

**אבחון והדברת מחלות שורש בצמח האדמונית**

**Management of Root and Crown Pathogens of Cultivated *Paeonia lactiflora***

דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מס' 10-4302-459

מוגשת לקרן המדען הראשי

ע"י

אברהם גמליאל, מרינה בניחס, רינה קמינצקי, אבנר זילבר – מנהל המחקר החקלאי, מנשה כהן, מנשה לוי מו"פ צפון, יחיאל שטינמץ – שה"ם, אגף הפרחים

Abraham Gamliel, Marina Benihes, Rina Kaminetzky, Avner Zilber, Agricultural Research Organization, ARO, volcani Center, Bet Dagan.

Menashe Levi, Menashe Cohen, R&D North, Kyriat Shmona

Yechiel Steinmatz, Ministry of Agriculture, Extension Service

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

..... **חתימת החוקר**

## א. תקציר

צמח האדמונית מגודל בארץ בבתי צמיחה למטרות יצוא פרחי קטיפה בעלי תמורה גבוהה. הגידול בארץ (בעיקר ברמת הגולן) מבוסס על היתרון השיווקי, דהיינו היכולת לייצר ולייצא פרחים בחודשים פברואר – מאי לפני המגדלים באירופה. האדמונית היא צמח פקעת (כתר) רב שנתי אשר גדלה ומתבססת מידי שנה. מחזור החיים של האדמונית כולל תרדמה של הכתר בתום עונת הקיץ. בשלב זה נשמרים הכתרים בקירור בטמפרטורה נמוכה אשר מהווה תנאי הכרחי להתעוררות, לצמיחה וגטיביית בעלת פריחה טרמינלית. האדמונית ידועה כצמח שאינו רגיש ביותר לתחלואה. עם זאת בשנים האחרונות מתרחבת תופעה של ריקבון בשורשים ובכתר. הריקבון מפחית התפתחות הכתרים, מקטין את מספר הניצנים המתעוררים, גורם לכמישת גבעולים במהלך התפתחותם, וממית בהדרגה את הכתר. בעבודות הקדמיות בודדו מספר פטריות אשר חשודות כמעורבות בגרימת הריקבון. אולם הגורם לתחלואה טרם אובחן ולא ברור מקורו, התנאים להתפשטותו, והאמצעים להדברתו.

מטרות העבודה על כן הם לזהות ולהגדיר את הגורמים לריקבון השורשים והכתר, להגדיר את התנאים להתפתחותם, ולפתח ממשק הדברה יעיל להבטחת גידול כלכלי של אדמוניות. הצלחנו לבודד שלוש פטריות, ריזוקטונה, פוזריום ופיתיום. הושלם מבחן קוך אשר מאמת באופן ברור את הקשר של פטריות אלה לגרימת הריקבון. כמו כן איתרנו זנים סבילים יותר לפתוגנים אלה ואשר אינם נפגעים במהלך הגידול. עם זאת הזנים המסחריים המובילים הם רגישים ביותר, ועיקר המאמצים בתוכנית המחקר מוקדו בזנים הרגישים. מצאנו כי המקור העיקרי לתחלואה הוא חומר ריבוי נגוע. הבטחת חומר ריבוי נקי היא מפתח לגידול בריא ויצירת חומר ריבוי איכותי. במהלך המחקר פיתחנו מימשק הדברה משולב אשר כולל טיפולים להדברת המחלות בכתרים טרם השתילה באמצעות טבילה בתכשירים כימיים סלקטיביים, ולאחר מכן טיפולי הגמעה בתכשירים כימיים במהלך הגידול. מצאנו כי מספר תכשירים ובמיוחד התכשירים רידומיל וטופז מקנים את יעילות ההדברה הטובה ביותר גם בטיפול בחומר הריבוי טרם השתילה, וגם בהגמעה במהלך הגידול. מצאנו כי יישום התכשירים בדלי במהלך הגידול הוא בעל חשיבות מרובה בהשגת הדברה טובה באמצעות במהלך הגידול. הגדלת מספר הטפטפות בשילוב ספיקה נמוכה מבטיחים פיזור טוב יותר והדברה יעילה יותר גם ביישום תכשירים שיעילותם חלקית דוגמת אזוקסיסטרובין (עמיסטר).

הבטחת בריאות הצמחים וחומר הריבוי תלויה מאד בסוג מצע הגידול. המצע המקובל (פרלייט) מעודד מאד את התפתחות הפתוגנים ומחמיר את הריקבון. לעומתו מצאנו כי תערובת המכילה קרקע וקומפוסט מהווה מצע שמדכא את התפתחות המחלות.

על בסיס כלל ממצאי המחקר גובש פרוטוקול להתמודדות עם הפתוגנים. מנגנון ההדרכה של שה"ם ומו"פ צפון אשר היה שותף במחקר זה מיישם כיום את הממצאים במשקים בהם מגדלים אדמונית ברחבי ישראל.

## ב. מבוא ותיאור הבעיה

האדמונית העשבונית *Paeonia lactiflora* משמשת כגידול חקלאי במזרח אסיה, אירופה וצפון אמריקה. אדמוניות גדלות בעיקר באזורים בהם שוררות בחורף טמפרטורות נמוכות, וישראל נמצאת בקצה הדרומי של תחום תפוצתה. הרחבת הגידול החקלאי של האדמונית בעולם בשנים האחרונות גרם לגידולה המסחרי גם באזורים שבהם החורף מתון יחסית, כמו אזורי החוף במרכז קליפורניה ובישראל. לצמח איבר אגירה וריבוי תת-קרקעי המכונה כתר, שממנו פורצים גבעולי פריחה ארוכים 60-120 ס"מ. לאדמונית כמו לגיאופיטים אחרים נדרשים תנאי סביבה משתנים. התעוררות פקעים לאחר תרדמה מתרחשת בטמפרטורות נמוכות ולעומת זאת הפריחה מתרחשת בטמפרטורות גבוהות יותר.

האדמונית כפרח קטיפי לייצוא מישראל הפכה בשנים האחרונות לאחד הגידולים הרווחיים בענף הפרחים. הגידול המסחרי מתרכז בשני הזנים 'שרה ברנהרדט' ו'דושה דה נמור'. ההצלחה בהכוונת הפריחה באמצעות חשיפה לקור הובילה לגידול מסחרי של אדמונית אשר מבוסס על מצע מנותק. בטכנולוגיה זו מובלים מכלי המצע עם הכתרים בתום העונה (בקיץ) לחדרי קירור לצורך חשיפה לקור, ומשם בתום פרק החשיפה בחזרה לבית הצמיחה לשלב הגידול. באגרוטכניקה זו הפקעות נשאות במצע במשך כל תקופת חיי הצמח. הגישה המקבילה של גידול אינה כוללת שינוע של המצע, ורק הכתרים מועברים לקירור. בשיטה זו הכתרים מוצאים ממצע הגידול או הקרקע ולאחר החשיפה לקור נשתלים בקרקע שוב. בגישה זו נחסך נפח קירור רב.

ריבוי אדמונית מבוסס על אבר תת קרקעי (כתר) רב שנתי. חומר הריבוי הראשוני מיובא מהולנד או מיוצר בארץ מקטעי פקעת. במשך השנים הפקעת גדלה ומתרבים מספר הניצנים שעליה. משך הזמן הנחוץ להתפתחות כתר אשר מכיל מספר ניצנים שמצדיקים פריחה מסחרית הוא מספר שנים. לכן, עלות הפקעות רבה. בנוסף, במהלך התפתחות הכתר עד לשלב המסחרי הוא חשוף בקרקע לפגעים רבים, והכרחי לשמור על בריאותו ועל ניקיונו מגורמי פגעים.

