטוי המקובלות כיום הן חיטוי בנפח נמוך בתאי חיטוי יעודיים ואיבוק בצוברים, שיטה זו מופעלת בהצלחה בהדברת מספר פגעים. אולם תחום התכשירים המתאימים ליישום בתא החיטוי הוא מוגבל.

תכשירים בתוארית של אבקות אינם מתאימים ליישום בתאי חיטוי ויישומם מבוצע באמצעות פיזור ידני בתוך צובר (1300 ק"ג), או במיכל הזרעים הנמצא ע"ג מכונת הזריעה בשדה. לשיטה זו מגרעות בשל חשיפת העובדים לענן אבק רעיל, ובפיזור לקוי של התכשיר שמרביתו אינו נקלט על גבי הפקעות. יישום יעיל של תכשירים בפס הזריעה במהלך הזריעה מאפשר הגנה על הפקעות בתוך הקרקע.

במהלך הניסיונות שבוצעו בשנת 2005, בהאבקת פקעות תפ"א בפס הזריעה בעזרת זרם אויר התגלו מספר בעיות עקרוניות בשיטת האיבוק. התוצאות הצביעו ששיטת החיטוי אינה יעילה משתי סיבות: א. בזמן נפילת הפקעות מהמסוע הראשי אל פס הזריעה (מ-60 ס"מ) הפקעות חשופות לחומר החיטוי לפרק זמן קצר מאד (כ-0.35 שנייה) ולכן כיסוי הפקעות בגרגירי אבקה אינו מספק. ב. במהלך האיבוק נוצר ענן אבקה שמוחזר מהקרקע בגלל הדף האוויר, מרחף מחוץ לשטח הזריעה ועלול לפגוע במפעיל המזרעה ובסביבה הקרובה.

בהמשך העבודה נבדקו כיוונים נוספים. בין השאר נבדקה שיטת החיטוי בריסוס נפח נמוך כפי שהיא מקובלת בחיטוי חומר ריבוי בתא יעודי מסחרי. לצורך יישום זה נבחר תכשיר מנצידן מגורען בעל תכונות רחיפות במים. הריסוס בוצע באמצעות פומית הזנה כפולה. בחרנו את הפומיות בספיקות הנמוכות יותר והתקנו אותן בתא החיטוי של יח"מ. התקבל כיסוי טוב של הפקעות בעקבות יישום התכשיר באמצעות הפומיות אולם הפעלה ממושכת התגלו

בעיות של סתימות בצנרת התרסיס. לכן, בוצע בהמשך שימוש בפומיות בעלות ספיקה גבוהה יותר, והתקבלו תוצאות כיסוי טובות ללא סתימות במערכת. כיסוי פקעות תפוא"ד באמצעות ריסוס מנצידן בתאי חיטוי עשוי להוות אמצעי טוב יעיל ובטוח להגנה על פקעות זריעה ממחלות שנישאות בפקעות ואשר מועברות בפקעות עצמן. מתחייב המשך הפיתוח על מנת להפוך גישה זו למסחרית.

פיתוח מיכון ליישום חומרי הדברה בפס הזריעה של פקעות תפוחי-אדמה

דוח מסכם

לתוכנית מחקר מס' 459-0398-06

מוגשת לקרן המדען הראשי ע"י

אהרון וייסבלום, אברהם גמליאל, רגב רפאל, ברכה שטיינר ויהודית ריבן, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן.
יעקב קטן, המחלקה למחלות צמחים, הפקולטה לחקלאות, מדעי המזון ואיכות הסביבה, רחובות.

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

חתימת החוקר

א. תקציר

פקעות זריעה של תפוא"ד מיובאות מדי שנה ארצה נושאות גורמי פגעים אופייניים לארצות המוצא המועברים בעת הזריעה ומאלחים את החלקות. הבעיה קיימת לגבי חומר ריבוי, אך חמורה במיוחד במקרים של ריבוי וגטטיבי, כמו בתפוא"ד. כדי למנוע זאת, וגם כדי להגן על הנבט החדש חייבים לחטא את הפקעות לפני זריעתן. בשנים האחרונות מתרבים המקרים של הגעת מזרעים נגועים בגורמי מחלות כגון גרב אבק, גרב רגיל ואחרים, ונתגלו גם גורמי מחלות הסגר. שיטות החיטוי המקובלות כיום הן חיטוי בנפח נמוך בתאי חיטוי יעודיים ואיבוק בצוברים, שיטה זו מופעלת בהצלחה בהדברת מספר פגעים. אולם תחום התכשירים המתאימים ליישום בתא החיטוי הוא מוגבל.

תכשירים בתוארית של אבקות אינם מתאימים ליישום בתאי חיטוי ויישומם מבוצע באמצעות פיזור ידני בתוך צובר (1300 ק"ג), או במיכל הזרעים הנמצא ע"ג מכונת הזריעה בשדה. לשיטה זו מגרעות בשל חשיפת העובדים לענן אבק רעיל, ובפיזור לקוי של התכשיר שמרביתו אינו נקלט על גבי הפקעות. יישום יעיל של תכשירים בפס הזריעה במהלך הזריעה מאפשר הגנה על הפקעות בתוך הקרקע.

במהלך הניסיונות שבוצעו בשנת 2005, בהאבקת פקעות תפוא"ד בפס הזריעה בעזרת זרם אויר התגלו מספר בעיות עקרוניות בשיטת האיבוק. התוצאות הצביעו ששיטת החיטוי אינה יעילה משתי סיבות: א. בזמן נפילת הפקעות מהמסוע הראשי אל פס הזריעה (מ-60 ס"מ) הפקעות חשופות לחומר החיטוי לפרק זמן קצר מאוד (כ-0.35 שנייה) ולכן כיסוי הפקעות בגרגירי אבקה אינו מספק. ב. במהלך האיבוק נוצר ענן אבקה שמוחזר מהקרקע בגלל הדף האוויר, מרחף מחוץ לשטח הזריעה ועלול לפגוע במפעיל המזרעה ובסביבה הקרובה.

בהמשך העבודה נבדקו כיוונים נוספים. בין השאר נבדקה שיטת החיטוי בריסוס נפח נמוך כפי שהיא מקובלת בחיטוי חומר ריבוי בתא יעודי מסחרי. לצורך יישום זה נבחר תכשיר מנצידן מגורען בעל תכונות רחיפות במים. הריסוס בוצע באמצעות פומית הזנה כפולה. בחרנו את הפומיות בספיקות הנמוכות יותר והתקנו אותן בתא החיטוי של יח"מ. התקבל כיסוי טוב של הפקעות בעקבות יישום התכשיר באמצעות הפומיות אולם הפעלה ממושכת התגלו בעיות של סתימות בצנרת התריסוס. לכן, בוצע בהמשך שימוש בפומיות בעלות ספיקה גבוהה יותר, והתקבלו תוצאות כיסוי טובות ללא סתימות במערכת.