בשנים האחרונות מתרבים הדיווחים על נגעי ריקבון בכתרים של הצמח אדמונית. התסמינים האופייניים בצמחים גדולים הם כמישה של גבעולים וסימני חיגור בבסיס המחובר לכתר. בכתרים הנגועים מבחינים בקטעים נקרוטיים באזורים שונים וכן בריקבון חלקי בכתר אשר מחמיר בשלבים מתקדמים לריקבון הכתר כולו. התסמינים בכתרים נגועים הם תמותת ניצנים תקופה קצרה לאחר השתילה, ובמקרים קיצוניים גם תמותה מוחלטת של הכתר ללא הצצת גבעולים כלל. גם בכתרים שנראים לכאורה בריאים כאשר ונשתלו בקרקע, התפתחו בשלבים המתקדמים של גידול הצמחים סימפטומים של ריקבונות. במקרה זה לא ברור האם מקור התחלואה הוא בנגיעות לטנטית בחומר הריבוי או שמקור התחלואה הוא בהדבקה מפתוגן אשר מאלח את הקרקע או את מצע הגידול.

הנוק הכלכלי כתוצאה מריקבון כתרים עלול להיות רב. עלות יצור הכתרים עד לייצור מסחרי היא גבוהה. אובדן כתרים מפותחים ומתאימים לגידול מסחרי גורר הפסד כספי ניכר. כיום ניכרת בחלקות של חקלאיים נגיעות רבה אשר מהווה בהחלט איום ממשי על המשך גידול האדמונית.

מעטים הדיווחים על מחלות שורש באדמוניות בעולם. בסקרי מחלות שבוצעו במדינות שונות בעולם (ארה"ב קנדה, סין) דווח על מחוללי המחלות: *Phytophthora cactoprum* אשר גורמת לכימסון של הגבעולים ולריקבון הכתרים, מחלת הדוררת אשר גורמת להתמוטטות הצמחים; ומחוללי מחלות שורש נוספות כגון, *Fusarium solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*. בחלק מהדיווחים בוצע אילוח חוזר של צמחים בפטריות שבודדו ונמצא כי כולן פתוגניות וגורמות ריקבון בכתרים ובבסיסי הגבעולים בצמח האדמונית. אין דיווחים בספרות על פתוגנים שתוקפים אדמונית בהולנד, שהיא המקור העיקרי ליבוא כתרים של אדמונית לארץ. ההולנדים אינם מדווחים על נגיעות בכתרים שמיועדים לייצוא וטוענים לניקיון של חומר

הריבוי לייצוא מגורמי מחלות. למרות שההולנדים טוענים לשווק חומר ריבוי חופשי מנוגעים, ההולנדים מנסים לחטא את הכתרים לפני המשלוח על ידי "בישולם" לטמפרטורה של 45 מ"צ למשך 30 דקות. פעולה זו מיועדת בעיקרה להדברת נמטודות חופשיות בכתרים. מאידך, טמפרטורות אלה ומשך החשיפה הקצר, אינן מספיקים לקטילת פטריות פתוגניות. להדברת פטריות פתוגניות בכתרים נחוצות טמפרטורות גבוהות יותר או משך חשיפה ארוך אשר מאידך עלול גם לפגוע בחיוניות הכתרים. כל הפתוגנים אשר הוזכרו בפרק זה מוכרים בישראל כמחוללי מחלות במינים שונים של צמחי תרבות וגידולים חקלאיים. לא מן הנמנע כי מקצת הפתוגנים שאוזכרו בפרק זה או כולם תוקפים או מסוגלים לתקוף את צמחי האדמונית בארץ.

## **ג. מטרת המחקר**

מטרת המחקר לטווח הארוך היא פיתוח ממשק הדברה יעיל כנגד ריקבון הכתרים וכמישת צמחי אדמונית על מנת להבטיח יצור חומר ריבוי חופשי מפתוגנים וגידול בריא של צמחים בחלקות הגידול המסחריות. המטרות הספציפיות של המחקר שנגזרות מהמטרה הכללית הן:

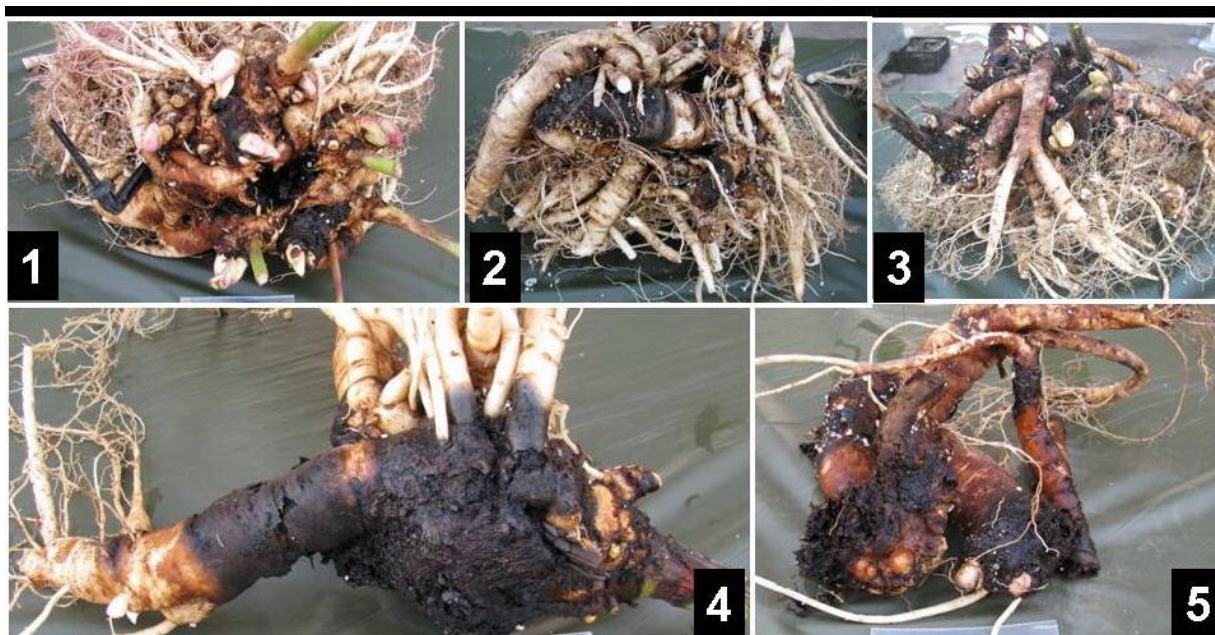
1. הגדרת ואפיון הפתוגן או הפתוגנים שגורם לריקבון הכתרים
2. אפיון התנאים לאילוח הכתרים ולהתפתחות הפתוגן בכתרים
3. אפיון התנאים להתפתחות הפתוגן בקרקע ובמצעי גידול שונים.
4. התאמת ממשק הדברה מתאים אשר כולל טיפול בכתרים נגועים, טיפול במצע והתמודדות עם הפתוגן במהלך הגידול.

## **ד. תוצאות**

### **1. כללי**

עיקר העבודה נעשתה בתחנת הניסויים אבני איתן ששייכת למו"פ צפון. בנוסף בוצעו ניסויים לבודד את הפתוגנים מכתרים אשר נאספו ממשקים של חקלאים מכל הארץ. ניסויי ההדברה בוצעו כולם בחממות תחנת הניסויים אבני איתן. מרבית העבודה בוצעה בזן "שרה ברנהרדט" שהוא הזן המסחרי המוביל של אדמונית, והוא גם הרגיש ביותר לתחלואה על פי הידוע עד כה. בניסויים נוספים נבחנו זנים נוספים כפי שמוצג בכל ניסוי בנפרד.

**בכל הניסויים שכללו גידול אדמונית לאורך עונת גידול** – בתחילת העונה נשקל כל כתר וכן נקבע מספר הניצנים בכל כתר. בתום עונת הגידול נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומס' הניצנים החדש בהשוואה למספרם במועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון בשורשים ובכתר. הערכת הריקבון בכתר ובשורשים נעשתה על פי אינדקס חומרת ריקבון בסולם 0-5: 0 – כתר ושורשים נקיים ללא ריקבון; 5 – כתר רקוב לגמרי ללא התפתחות שורשים (איור 1). הערכת מדד התפתחות השורשים נעשתה על פי אינדקס התפתחות בסולם 0-5: 0 – כתר רקוב ללא סימנים להתפתחות שורשים, 5 – כתר גדול ומסת שורשים גדולה ובהירה (איור 1).



איור 1. סולם חומרה ברמות 0-5 להערכת ריקבון כתר ושורשים (איור עליון) והתפתחות שורשים (איור תחתון) באדמונית, כפי שנעשה בניסויים.

## 2. הגדרת ואפיון הפתוגנים שגורמים לריקבון הכתרים

בידוד מחוללי הריקבון מצמחים נגועים

מצמחי אדמונית במהלך הגידול נלקחו גבעולים כמשים שבבסיסם נצפה ריקבון. כמו כן הוצאו כתרים ממצע הגידול בתום עונת הגידול. בכל אלה נסינו לבודד את מיקרואורגניזמים אשר מעורבים ברקמה החולה. בוצעו בידודים משלושה אתרים: שורשים, אברי תשמורת מעובים, ומבסיס הגבעולים שכמשו (כאמור לעיל). הבידודים בוצעו על מצעים סלקטיביים מתאימים לכל פטריה.

תוצאות הבידודים מצביעים בבירור על שלוש פטריות עיקריות אשר נמצאות בקשר הדוק עם הרקמה הנגועה, ריזוקטוניה, פיתיום ופוזריום (טבלה 1). שעור הבידוד של ריזוקטוניה היה הרב ביותר בן מכתרים מאבני איתן וכן מכתרים שהובאו ממגדלים שונים. בכל השלבים לא הצלחנו לבדד פיטופתורה אשר מדווחת כפתוגן באדמונית, למרות נסיונות לבידוד הפתוגן במעבדות המתמחות בבידוד פטריה זו (מעבדות השרותים להגנת הצומח בבית דגן, ומעבדתו של דר' סטנלי פרימן במרכז וולקני).

**טבלה 1. שכיחות הבידוד של גורמים פתוגניים מצמחי אדמונית נגועים**

גבעולים	כתר		פטריה
	שורש מעובה	שורש	
80	78	65	ריזוקטוניה
40	35	25	פוזריום
0	25	85	פיתיום
0	0	0	פיטופתורה

הערכים מציינים את שכיחות הבידוד של הפטרייה באחוזים מסך הקטעים שנבדקו

**מבחן עקיף לפתוגניות של הפטריות שבודדו.**

מערכת נוספת לזיהוי מחוללי הריקבון נבדקה באמצעות שתילת צמחי בוחן (מלכודת) במצע שבו גדלה אדמונית. בתום עונת הגידול נבחרו עציצים שבהם צמחי אדמונית חולים וכתרים רקובים. בעציצים אלה נזרעה שעועית אשר מהווה צמח מלכודת ובוחן לריזוקטוניה וכן לפוזריום סולני שכן פטריות אלה גורמות לסימפטומים ברורים על השורשים והגבעולים. הצמחים גודלו בחממה למשך 21 ימים ולאחר מכן נעקרו ונבחנו תסמיני המחלה. במרביתם המחולטת של הצמחים נתגלו סימפטומים של ריקבון שורשים וחיגור הגבעולים אשר אופייניים (בנפרד) לריזוקטוניה ופוזריום. מגבעולי השעועית הנגועים בודדנו שוב בשכיחות גבוהה את שתי הפטריות. ממצאים אלה מבססים את הממצאים הקודמים כי ריזוקטוניה ופוזריום שבודדו מכתרים וגבעולים נגועים של צמחי אדמונית הם בעלי כושר פתוגני.

**אימות אחריות הפטריות שבודדו לריקבון באדמונית (מבחן קוד)**

לאחר שהיו בידנו מספר תבדידים של פוזריום וריזוקטוניה, ביצענו מבחן קוד שכלל אילוח מספר גדול של כתרים משלושה זנים של אדמונית וגידול במצע פרלייט. באופן זה אפשר היה לקבוע מחד את אחריותו של הפתוגן לתחלואה, וכן את רגישותם של זנים אחרים וגורמי הקרקע אשר משפיעים על התפתחות המחלה.. הניסויים בוצעו בחממות הגידול בתחנת הניסויים באבני איתן. נבחנו שלושה זנים של אדמונית :

- דושה דה נמור – אשר ידוע כרגיש מאד לריקבונות והוא זן מסחרי מוביל
- שרה ברנהרדט - זן רגיש וגם הוא זן מסחרי מוביל גם כן
- אדולף רוסו – זן אשר נראה במבחנים מקדימים שהוא יותר סביל לריקבון.

קטעי כתרים של אדמונית מזנים אלה הושרשו בעציצים בנפח 2 ליטר שמולאו במצע פרלייט, וגודלו עד להצצת שני עלים לפחות. במקביל גידלנו תרביות של הפטריה על גבי מצע מזון סינטטי. בחודש מרס 2009 בוצע אילוח. התרביות של כל פטריה בנפרד רוסקו במערבל מזון לקבלת תרחיף שכולל קטעי תפטיר (ובמקרה של פוזריום גם נבגים). בנוסף בחנו טיפול שבו רוסקו בדומה כתרים נגועים של אדמונית. שתילי האדמונית הופרדו מהמצע

ושורשיהם נשטפו, השורשים נטבלו בתרחיף למשך חמש דקות. לאחר מכן נשתלו הצמחים בעציצים והוגמנו בתרחיף הפטריות כפי שנעשה בטיפול הטבילה. הצמחים גודלו למשך 6 שבועות ולאחר מכן נעקרו שוב. השורשים נשטפו ונקבע שעור הריקבון. מכל שורש נגוע בוצע בידוד מחדש של הגורם בו אילחנו את הצמחים.

הזן "דושה זה נמור" הוא הרגיש ביותר למחוללי הריקבון (טבלה 2, איור 2). ריזוקטוניה ופוזריום גרמו לריקבון מוחלט של הכתרים. האילוח ברסק שורשים גרם לריקבון ואי התפתחות שורשים אך לא לריקבון מלא של הכתר והשורשים. גם בזן שרה ברנהרדט גרם האילוח בפטריות לריקבון ולאי התפתחות שורשים אך בעוצמה פחותה מאשר בזן דושה זה מור. בולטת במיוחד היתה התגובה של הזן "אדולף רוסו". השפעת האילוח בריזוקטוניה ופוזריום על ריקבון היתה מעטה ביותר אשר מצביעה על עמידות מסוימת כפי שהיא מתבטאת בניסוי זה. בידוד הפטריות מרקמות הצמחים הנגועים מצביע כי הריזוקטוניה והפוזריום מאלחים את רקמות הצמחים בדומה לשעור התחלואה. בזן אדולף רוסו שעור האיכלוס נמוך ביותר. בשני הזנים "דושה זה נמור" ו"שרה ברנהרדט" היה שעור האכלוס רב בכל רקמות הצמח.