כיסוי פקעות תפוא"ד באמצעות ריסוס מנצידן בתאי חיטוי עשוי להוות אמצעי טוב יעיל ובטוח להגנה על פקעות זריעה ממחלות שנישאות בפקעות ואשר מועברות בפקעות עצמן. מתחייב המשך הפיתוח על מנת להפוך גישה זו למסחרית.

ב. מבוא ותאור הבעיה

פקעות תפוא"ד נושאות גורמי פגעים רבים שכוללים פטריות, חיידקים נמטודות ועוד. פקעות זריעה מאולחות משמשות מקור מזהם לקרקעות. אילוח חומר ריבוי הינה בעיה מוכרת, אך חמורה במיוחד במקרים של ריבוי ווגטיבי, כמו בתפ"א. משום כך חשובה הקפדה על זריעת פקעות נקיות ממחוללי מחלות. לקראת מזרעי עונת האביב מיובאים לארץ אלפי טונות של פקעות תפוא"ד לזריעה מארצות צפון מערב אירופה. במשך השנים חדרו לקרקעות הארץ גורמי מחלות רבים שמקורם ככל הנראה בחומר ריבוי מיובא. פתוגנים אלה דוגמת גרב רגיל ואבקי, כתמי כסף ואחרים התבססו בקרקעות הארץ ומהווים גורם מגביל בגידול תפוא"ד (2). התבססות פתוגנים אלה בקרקעות הארץ מחייבת טיפולי קרקע (חיטויים) תכופים וכן יישום תכשירי הדברה בפקעות על מנת להבטיח גידול בריא ויבול פקעות באיכות גבוהה.

חיטוי פקעות זריעה של תפוא"ד נועד לקטול את גורמי המחלות שעליו, למנוע את אילוח הקרקע מהגורמים שעל הפקעת וכן להגן על הנבט החדש בשלבים הראשונים של הגידול. התכשיר ששימש לחיטוי פקעות תפוא"ד במשך שנים - כספן משוכלל, נאסר לשימוש לפני מספר שנים, ומגוון התכשירים החלופיים להדברת פגעים בפקעות תפוא"ד הוא מצומצם. לכן, ישנו הכרח לפתח שיטות לשיפור יעילותם של תכשירים קיימים ובמקביל לפתח גישות חדשות ליישום התכשירים לצורך השגת הגנה יעילה על הפקעות ועל הנבטים החדשים.

שימוש בתכשירי הדברה כימיים הינו האמצעי המקובל והיעיל להדברת פגעים בגידולי חקלאות. יישום תכשירי הדברה מבוסס על חלוקת כמות קטנה ביותר של תכשיר הדברה על שטח גדול לצורך קבלת הדברה יעילה, תוך מזעור ההשפעות הלא רצויות (זיהום סביבה, פגיעה באורגניזמים אחרים). אופטימיזציה של פעולת ההדברה תלויה בלימוד הגורמים המשפיעים והתאמת האמצעים. מספר גורמים עיקריים משפיעים על יעילות הדברת פגעים.

1. אופי הפגע - סוג הפגע גורם הנזק אופי פעילותו ומקום הימצאותו על פני הצמח מחייבים לכוון את שיטת ההדברה על מנת שתכשיר ההדברה יגיע ביעילות ויפגע בו.
 2. תכשיר ההדברה - אופי התכשיר (תכשיר פרוטקטנטי לעומת תכשיר סיסטמי החודר לתוך הרקמה), סוג התכשיר, המינון המיושם.
 3. אופי המטרה: סוג המטרה (נוף לעומת פרחים או פרות, פקעות תפוא"ד) וצורת המטרה.
 4. שיטת היישום ועתוי פעולת ההדברה - הדברה יעילה תתקיים כאשר היה מבוצעת בעיתוי נכון ובישום מותאם לאופי הפגע, תכשיר ההדברה ואופי צמח המטרה.
 5. תנאי הסביבה - יקבעו את מידת היעילות של הרבצת תכשיר ההדברה על רקמות הצמחים והישרדותם לצורך השלמת פעולת ההדברה.
- מרכיב נוסף חשוב בהבטחת יעילות ההדברה מתד, ומניעת זיהום הסביבה מאידך, הוא מיקוד תכשיר ההדברה לאתר המטרה בלבד. פעולה כזו גם חוסכת כמות משמעותית של תכשירי הדברה.

הדברת פגעים בפקעות תפוא"ד

חיטוי מיטבי של פקעות זריעה צריך להדביר את מירב גורמי הפגעים על פני הפקעת; בחיטוי פקעות חייבים לאפשר כיסוי כל שטח הפנים של הפקעת וכן חדירה מקסימלית של תכשיר

ההדברה לעדשתיות, לצורך הגנה מפני חיידקים ופתוגנים אחרים שנותרו בעדשתיות, והגנה מפני אילוח חוזר מהקרקע (2). הדברת פגעים בפקעות זריעה מתבצע בשתי גישות:

1. חיטוי הפקעות לפני הזריעה
2. יישום תכשירי חיטוי בפס הזריעה במקביל לזריעה

1. חיטוי הפקעות לפני הזריעה

טבילה. בעבר היה מקובל חיטוי באמצעות טבילת הפקעות בתמיסת התכשיר כספן. שיטה זו היתה יעילה ביותר אך לוותה במפגעים סביבתיים קשים של שאריות הכספית, אשר גררה את איסור השימוש בתכשירי כספן לחיטוי פקעות.

ריסוס בתאי חיטוי. עיקר החיטוי של פקעות זריעה כיום הוא באמצעות ריסוס תכשירי חיטוי בתא ריסוס מבודד. חיטוי זה מבוסס על יישום תכשירים בנפח נמוך בטיפות תרסיס קטנות בעלות קוטר טיפות מבוך. יישום זה מאפשר כיסוי יעיל של הפקעות בצפיפות טיפות גדולה מחד, אך ללא הרטבה של הפקעות מאידך. שיטה זו מונעת את הבעיות שנוצרו בטבילת פקעות בשיטה הישנה. כיום מופעלים בצורה מסחרית תאי חיטוי המבוססים על ריסוס בנפח קטן בכל המפעלים האזורים בהם מטפלים בפקעות לפני זריעה. עדיין קיימת מגבלה והיא טווח הפגעים הנקטלים על ידי התכשירים המאפשרים לחיטוי פקעות. התכשירים המאפשרים כיום אינם מכסים את כל טווח הפגעים שנישאים על גבי הפקעות ולכן יש צורך באמצעים נוספים להבטחת ניקיון הפקעות שנזרעות (3-5).

איבוק. אמצעי חיטוי נוסף הוא איבוק בצוברים. תכשירי הדברה בתוארית של אבקות אינן ניתנים ליישום בריסוס, ויישומם מבוצע באמצעות פיזור ידני בתוך צובר (שק ענק). בשיטה זו מפורזת האבקה (על פי חישוב של כמות אבקה למשקל הפקעות) על שטח הפנים של הצובר ושוקעת בין הפקעות בתוכו. יעילות הקליטה של אבקות על שטח פנים היא קטנה ביותר. לכן מרבית האבקה המיושמת שוקעת בצובר בין הפקעות ואחידות הפיזור על הפקעות לקויה ביותר (1). הפקעות בצובר מועברות למכונת הזריעה ונזרעות עם חלקיקי האבקה שעליהם. במהלך הזריעה מתפזרת האבקה באוויר וגורם מפגע נוסף מבלי לשפר את פיזור האבקה על הפקעות. ליישום בשיטה זו מספר מגבלות נוספות: פיזור האבקה חושף את המפעיל לענן התכשיר הרעיל, וכן את מפעיל המזרעה במהלך הכנסת הפקעות למזרעה או בתיקון תקלות.