טבלה 2. תוצאות בידוד הפתוגנים מרקמות של צמחי אדמונית שאולחו במכוון בפתוגנים למטרות השלמת מבחן קוד.

שעור האכלוס ברקמות (% מסך הצמחים שנבדקו)			זן נבדק
שורשים דקים	שורשים מעובים	בסיס הגבעולים	
ריזקטוניה			
70	50	90	דושה דה נמור
65	50	50	שרה ברנהרדט
45	10	20	אדולף רוסו
פוזריום			
20	60	100	דושה דה נמור
30	50	80	שרה ברנהרדט
10	40	10	אדולף רוסו



איור 2. תחלואת אדמונית מזנים שונים לאחר אילוח. ימין – הזן "דושה דה נמור", מרכז – הזן "שרה ברנהרדט", שמאל – הזן "אדולף רוסו". שיעור האכלוס ברקמות מובא בטבלה 2.

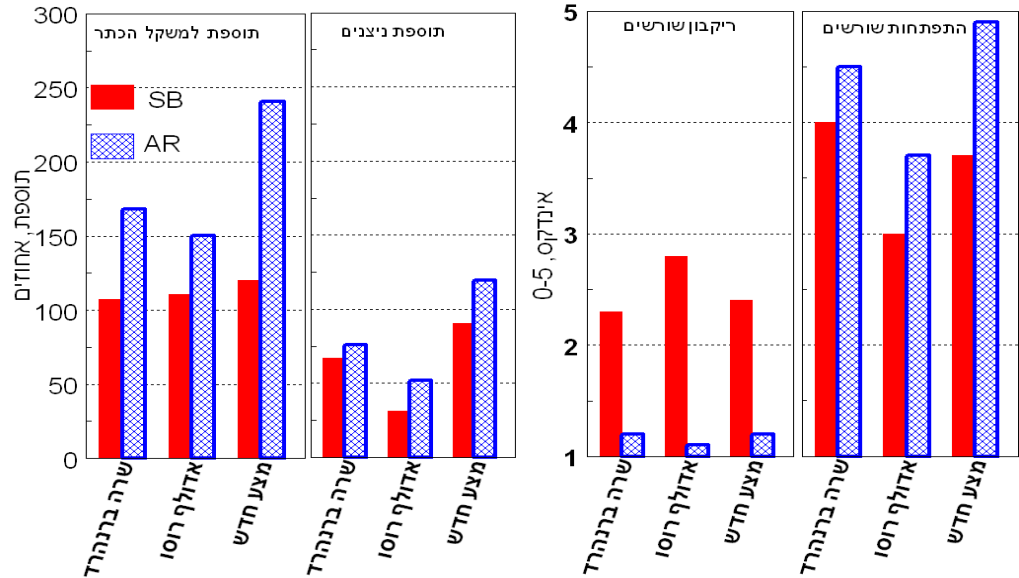
#### מבחן רגישות זנים בגידול

בשנת 2008 בוצע בחוות אבני איתן במקביל לתוכנית מחקר זו ניסוי לבחינת גידול זנים (ללא כל קשר לנגיעות בריקבון). בניסוי זה גודלו בין היתר הזנים "שרה ברנהרדט" ו"אדולף רוסו". כל הזנים גודלו בדליים במצע פרלייט. בתום הניסוי בלט שיעור תחלואה שונה בזנים השונים. על כן בתום הניסוי, נאסף מצע הפרלייט מכל זן בנפרד ונשמר. בשנת 2009 נשתלו במצע שנאסף בעונה הקודמת מכל זן, בשני הזנים כדי לבחון (א) האם קיימת העברה של הפגעים במצע (ב) האם רגישות הזנים נובעת מכמות המידבק במצע או רגישות גבוהה יותר בזנים מסויימים. בנוסף נשתלו שני הזנים במצע פרלייט חדש. הכתרים נשתלו בחודש פברואר 2009. בחודש נובמבר 2009 נעקרו הצמחים והכתרים נבדקו לחומרת הריקבון ותוספת וגטיבית ורפרדוקטיבית. בתום עונת הגידול נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומס' הניצנים החדש בהשוואה למספרם במועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון בשורשים ובכתר. הערכת הריקבון בכתר ובשורשים נעשתה על פי אינדקס חומרת ריקבון בסולם 0-5 (איור 1). הערכת מדד התפתחות השורשים נעשתה על פי אינדקס התפתחות בסולם 0-5: 0 – כתר רקוב ללא סימנים להתפתחות שורשים 5 – כתר גדול ומסת שורשים גדולה ובהירה.

גידול הצמחים במצע הפרלייט החדש (אשר חופשי מגורמי מחלות) מבטא את התבטאות המחלות כתוצאה מנגיעות בחומר הריבוי. ניתן לראות כי הזן אדולף רוסו סביל יותר באופן בולט מאשר הזן "שרה ברנהרדט"



(איור 3). בנוסף נראה כי אין הבדל בנגיעות בין המצעים השונים (מצע ישן לעומת חדש). נתון זה מצביע בבירור כי עיקר הנגיעות היא בחומר הריבוי ולא במצע הגידול. בכל שלושת המצעים בולטת סבילותו הרבה של הזן "אדולף רוסי" לריקבון. נתון זה מתבטא בבירור גם בהתפתחות השורשים של הזן הזה, בתוספת משקל הכתר והניצנים.

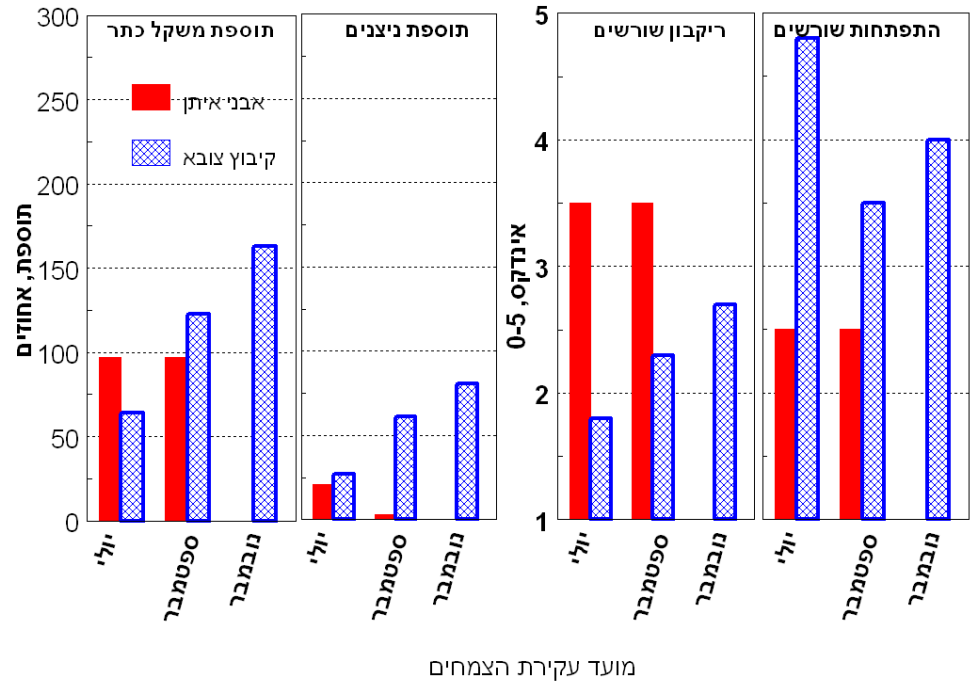


מקור המצע והזן שגודל בשנה הקודמת

**איור 3. רגישות זני אדמונית לריקבון והשפעת מצע הגידול הקודם (זן האדמונית שגדל בו) על שיעור הריקבון והתפתחות הצמחים.**

### 3. השפעת מקור חומר הריבוי על התפתחות ריקבון באדמונית

בשנת המחקר הראשונה נוכחנו כי חומר הריבוי שמקורו בתחנת הניסויים באבני איתן מאולח מאד במחולל המחלות. על כן בחנו את התפתחות התחלואה בצמחים בהשפעת מקור חומר הריבוי. בניסוי זה נבדקו שני מקורות חומר ריבוי, הראשון מאבני איתן והשני מצמחים שגודלו בקרקע מקומית בקיבוץ צובא. הכתרים נשתלו בדליים במצע פרלייט חדש וגודלו על פי המלצות הגידול. אחת לחודשיים, החל מחודש יולי נעקרו צמחים מכל הטיפולים ונבדקה מידת התחלואה והתפתחות הכתר. בתום עונת הגידול נגזם נוף הצמחים, הכתרים נעקרו ונשטפו, ונבחנו נתוני הגידול של כל כתר, הערכת הריקבון בכתר ובשורשים נעשתה על פי אינדקס חומרת ריקבון בסולם 0-5 (איור 1). הערכת מדד התפתחות השורשים נעשתה על פי אינדקס התפתחות בסולם 0-5: 0 – כתר רקוב ללא סימנים להתפתחות שורשים: 5 – כתר גדול ומסת שורשים גדולה ובהירה. הממצאים מצביעים בבירור כי שיעור הנגיעות בחומר הריבוי הוא הקובע הראשוני והעיקרי את שיעור וחומרת התחלואה בריקבון (איור 3). בכתרים שמקורם בגידול בחוות הניסויים אבני איתן התפתח ריקבון בדרגת חומרה רבה כבר בחודש יולי והוא החמיר עם התמשכות הגידול, ובשלב מתקדמים יותר הכתרים נרקבו לחלוטין. לעומת זאת, בצמחים שמקורם מחומר ריבוי מקיבוץ צובא, שהיה נקי יותר ממחולי מחלות היה שיעור נגיעות נמוך והתפתחות הצמחים בכל מדדי הגידול הייתה טובה. עם זאת, גם בצמחים אלה התפתחה תחלואה, עובדה המצביעה כי חומר ריבוי שלכאורה נראה נקי, מאולח באופן אשר מחייב טיפול משלים כדי להבטיח את הגידול התקין עד לסוף העונה וכדי להבטיח חומר ריבוי בריא לעונה הבאה. ממצאים בנושא מוצגים בהמשך הדוח.



איור 4. השפעת מקור חומר הריבוי על תחלואת צמחי אדמונית ועל התפתחות השורשים

#### 4. השפעת מצע הגידול על התפתחות ריקבון באדמונית

הסיבה העיקרית להעדפת המגדלים את מצע הפרלייט הוא המשקל הנמוך אשר מפשט מאד את השינוע לקירור וממנו. עם זאת מצע הפרלייט תורם רבות להתפתחות מחוללי הריקבון, ולהחמרה בשיעור וחומרת הנזק לכתרים. בתצפיות מקדימות אשר בוצעו בשלבים הראשונים של המחקר נראה כי למצע הגידול יש השפעה על התבטאות הריקבון באדמונית ועל חומרת המחלה. מהממצאים שדווחו עד כה אנו רואים כי מצע פרלייט מעודד מאד את התפתחות הריקבון בכתרים. לעומת זאת נראה כי זנים שונים של אדמונית אשר גדלים בקרקע מקומית בחוות הניסויים באבני איתן (חלקות זנים רב שנתיות) גדלים ללא תחלואה רבה. ככלל מדווח כי גידול אדמונית בקרקע מקומית מלווה בדרך כלל בשיעור ריקבון נמוך יותר בהשוואה למצע מנותק. כמו כן נראה בתצפיות מוקדמות כי קומפוסט תורם לדיכוי שיעור וחומרת הריקבון. ככל הנראה למצע הגידול ישנה השפעה על עידוד או דיכוי גורמי המחלות.

בשנת 2010 בוצע ניסוי לבחינת השפעת מצע הגידול על ריקבון באדמונית. נבחנו שני זנים של אדמונית (שרה ברנהרדט ואדולף רוסו) אשר נבחנו בגידול בחמישה מצעי גידול. המצעים כללו:

1. מצע פרלייט חדש.
2. תערובת פרלייט וקומפוסט – 70%-30 נפחי בהתאמה
3. תערובת טוף כבול – 50% מכל מרכיב
4. תערובת טוף, כבול, קומפוסט – 50%, 35%, 15% בהתאמה
5. תערובת טוף, קומפוסט וקרקע מקומית – 33% מכל מרכיב

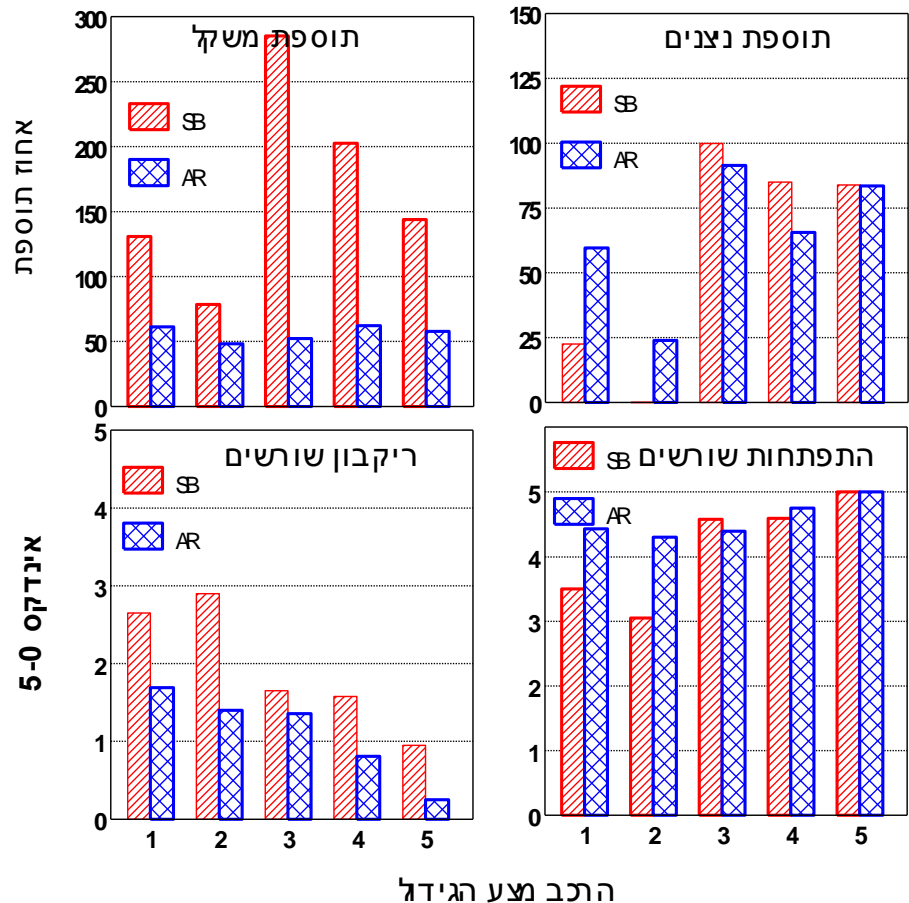
הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי, כל זן וכל מצע נבחנו ב-5 חזרות, 6 דליים בכל חזרה. לפני השתילה תועדו נתוני הפתיחה של כל כתר, דהיינו משקל הכתר ומספר הניצנים החיוניים. הכתרים נשתלו במהלך חודש