2. יישום תכשירים בפס הזריעה

יישום תכשירים בפס הזריעה מקובל מאד באסטרטגיות חקלאיות מגוונות בגידולים רבים. לדוגמא בעת זריעת אגוזי אדמה מיושמים בתלם הזריעה בנוסף לזרעים גם חיידקי ריזוביום וכילט ברזל. יישום תכשירים בפס הזריעה במהלך הזריעה מאפשר את פיזור התכשיר בתלם הזריעה בעת נפילת הזרעים או הפקעות. יישום תכשירים בפס הזריעה מיועד בעיקר להגן על הפקעת מפני הפגעים שבקרקע ולא בהכרח לחטא את הפקעת. זאת משום שהתכשירים המיושמים נופלים בסמוך לפקעת אך לא מכסים אותה ביעילות ולכן לא מסוגלים למלא את פעולת החיטוי. מרבית התכשירים לחיטוי הם תכשירים פעילי שטח ולא חומרים סיסטמיים. משום כך בשיטת היישום המקובלת אינם מסוגלים לכסות את כל שטח הפקעות. יישום תכשירים בפס הזריעה מקובל להדברת פגעים פעילים בקרקע. באוסטרליה היה מקובל יישום של תכשיר

אתילן די-ברומיד במינון מוקטן בעת זריעת דגניים לצורך הדברת נמטודות חופשיות שוכנות קרקע. המינון שבו השתמשו היה קטן ולא גרם לפגיעה בגידול.

האמצעים והמכשור ליישום תכשירים בפס הזריעה

- ריסוס תכשירים נוזליים בפס הזריעה. זהו האמצעי המקובל והנפוץ ליישום תכשירים בפס הזריעה. אמצעי זה מקובל במגוון יישומים כגון יישום דשנים, חומרי הדברה חומר הזנה, חיידקים ופטריות סימביוטיות ועוד (1,3,15-17). האמצעים הקיימים ביישומים אלה הוא ריסוס התכשיר בתוארית נוזלית. הריסוס מבוצע בדרך כלל באמצעות פומית או יחידת פיזור אחרת אשר מותקנת מאחורי יחידת הזריעה ומתיזים את התכשיר בתלם הזריעה. טכנולוגיה זו קיימת גם ליישום תכשירים להדברת פגעים בתפוא"ד. בארץ מקובל ליישום התכשיר מונסרן להדברת ריזוקטוניה באמצעות ריסוס נוזלי בפס הזריעה.
- יישום תערובות של הדברה ביולוגית. יישום תכשירים ביולוגיים כגון פטריות אנטגוניסטיות בוצע באמצעים שונים החל מפיזור ידני (18) ועד פיזור בצובר והחדרה לפס דרך המזרעה. בפיזור ידני בפס של תערובת מוצקה הושגה הדברה יעילה. אולם מחקר זה לא התקדם לכלל יישום ממוכן. כיום אין מיכון לפיזור תערובות מוצקות של הדברה ביולוגית בפס הזריעה.
- יישום אבקות. יישום תכשירים בתוארית של אבקות בתוך הקרקע עשוי להתגבר על מגבלות האיבוק בצובר. מאידך יישום אבקות מחייב פיזור אחיד על פני הפקעת בעת נפילתה כדי שתהיה מכוסה ומוגנת. כמות התכשיר המיושם היא קטנה ומחייבת יישום מדויק. תכשירי ההדברה לחיטוי פקעות תפוא"ד על בסיס תואריות אבקה הם תכשירים יעילים מאד שמכסים טווח רחב של פגעים. תכשירים אלה מכונים פרוטקטנטיים דוגמת מנצידן אשר משמש להדברת כתמי כסף, ואחרים. בעבר נעשו ניסיונות לייבא מיכון אשר משמש לאיבוק נוף צמחים ולהתאימו לאיבוק בפס הזריעה. המיכשור לא התאים למטרה, שכן לא הושג פיזור אשר מכסה את כל שטח הפנים של הפקעת בקרקע. כיום אין בעולם ציוד המתאים לאיבוק בפס הזריעה. לכן חשוב לפתח מכשור יעיל וזול להגנה על הפקעות כאשר הן נזרעות בשדה.

ב. מטרות המחקר

מטרות המחקר המוצע הן:

- לפתח מכשור לפיזור תכשירי הדברה על בסיס אבקות בפס הזריעה במהלך ביצוע הזריעה, כתחליף יעיל וחסכוני לאיבוק ידני בצוברים.
- אופטימיזציה של הדברת פגעים ומחלות שנישאים על גבי הפקעות בשיטה זו והגנה על הפקעות מפני פגעים בקרקע בשלבי הנביטה וההצצה הראשונים.

ג. תוצאות שנה ראשונה

בשנת המחקר הראשונה נבחנו מספר שיטות לפיזור אבקה באמצעות מיכון אשר מותקן על מכונת הזריעה ומזרים את תכשיר ההדברה אל פס הזריעה. כלי האיבוק נישאים ע"י מכונת הזריעה. עקרונית כלים אלה בנויים ממכל המכיל את האבקה, מתקן כימות המזרים את האבקה אל צינור אויר ומפות המזרים את האויר אל פס הזריעה דרך צינור גמיש הנושא את חלקיקי האבקה אל פס הזריעה, תוך כדי נסיעה ומכסה את הפקעות בחומר החיטוי.

ניסויים מקדימים - בשלב הראשוני השתמשנו בקמח מאכל כתחליף לאבקת מנצידן בו מעורבב סמן זוהר (1%) לאיבוק של זרעי תפוא"ד, בעזרת מאבק גב מוטורי והערכנו את רמת הכיסוי של האבקה ע"פ הפקעות. בשלב זה של העבודה פיזרנו את האבקה בעזרת מאבק גב מוטורי תוצרת AGRI MONDO. מאבק זה כולל מיכל בעל תכולה של כ-5 ק"ג אבקה עם מנגנון כימות ומפוח (המופעל ע"י מנוע שריפה פנימית) המזרים אויר הנושא את האבקה דרך צינור גמיש אל פס הזריעה.