פברואר והצמחים גודלו עד לחודש נובמבר. בתום עונת הגידול נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומסי' הניצנים החדש בהשוואה למספרם מועד השתילה. בנוסף, בחנו נתונים של מדד התפתחות השורשים ושעור התחלואה בריקבון, בשורשים ובכתר.

התפתחות ריקבון במרבית כתרי האדמונית מהזן שרה ברנהרדט נראתה במצעים שהכילו פרלייט (איור 5). לעומתם מצעים שכללו קרקע מקומית תרמו במידה רבה להפחתת בחומרת הריקבון. תערובת מצע שכללה קרקע מקומית וקומפוסט תרמה לדיכוי הריקבון בכתרים באופן מרבי. תוספת קומפוסט למצע פרלייט בשיעור בו השתמשנו לא שינתה את התמונה ומידת הנזק במצע זה היתה עדיין חמורה (איור 5).

מצע שמכיל רכיבים של קרקע קומפוסט וטוף הוא מצע אשר מחד מאפשר תכונות הידראוליות טובות לגידול וכן מבטיח יותר את בריאות הכתרים. במצע זה ראינו בהחלט דיכוי של מחוללי הריקבון אשר מתבטא בכתרים בריאים בסוף העונה. מצע זה הוא אומנם נוח פחות בהיבטים של שינוע מהחממה לקרור ובחזרה, אולם תכונותיו הפיטוסניטריות מחייבות חשיבה נוספת.

השפעת המצעים השונים על עידוד/דיכוי הריקבון נראתה גם בזן אדולף רוסו, אף שזן זה סביל יותר למחוללי הריקבון. מן הסתם, חשיבות המצע בהשפעתו על התפתחות הריקבון ישימה למרבית הזנים המגודלים.



איור 5. השפעת מצעי גידול שונים על מדדי צימוח באדמונית ועל שעור הריקבון בכתרים בתום עונת הגידול. פירוט המצעים מופיע בתיאור הניסוי לעיל.

## 5. הדברת הפתוגן בכתרים נגועים לפני השתילה.

הממצאים עד כה העידו מעבר לכל ספק כי חומר הריבוי (הכתרים) הוא המקור העיקרי לאילוח. בנוסף נוכחנו כי גם כתרים שלכאורה נראים ללא תסמינים, מכילים את מחוללי הריקבון. לכן, חשוב והכרחי לטפל בחומר הריבוי לפני השתילה, על מנת לקטול את הפתוגן, למנוע את אילוח המצע, ולצמצם את הפוטנציאל של מחוללי המחלה לגרום נזק לצמחי האדמונית בגידול העוקב. בסדרת הניסויים הראשונה בחנו את הפוטנציאל של תכשירים כימיים מקבוצות שונות לקטול את הפגעים בכתרים נגועים טרם השתילה. לצורך כך נבחרו כתרים נגועים ביותר. הטיפולים כללו טבילה של הכתרים למשך חצי שעה בתכשיר הנבדק. נבחנו התכשירים הבאים:

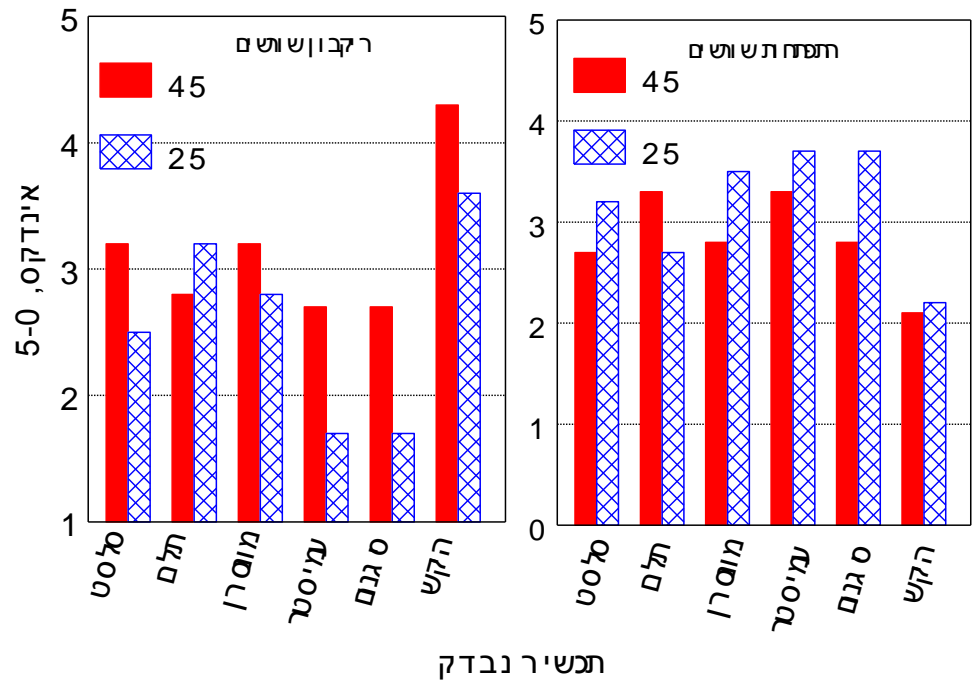
- היקש - כתרים מאולחים ללא כל טיפול
- סלסט (Fludioxonil, 100 g/L a.i.) בריכוז 0.3%
- תלם (Flutolanil) בריכוז 1%
- מונסרן (Pencycuron, 250 g/L a.i.) בריכוז 1%
- עמיסטר (Azoxystrobin, 250 g/L a.i.) בריכוז 0.4%
- סיגנום (Pyraclostrobin 6.7% a.i. + Boscalid 26.7% a.i.) בריכוז 0.2%

טבילת הכתרים בוצע בשתי טמפרטורות לכל תכשיר: טבילה בטמפרטורה 25 מ"צ לעומת טבילה בטמפרטורה של 43 מ"צ (למשך 30 דקות). לאחר ההשריה בתכשיר הכימי, הועברו הכתרים לחדר קירור למשך שבוע. מיד לאחר מכן נשתלו הכתרים בדליים שהכילו מצע פרלייט חדש והוצבו בחממה. הניסויי הוצב במתכונת של ניסוי דו גורמי (טפולים כימיים X טמפרטורת טבילה) בבלוקים באקראי, 5 חזרות, 6 דליים בכל חזרה. לפני השתילה תועדו נתוני הפתיחה של כל כתר, דהיינו משקל הכתר ומספר הניצנים החיוניים. הכתרים נשתלו במהלך חודש פברואר 2008 והצמחים גודלו עד לחודש נובמבר. התפתחות הצמחים בכל השלבים מצביעה בבירור כי טבילת הכתרים בטמפרטורה של 45 מ"צ גרמה לפגיעה בהתפתחות הצמחים. פגיעה זו לא הושפעה כמעט מהטבילה בתכשיר הכימי שנבדק.

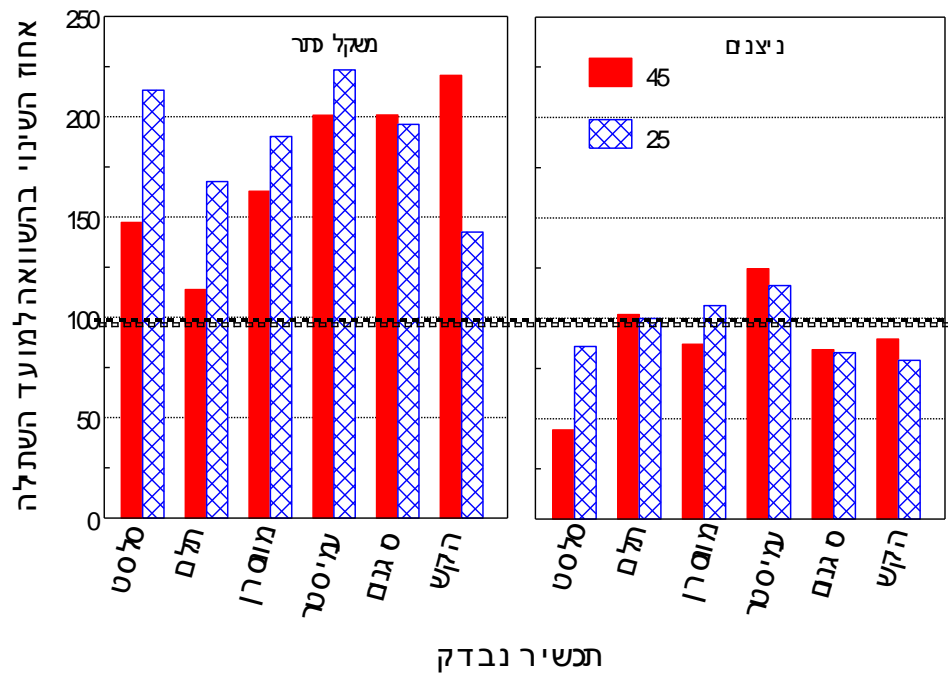
בתום עונת הגידול נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומס' הניצנים החדש בהשוואה למועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון בשורשים ובכתר.

הערכת הריקבון בכתר ובשורשים נעשתה על פי אינדקס חומרת ריקבון בסולם 0-5 (איור 1). הערכת מדד התפתחות השורשים נעשתה על פי אינדקס התפתחות בסולם 0-5: 0 – כתר רקוב ללא סימנים להתפתחות שורשים 5 – כתר גדול ומסת שורשים גדולה ובהירה.

פוטנציאל הריקבון בכתרים ובשורשים הוא גבוה ביותר כפי שהוא משתקף בכתרים מאולחים שלא טופלו לפני השתילה. חומרת הריקבון הייתה קרובה לדרגה המרבית (איור 6). בניגוד לכך, התפתחות השורשים בצמחים נגועים הייתה מועטה ביותר. טבילת הכתרים בתכשירי הדברה בטמפרטורה גבוהה תרמה להגברת שעורי הריקבון במרבית הטפולים. גם במדדים אלה נראה כי תהליך "הבישול" להדברת פגעים בכתרים פוגע בחיוניות הכתרים ומגביר את רגישותם לפתוגנים. מרבית תכשירי ההדברה בהם השתמשנו לטיפול בכתרים לפני השתילה תרמה להפחתת שעור הריקבונות והגברת הצימוח (איורים 6,7). הטיפולים המקדימים בתכשירים תלם, מונסרן ועמיסטר תרמו לשיפור יצירת ניצנים חדשים בהשוואה לתכשירים סיגנום וסלסט אשר לא השפיעו בכיוון זה (איור 7). משקל הכתר הושפע גם הוא מהטפולים הכימיים. גם במדד זה תרמו התכשירים מונסרן, סיגנום ועמיסטר לגידול במשקל הכתר במידה הרבה ביותר.

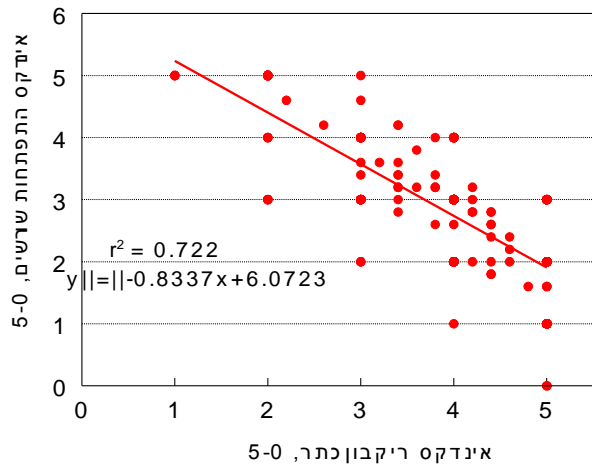


איור 6. השפעת טיפולים מקדימים בתכשירים כימיים בכתרי אדמונית על ריקבון בכתר ובשורשים, ועל התפתחות השורשים. הטיפול בתכשירים כימיים בוצעו בטבילה בטמפרטורה של 25 מ"צ או בטמפרטורה של 45 מ"צ.



איור 7. השפעת טיפולים מקדימים בטבילת כתרים של אדמונית בתכשירים כימיים על תוספת במשקל הכתר ובמספר הניצנים. טבילת הכתרים בוצעה בטמפרטורה של 25 מ"צ או בטמפרטורה של 45 מ"צ. קו מרוסק מציין חוסר שינוי בהשוואה לנתוני הכתרים במועד השתילה

השפעת הפתוגנים על ריקבון הכתר מחד ועל התפתחות השורשים מאידך מובאת באיור 8 אשר מתאר את הקשר הלינארי בין מדדים אלה.



איור 8. הקשר בין חומרת הריקבון להתפתחות השורשים בניסוי טבילת הכתרים בפונגיצידיים (הנתונים לקוחים מאיור 6).