ניסויים בשדות מסחריים - לאחר הניסויים ההקדמיים מצאנו כי ישנו צורך במכשיר גדול יותר ליישום. לכן בשלב שני התאמנו מאבק להספקים הדרושים בעבודה מסחרית בזריעת תפוא"ד, מסוג "גוסטבזון" (מאבק כרמים) המופעל ע"י טרקטור ומתאים במימדיו להרכבה על מכונת הזריעה. נעשו מספר ניסויי שדה בזריעה בשילוב עם המאבק הנ"ל בחלקות נחל עוז ועין השלושה. המאבק הותקן על מכונת זריעה של משק רעים ואיבוק מנצידן של (1 ק"ג/דונם) בתוספת סמן זוהר (1%) בהשוואה לשיטה המקובלת - הוספת האבקה בצוברים באופן ידני. בדיקה זו נערכה בחודש אוגוסט 2004, בשטחי קיבוץ רביבים.

- בניסוי ראשון הותקן מאבק מסוג "גוסטבזון" שהותאם לאיבוק על מזרעה של נחל עוז ואיבוק מנצידן (1 ק"ג/דונם) בתוספת סמן זוהר (1%) וזריעת מספר דונמים בשיטת האיבוק החדשה לעומת שיטת האיבוק המקובלת. הפקעות שנזרעו הם מזן קלוסטר הנגועים בכתמי כסף, פקעות אלה נזרעו במכוון כדי לבדוק את יעילות שיטת האיבוק במניעת כתמי כסף ביבול שיתקבל.
- בניסוי נוסף הותקן המאבק על מזרעה של משק עין השלושה, הפקעות שנזרעו הם מזן סנטנה A, גודל פקעות 35/45, עומק זריעה 18 ס"מ.

בניסויים אלה בוצעו מספר טיפולי הדברה השוואתיים:

1. היקש - פקעות לא מטופלות כלל.
2. פקעות מטופלות במונסרן (2.5%) בשיטה המישקית.
3. פקעות מטופלות בסלסט (בשיטת ULV), 200 סמ"ק/טון.
4. הוספת אבקת מנצידן (3 ק"ג/טון זרעים) בשפיכה למיכל זרעים במכונת הזריעה המישקית.
5. איבוק מנצידן במאבק "גוסטבזון" בפס הזריעה (1 ק"ג/דונם).
6. שילוב מונסרן (2.5%) + איבוק מנצידן במאבק "גוסטבזון" בפס הזריעה.
7. שילוב מונסרן (2.5%) + שפיכת מנצידן למיכל הזרעים במכונת הזריעה המישקית.

שטח המזרע בטיפולים השונים כ-600 מ"ר לכל טיפול.
 מהירות הנסיעה של הטרקטור בזמן הזריעה כ- 8 קמ"ש.
 מכונת הזריעה מסוג "סטרקטורל".

בניסויים המקדימים שבהם בחנו את יעילות הטכנית של הכיסוי באמצעות חומר מעקב זוהר מצאנו כי האיבוק בעזרת סמן זוהר מתאימה להערכת כיסוי הזרעים באבקה בניסויים בשדות המסחריים בנחל עוז ועין השלושה נבדקה יעילות הכיסוי על הפקעות ותבדק יעילות ההדברה לאחר אסיף היבול בחודש יוני 2005.
 בזמן הזריעה בטיפול ג' שנערך בנחל עוז, נמצאה הצטברות של מנצידן במקומות שונים לאורך צינור האוויר, לכן הוחלט להגדיל את מהירות האוויר בצינור ע"י הגדלת מספר סיבובי המנוע המפעיל את המפוח.
 בנסוי במשק עין השלושה נבדקה יעילות כיסוי הפקעות באבקה ונמצאה בלתי מספקת בהשוואה לניסוי ג'.

במהלך נסיונות אלו התגלו מספר בעיות עקרוניות בשיטת האיבוק:

- א. רחף של אבקה הנישאת ע"י רוח הנושבת בשדה בזמן הזריעה
- ב. האבקה מגיעה גם למקומות בלתי רצויים במכונת הזריעה.

התוצאות הצביעו ששיטת החיטוי אינה יעילה משתי סיבות: א. בזמן נפילת הפקעות מהמסוע הראשי אל פס הזריעה (מ-60 ס"מ) הפקעות חשופות לחומר החיטוי לפרק זמן קצר מאד (כ-0.35 שנייה) ולכן כיסוי הפקעות בגרגירי אבקה אינו מספק. ב. במהלך האיבוק נוצר ענן אבקה שמוחזר מהקרקע בגלל הדף האוויר, מרחף מחוץ לשטח הזריעה ועלול לפגוע במפעיל המזרעה ובסביבה הקרובה.

ד. תוצאות שנה שניה

על בסיס הממצאים בשנה הראשונה נבחנו בשנה השניה כיוונים נוספים. בין השאר נבדקה שיטת החיטוי בריסוס נפח נמוך בתא לחיטוי חומר צמחי, הקיים ביח"מ עם תכשיר רחף, מנצידן גרגרי (מנקו-די).

שיטת החיטוי בריסוס בנפח נמוך פועלת ביח"מ באופן מסחרי. יחידות הריסוס הקיימות והמותקנות בתא החיטוי, מייצרות תרסיסים בקוטר חציון של 90-100 מיקרון. בעת החיטוי פקעות תפ"א מוסעות דרך התא תוך שהן מתגלגלות 6-7 פעמים סביב צירן, תהליך שאורך כ-18



תרשים מס. 1 תא ריסוס בנפח נמוך לזרעי תפ"א

שניות. ביציאתן מהתא, הזרעים יבשים ומוסעים לאחסון בצוברים. נבדקה אפשרות לחטא בתא החיטוי בתכשיר מנצידן, זרעי תפ"א. בשל סמיכות נוזל הריסוס וחשש לשקיעת האבקה בצנרת וסתימת התעלות בגביעים, הוחלט שיחידות הריסוס הקיימות בתא, אינן מתאימות לריסוס מנקו-די (מנצידן מסחרי), על כן נאלצנו לחפש אמצעי ריסוס מתאימים.

ערכת החיטוי של יח"מ הוסבה לריסוס תמיסת התכשיר מנקו-די (תרשים 1 ו-2), להלן המפרט:

- **תא החיטוי** - התא מותקן על מסוע שמסיע את פקעות תפ"א שנחשפות לתרסיס התכשיר. תא החיטוי מכסה את המסוע מעליו ומצדדיו. חלקו התחתון של התא פתוח ו"יושב" על מסגרת המסוע, מתחתיו מגש לאטימת התא (תרשים 1). עודפי התרסיס אשר לא נקלטו על הפקעות נשאבים ומסולקים ע"י מפוח עילי למלכודת נוזלים מחוץ לתא. עודפי נוזל הניגרים על דפנות התא מוחזרים אל מיכל הנוזל.
- **יחידות הריסוס** - גביעי הריסוס המקוריים הוחלפו בשתי פומיות דו-פלואידיות מנירוסטה, תוצרת חברת "אפטיגייב" (תרשים 2), שמאופיינות במעברי אוויר ונוזל גדולים יחסית ואין סכנה להיווצרות סתימות ושקיעת הנוזל. ספיקת הפומית 6 ליטר/שעה. הפומיות הוצבו סמוך

לתקרת התא בגובה 60 ס"מ מעל למסוע, כאשר הן מופנות האחת כלפי השנייה במרחק של 2.2 מטר ביניהן ובמרחק 35 ס"מ מהדופן הימנית והשמאלית של התא, עם הטיה קלה לכיוון המסוע.

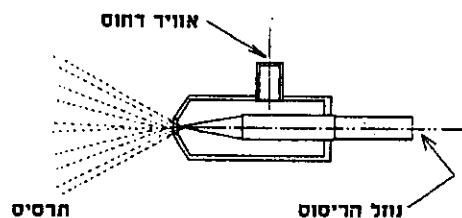
• **מיכל הנוזל** - מיכל הנוזל הותאם לדרישות המערכת, שכללה מיכל נוזל, מדחס אוויר, ווסתי לחץ ובוחש מכני. המיכל הוצב סמוך למסוע, בד"כ נשאב הנוזל אל הפומית ע"י תת-לחץ הנוצר בה, בשל סמיכות התמיסה תת הלחץ שנוצר בפומית אינו מספיק כדי לינוק את הנוזל מהמיכל אל הפומית בכמות הרצויה, לכן הופעל במיכל לחץ קל של 0.5 אטמוספירה, שמאפשר זרימה אחידה אל הפומית בספיקה הדרושה של 300 מ"ל/דקה. האוויר הדחוס התקבל ממדחס מסחרי.

• **תמיסת הריסוס** - מנצידן מסחרי - **Manco-d, (Mancozeb 75%)**, הוא תכשיר גרגרי רחיק משווק ע"י חבר' לוקסמבורג. ביישום התכשיר בתא החיטוי השתמשנו בכמויות תכשיר שוות ערך לשיטה המקובלת. תרחיף התכשיר במינון רב, הוא סמך מאד ולכן יש צורך בבחישה רציפה במיכל כדי למנוע את שקיעתו. יישום נפח התרסיס הותאם עד לליטר נוזל/טון זרעים, למניעת הרטבה יתרה של הפקעות שעלולה לעודד התפתחות גורמי מחלה.

• **הספקי המסוע** - 10 טון זרעים/שעה

ב. נתוני היסוד לניסויי הריסוס בתא החיטוי

1. המתקן המסחרי ביח"מ מעביר כ- 10 טון זרעים/שעה.
1. בשיטה המקובלת כיום, נהוג לפזר 3 ק"ג אבקת מנצידן על טון זרעים בפיזור ידני.
3. הנחה ראשונית - כמות אקוויוולנטית של התכשיר מנקו-די (מנצידן מסחרי) בנוזל, ייצור תמיסה בסמיכות שלא ניתנת להסעה בצנרת, לדוגמא 3 ק"ג מנצידן/ליטר מים. לאור זאת הוחלט להקטין את כמות התכשיר לשליש מהכמות בשיטה המקובלת - אחד ק"ג אבקת מנקו-די/ליטר מים. הנחה זו התבררה כמוטעת ולכן ירדנו לכ- 1/9 כמות.
4. מנתונים המוזכרים לעיל הוחלט להשתמש בפומית דו- פלואידית שנמצאה מתאימה לריסוס התמיסה.



פומית דו-פלואידית

תרשים מס. 2 פומית דו פלואידית

6. מהלך הבדיקות

א. ספיקת נוזל

נבדקה הספיקה והשפעת מינון התכשיר מנקו-די על כושר זרימת התמיסה דרך פיית הפומית הדו-פלואידית.

- נבחנו מספר מינונים: 200 גר', 400 גר' ו-600 גר' מנקו-די בליטר מים.

התמיסה במינון של 600 גר' מנקו-די/ליטר מים סמיכה מאוד ולא ניתנת לשאיבה, לכן הוצאה מתוכנית הניסוי.

- ספיקת הנוזל במינונים של 200 ו-400 גר' מנקו-די/ליטר מים הייתה 300 מ"ל/דקה (18 ליטר/שעה).

ב. ספיקת המערך

1. ספיקת הפומיות - הייתה 300 מ"ל תכשיר/דקה x 2 יחידות ריסוס

2. ספיקת המסוע - 10 טון זרעי תפ"א/שעה

3. החישוב מראה שבמינון של 400 גר' תכשיר/ליטר נוזל, כמות המנקו-די (מנצידן) שרוססה על הזרעים היא:

א. כמות התרסיס מפומית אחת 300 מ"ל/דקה = 18,000 מ"ל/שעה, ז"א 18 ליטר/שעה

ב. בתא מותקנות שתי פומיות, 2×18 ליטר/שעה = 36 ליטר/שעה.

ג. ב- 36 ליטר מים (0.4×36 ק"ג תכשיר) יש = 14.4 ק"ג אבקה.

ד. ספיקת הזרעים במתקן 10 טון/שעה

ה. ז"א כל טון זרעים נחשף ל- 1.44 ק"ג מנקו-די! (כיום מקובל לפזר 3 ק"ג/טון)

ג. יישום התרסיס - אחידות הפיזור לרוחב התא

הסבת תא החיטוי של יח"מ לריסוס תמיסות רחיפות עם התכשיר מנקו-די, הייתה כרוכה בהחלפת גביעי הריסוס המותקנים בתא, בשתי פומיות דו-פלואידיות ונערכה בדיקה של אחידות פיזור התרסיס (צפיפות הטיפות/סמ"ר) לרוחב התא.

ד. יעילות ההדברה ואחידות הפיזור על גבי זרעי תפ"א, לפני זריעה

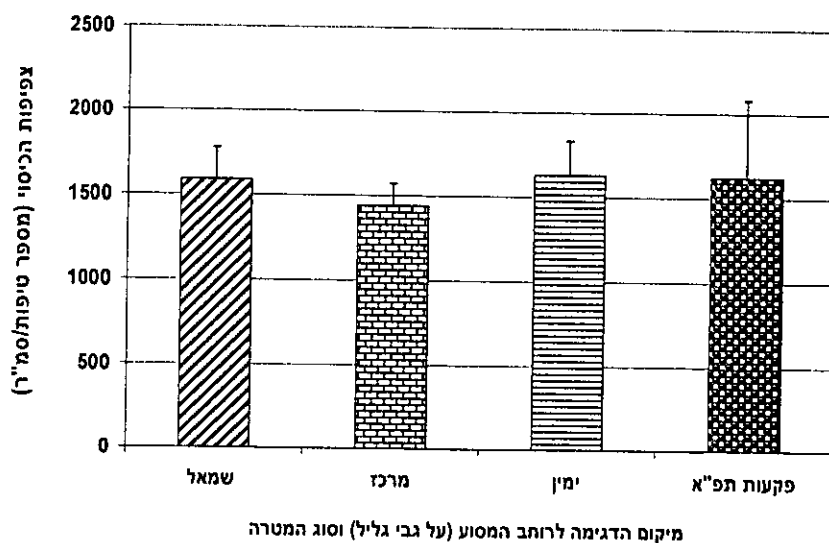
ניסוי א'

הניסוי נערך ב-13.12.05, ביח"מ בתא החיטוי עם תמיסה במינון של 400 גר' מנקו-די/ליטר. נבחנו שני המשתנים, אחידות הפיזור ויעילות ההדברה.

1. אחידות פיזור התרסיס לרוחב המסוע וצפיפות המרבץ נדגמה על נייר רגיש למים מוצמד לגליל ועל זרעי תפ"א. התרסיס נדגם על גליל פלסטי (בקוטר 5 ס"מ, אורך 50 ס"מ) ורצועות נייר רגיש למים הוצמדו לאורכו (הותאם לרוחב המסוע) ומשני צידיו. הגליל הונח במקביל ועל גלילי המסוע והתגלגל דרך התא. במקביל הוצמדו ניירות רגישים למים גם לזרעי תפ"א, שהונחו בתחילת מסוע "מלא" בזרעים, הוסעו דרך התא, נאספו ביציאתם מהתא והוסעו לצוברים כאשר הם יבשים.

תוצאות – אחידות פיזור

אחידות הפיזור לרוחב התא מתוארת באיור 1. צפיפות התרסיס שהושגה לרוחבו של המסוע, נדגמה על גליל פלסטי הייתה 1554 טיפות/סמ"ר עם סטיית תקן 263. על זרעי תפ"א הושגה צפיפות של 1662 טיפות/סמ"ר וסטיית תקן 460. הערכים מצביעים על אחידות פיזור טובה וניתן לראות התאמה בין שני סוגי הדוגמים (גליל פלסטי/ופקעת תפ"א).



איור 1, אחידות פיזור התרסיס וסטיית התקן לרוחב תא מסחרי לחיטוי פקעות תפ"א ב"ח"מ, בריסוס מנקו-די בכמות 400 גר/ליטר. דגימת התרסיס על נייר רגיש למים שהוצמד לאורכו של גליל משני צידיו ועל פקעות תפ"א.

2. יעילות ההדברה של התכשיר מנקו-די על זרעי תפ"א נגועים בגורמי מחלה

בתא החיטוי נחשפו שני זנים של זרעי תפ"א לתרסיס תמיסת מנקו-די בריכוז 400 גר/תכשיר/ליטר מים; כ-60 זרעי תפ"א מזן רודאו (45-35) הנגועים בקולטוטריכום וכ-60 זרעים מהזן בליני (35-25) הנגועים בכתמי כסף. בגמר החיטוי הזרעים המטופלים הועברו לבדיקת יעילות ההדברה.

תוצאות – יעילות הדברה

- פקעות מזון בליני, הנגועות בכתמי כסף הודברו ביעילות טובה מאד, במינון של 400 גר' מנקו-די/ליטר.

היקש - 4370 נבגים/פקעת

מחוטא - 6.2 נבגים/פקעת

- פקעות מזון רודאו, הנגועות בקולטוטריכום - לא הושגה הדברה כלל.

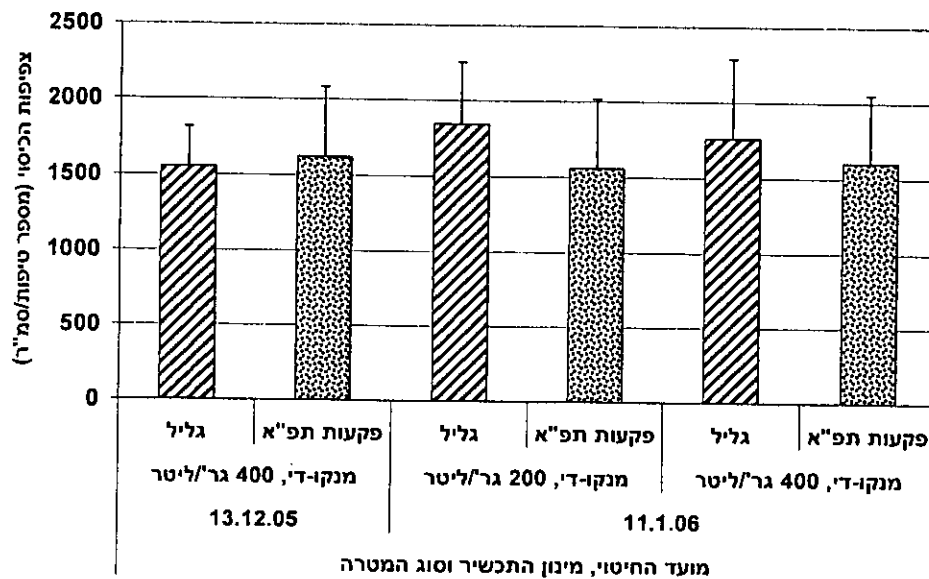
ניסוי ב'

הניסוי נערך ב- 11.1.06, בתא החיטוי, ביח"מ.
נבחנו שני משתנים וכל משתנה נבחן בשני מינונים, 200 ו-400 גר' מנקו-די/ליטר.

1. אחידות פיזור התרסיס לרוחב המסוע וצפיפות המרבץ על הגליל ועל זרעי תפ"א

תוצאות – אחידות פיזור

אחידות הפיזור לרוחב התא מתוארת באיור 2. צפיפות התרסיס נדגמה על גבי ניירות רגישים למים שהוצמדו. הצפיפות שהושגה לרוחבו של המסוע שנדגמה על גבי גליל פלסטי הייתה 1846 טיפות/סמ"ר וסטיית תקן של 408 (מינון 200 גר' מנקו-די/ליטר) ו-1762 וסטייה של 527 (מינון 400 גר' מנקו-די/ליטר). על גבי זרעי תפ"א הושגה צפיפות של 1560 טיפות/סמ"ר וסטיית תקן של 455 (מינון 200 גר' מנקו-די/ליטר) ו-1606 טיפות/סמ"ר וסטייה של 447 (מינון 400 גר' מנקו-די/ליטר).
הערכים ממצביעים על אחידות פיזור טובה לרוחב המסוע.



איור 2, אחידות פיזור התרסיס וסטיית התקן לרוחב המסוע בתא מסחרי לחיטוי פקעות בית"מ, בשני מועדי חיטוי דגימת תרסיס על נייר רגיש למים שהוצמד לאורכו של גליל משני צידיו ועל פקעות תפ"א

2. יעילות ההדברה של התכשיר מנקו-די בשני מינונים ; 200 ו-400 גר"/ליטר על זרעי תפ"א נגועים

בגורמי מחלה

- הניסוי נערך על 1 טון זרעים מזן ויולדי (מגודל 45-35) נגועים בכתמי כסף. הזרעים הוסעו דרך התא ובגמר החיטוי נלקח מדגם של כ-200 פקעות מכל מינון מנקו-די, שהועברו לבדיקת יעילות ההדברה.
- יתר זרעי תפ"א נזרעו בחלקת הניסיונות של יח"מ, למעקב ולתצפית.

תוצאות – הדברה

- פקעות מזן בליני, הנגועות בכתמי כסף - הודברו ביעילות טובה מאד.
- מינון של 200 גר' מנקו-די/ליטר, 21.4 נבגים לפקעת
- מינון של 400 גר' מנקו-די/ליטר, 310.0 נבגים לפקעת
- היקש, 8200 נבגים לפקעת.

7. סיכום

בסיכום התוצאות נראה שהושגה הדברה יעילה של כתמי הכסף בזרעי תפ"א והושג חסכון בתכשיר ההדברה, מנקו-די. עלויות של אביזרי הריסוס נמוכים (כ-5000 ₪).

יתרונות וחסרונות של תא החיטוי בהשוואה לחיטוי בפס הזריעה

יתרונות:

1. במהלך החיטוי זרעי תפ"א מוסעים דרך תא החיטוי, הם נחשפים לתרסיס לפרק של זמן כ- 18 שניות, תוך סיבוב של 6-7 פעמים סביב צירם. ביציאתם מהתא הזרעים מכוסים בתרסיס באחידות רבה.
2. בגמר תהליך חשיפתם לתרסיס, הזרעים יוצאים יבשים!
3. היישום מבוקר ומכויל, לכן שיטת חיטוי זו אחידה ויעילה.

החסרונות:

- א. העברת הזרעים דרך תא החיטוי, היא פעולה נוספת שמייקרת את עלויות הזרעים.
- ב. הרטבה יתרה של הפקעות בזמן החיטוי היא מקור להתפתחות גורמי מחלה על פני הזרעים, בזמן האחסון.

יש לציין שכמות הזרעים שהועמדה לצורך הניסוי הייתה קטנה.

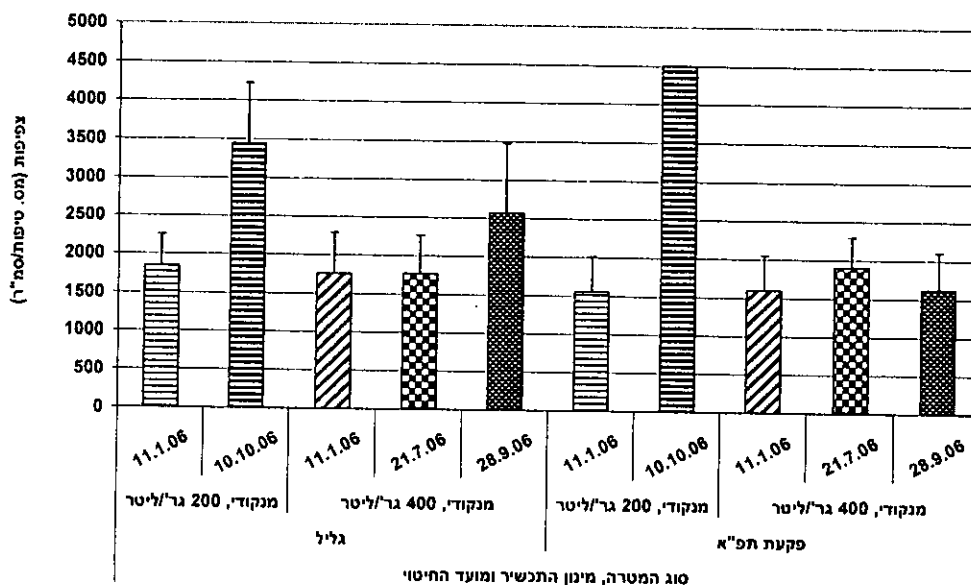
ד. תוצאות שנה שלישית

בשנת המחקר השלישית התמקדנו בשיפור היישום של מנצידן בתא החיטוי המסחרי אשר קיים במערך של יישובי חבל מעון. בשלב הראשון בחנו את אחידות הפיזור של התכשיר. הותקנו שתי פומיות הזנה כפולה בשני הקצוות המנוגדים של תא החיטוי. באופן זה נוצר ענן תרסיס בכל נפח תא הריסוס. בחינת יעילות הריסוס נעשתה באמצעות הצמדת ניר רגישים למים לגלילים שאורכם כרוחב תא החיטוי. הגלילים הוצבו בניצב לתא החיטוי. באופן זה הגלילים נעים בתא הריסוס תוך סיבוב על צירם בדומה למסלול שעושות פקעות תפוא"ד במעבר בתא הריסוס. במקביל בוצע ריסוס על פקעות תפוא"ד.

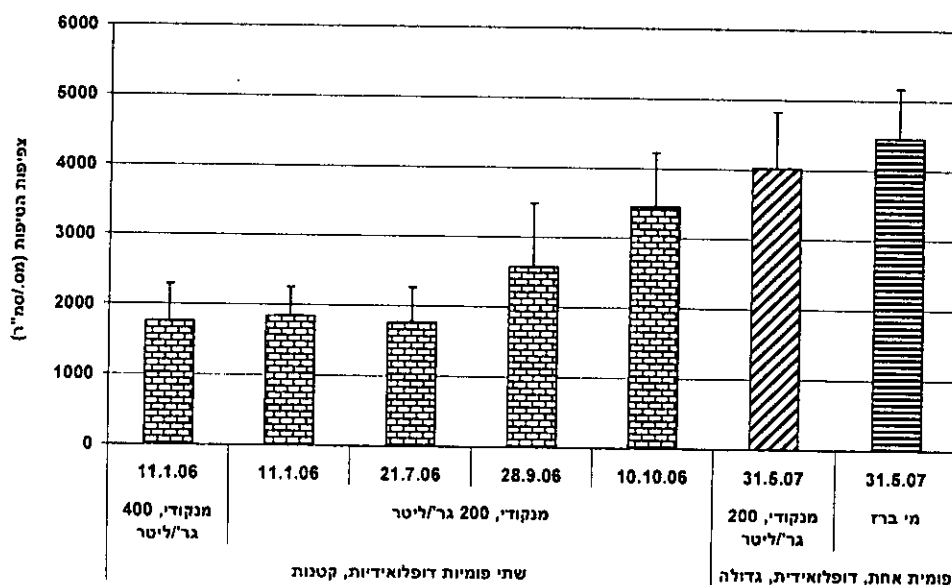
בוצעו מספר ניסויים במועדים שונים ובפקעות מסוגים שונים על מנת לבחון את יעילות הכיסוי. ניתן לראות כי במינונים שונים ובמועדים שונים התקבלה אחידות כיסוי טובה. קיימת שונות במועדים השונים אשר נובעת מכיול שונה של תאי הריסוס וכן מאופי שונה של תנאי הריסוס (תרשים 1).

אחת הבעיות העיקריות שצצו במהלך ניסויים אלה הן סתימות במערכת בעקבות שימוש ממושך וכן בגלל הספיקה הנמוכה של הפומיות אשר גורמת לזרימה איטית של הנוזל בצנרת וכפועל יוצא לשקיעה של המוצקים בצנרת. לכן הוחלט לבחון פומיות בעלות ספיקה גדולה יותר.

בוצע ניסוי השוואתי בין סוגי הפומיות השונים (תרשים 2). נמצא כי היישום בפומית אחת בעלת ספיקה גדולה היה טוב יותר בהשוואה ליישום בשתי פומיות בעלות ספיקה קטנה (הספיקה הכוללת בשני הטיפולים הייתה דומה). הושג כיסוי בצפיפות גדולה יותר. בנוסף לא התגלו כל תקלות של סתימות במערכת.

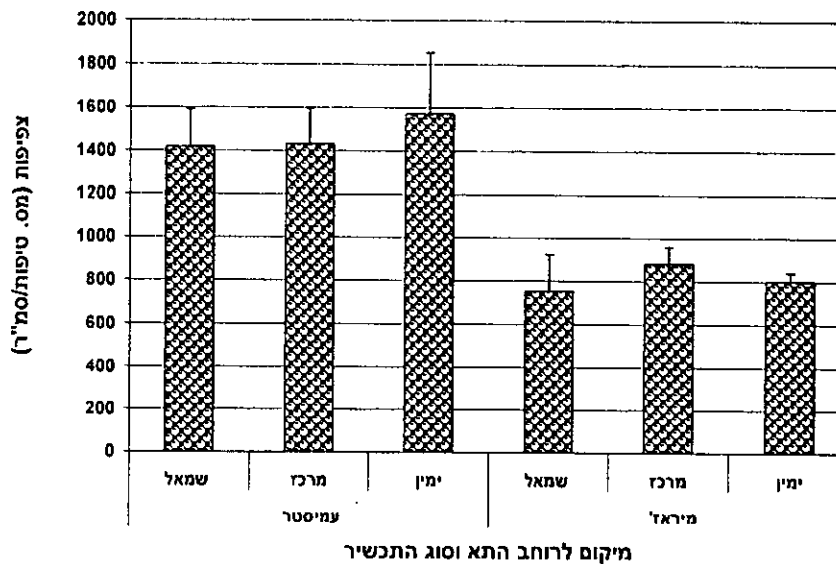


תרשים 1. ישוב בתא מסחרי לחיטוי פקעות תפ"א (תא א') בריסוס תמיסת מנקודי בריכוז 200 ו-400 גר/ליטר. אחדות פיזור התרסיס וסטיית התקן על נייר רגיש למים שהוצמד לפקעות תפ"א ועל מטרות דמה (גליל), במספר מועדים: 11.1.06, 21.7.06, 28.9.06, 10.10.06, יח"מ.



תרשים 2. אחדות פיזור התרסיס וסטיית התקן לרוחב תא מסחרי לחיטוי פקעות תפ"א (תא א') בריסוס מי ברז, מנקודי 200 ו-400 גר/ליטר. בשנת 2006 הריסוס בוצע עם שתי פומיות דופלואידיות קטנות ובשנת 2007 עם פומית אחת, דופלואידית גדולה. דגימת התרסיס על נייר רגיש למים שהוצמד לאורכו של גליל משני צידיו, יח"מ.

בשלב האחרון של השנה בחנו אפשרות ליישום תכשירים נוספים בתוארית של אבקות. נבחנו מידת הפיזור של התכשירים מיראז' ועמיסטר. התוצאות מצביעות כי גם תכשירים אלה התפזרו על גבי המטרות בצורה טובה ביותר.



אחידות פיזור התרסיס וסטיית התקן לרוחב תא מסחרי לחיטוי פקעות תפ"א (תא א') בריסוס תמיסת עמיסטר בריכוז 200 גר"/ליטר ותמיסת מיראז' בריכוז 300 גר"/ליטר. דגימת התרסיס על נייר רגיש למים שהוצמד לאורכן של מטרות דמה (גליל), יח"מ, 21.7.06

סיכום

הגישה בבסיס העבודה הייתה ליישום תכשירי באיבוק בפס הזריעה. במהלך המחקר מצאנו כי שיטה זו עשויה להיות יעילה. פיתחנו מערכת אשר מותקנת על מכונת הזריעה ואשר מסוגלת לאבק לתוך פס הזריעה. עם זאת שיטה זו כרוכה בליקויים של אחידות הפיזור, וכן היבטים בטיחותיים של פיזור התכשיר על המכונה ומסביבה.

לכן הוסבה הגישה ליישום התכשיר בתאי ריסוס אשר קיימים לחיטוי פקעות תפוא" ד לפני זריעה. לצורך יישום תכשירים על בסיס אבקה רחיפה, שינינו את שיטת החיטוי. באופן זה הוסב התא ליישום התרסיס באמצעות תא לחץ ודרך פומיות הזנה כפולה בעלות נחיר גדול מספיק על מנת להימנע מסתימות במערכת. הושגו תוצאות טובות של אחידות פיזור בתא וכיסוי בצפיפות גדולה של טיפות על גבי הפקעות. כמו כן נתקבלו תוצאות טובות גם ביישום תכשירים אחרים.

הבעת תודה

- הצוות מודה על שיתוף הפעולה עם אורי זיג וויטלי טרופנוב, יח"מ.
- לדר. לאה צרור וצוותה מגילת, על הבדיקות הביולוגיות.
- לאלי ויעקב, מרססי "רז", על שיתוף הפעולה.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח:

מטרות המחקר המוצע הן:

- לפתח מכשור לפיזור תכשירי הדברה על בסיס אבקות בפס הזריעה במהלך ביצוע הזריעה, כתחליף יעיל וחסכוני לאיבוק ידני בצוברים.
- אופטימיזציה של הדברת פגעים ומחלות שנישאים על גבי הפקעות בשיטה זו והגנה על הפקעות מפני פגעים בקרקע בשלבי הנביטה וההצצה הראשונים.

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו:

הגישה בבסיס העבודה הייתה ליישום תכשירי איבוק בפס הזריעה. במהלך המחקר מצאנו כי שיטה זו עשויה להיות יעילה. פיתחנו מערכת אשר מותקנת על מכונת הזריעה ואשר מסוגלת לאבק לתוך פס הזריעה. עם זאת שיטה זו כרוכה בליקויים של אחדות הפיזור, וכן היבטים בטיחותיים של פיזור התכשיר על המכונה ומסביבה. לכן הוסבה הגישה ליישום התכשיר בתאי ריסוס אשר קיימים לחיטוי פקעות תפוא"ד לפני זריעה. לצורך יישום תכשירים על בסיס אבקה רחיפה, שינינו את שיטת החיטוי. באופן זה הוסב התא ליישום התרסיס באמצעות תא לחץ ודרך פומיות הזנה כפולה בעלות נחיר גדול מספיק על מנת להימנע מסתימות במערכת. הושגו תוצאות טובות של אחדות פיזור בתא וכיסוי בצפיפות גדולה של טיפות על גבי הפקעות. כמו כן נתקבלו תוצאות טובות גם ביישום תכשירים אחרים.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

האמצעי היעיל ליישום תכשירים על בסיס אבקות על פקעות הוא בריסוס בתא יעודי ולא בפס הזריעה. לכן המשך הפיתוח צריך להיות מכוון ליעד זה.

הבעיות שנתרו לפיתרון:

התאמת המכשור למגוון תאי החיטוי אשר קיימים כיום בשימוש בארץ ואשר שונים זה מזה באופיים ובגודלם.

האם הוחל בהפצת הידע:

ביישובי חבל מעון שבהם בוצעו מירב הניסויים יבוצע יישום התהליך בעונה הקרובה.