### 6. יישום תכשיר הדברה במצע הגידול על ידי הגמעה במהלך הגידול

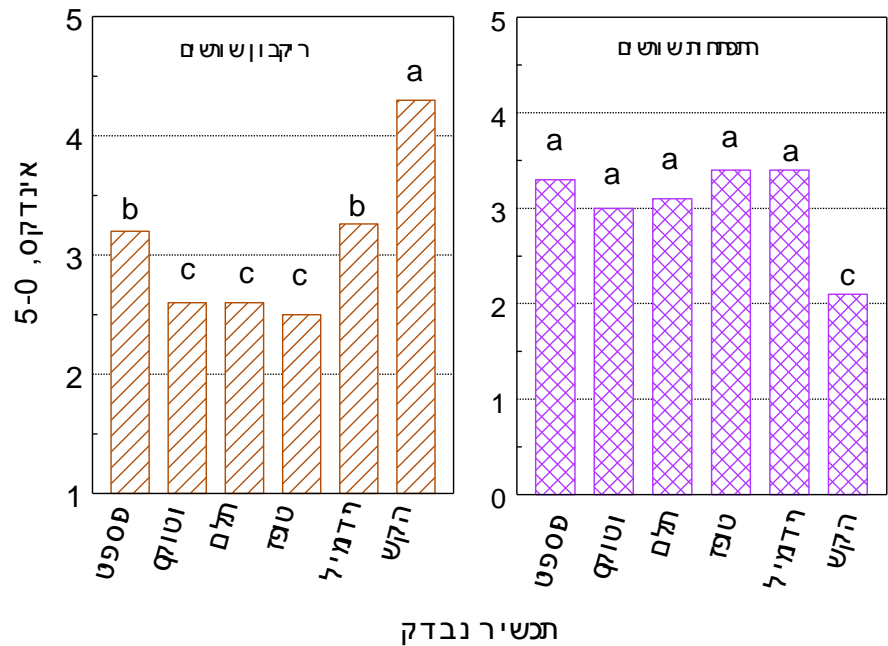
כאמור, הטיפול המקדים בכתרים לפני השתילה הוא אמצעי אחד בהפחתת פוטנציאל המידבק של הפתוגנים בכתר. הממצאים כפי שתוארו בפרק הקודם מצביעים כי הטיפול המקדים בכתרים מאולחים אינו מספיק דיו. על מנת להבטיח גידול בריא וכתרים חופשיים מריקבון בתום העונה, ישנו הכרח בטיפולים נוספים במשך עונת הגידול. טיפולים אלה אמורים לדכא ולעכב את ההתפתחות של הפתוגן בכתרים וכן במצע. מכיוון שכל הניסויים מגודלים במצע פרלייט חדש, ברור כי מקור הנגיעות הוא בכתרים נגועים. על כן, גם טיפולים במהלך הגידול נועדו לדכא את התפתחות הפתוגנים שמאכלסים את הכתר.

בחנו יישום של תכשירי הדברה במהלך הגידול לדיכוי התפתחות ריקבון. נבחנו התכשירים הבאים

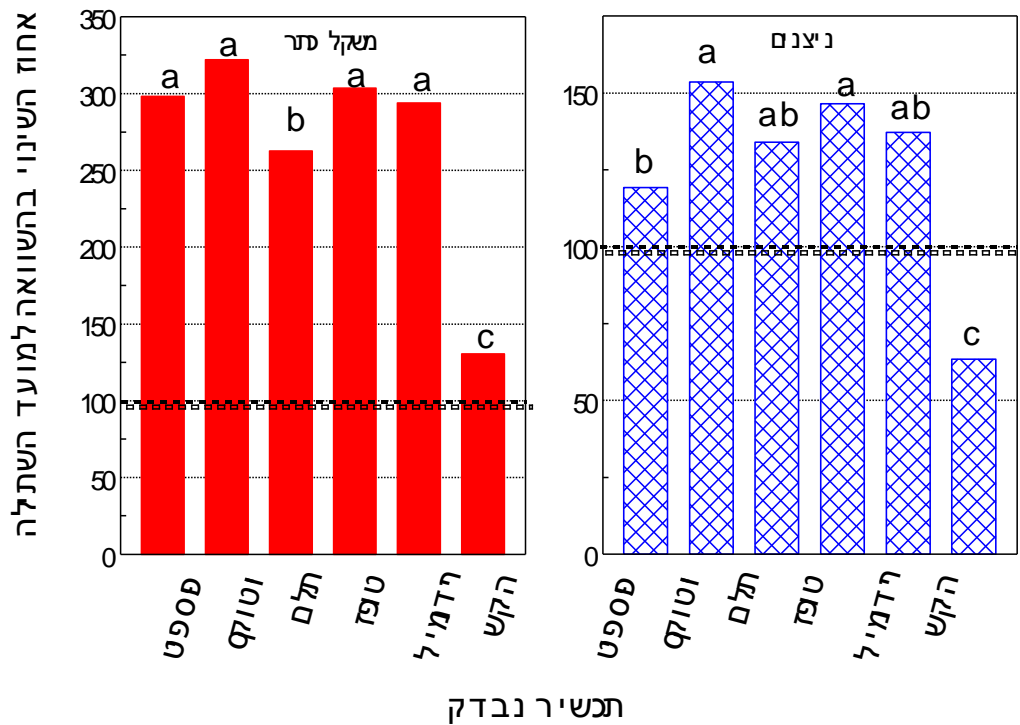
- היקש - כתרים מאולחים ללא כל טיפול
- ויטוקס (Carboxin, 250 g/L a.i.) - 0.25 סמ"ק לעציץ
- תלם (Flutolanil) - 0.2 סמ"ק לעציץ
- טופז (Thiophanate methyl, 250 g/L a.i.) - 0.1 סמ"ק לעציץ
- רידומיל (Metalaxyl, 480 g/L a.il) - 0.1 סמ"ק לעציץ
- פוספיט (חומצה זרחיתית) - 0.2 סמ"ק לעציץ

הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי, 5 חזרות, 6 דליים בכל חזרה. בכל דלי (נפח 10 ליטר) נשתל כתר אחד. הכתרים נשתלו במהלך חודש פברואר והצמחים גודלו עד לחודש נובמבר. יישום התכשירים בוצע אחת לחודשיים (למעט הטיפול בפוספיט אשר בוצע אחת לחודש). התכשירים הוחדרו באמצעות מערכת ההשקיה בטפטוף.

בתום עונת הגידול נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומסי' הניצנים החדש בהשוואה למספרם במועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון שורשים ובכתר על פי אינדקס חומרת ריקבון (איור 1).



איור 9. השפעת טיפולי הגמעה בתכשירים כימיים במצע הגידול במהלך גידול אדמונית על ריקבון בכתר ובשורשים, ועל התפתחות השורשים. הטיפולים בתכשירים כימיים בוצעו באמצעות מערכת ההשקיה.



איור 10. השפעת טיפולי הגמעה בתכשירים כימיים במצע הגידול במהלך גידול אדמונית על תוספת במשקל הכתר ובמספר הניצנים. הטיפולים בתכשירים כימיים בוצעו באמצעות מערכת ההשקיה.

כל התכשירים שנבחנו היו יעילים בהפחתת חומרת הריקבון בכתרים ובשורשים. הגמעת התכשירים ויטוקס, תלם וטופז גרמה להפחתה הבולטת ביותר בשיעור הריקבון. גם התכשירים פוספיט ורידומיל גרמו להפחתה בשיעור הרקבונות, אך בשיעור נמוך יותר (איור 9). התכשירים ויטוקס, תלם וטופז ידועים בכושרם לפגוע בפטריות ריזוקטוניה ופוזרים, ואלה מאששים את ממצאי הבידוד כי פטריות אלה מעורבות בריקבון הכתרים. מאידך, רידומיל וגם פוספיט ידועים בכושרם לדכא פטריות ירודות דוגמת פיתיום שגם היא נמצאה בבידודים מכתרים נגועים טבלה 1). בניסויים מקדימים שבוצעו בשנת 2007 (לפני תחילת תוכנית המחקר הנוכחית) מצאנו כי התכשיר ויטוקס היה יעיל בהדברת הריקבון כאשר הוא ניתן על הכתרים כטיפול מקדים. הממצאים מעבודה הנוכחית מאששים את הפוטנציאל של התכשיר כאמצעי לחיטוי כתרים טרם השתילה והגמעתו במהלך הגידול.

כל התכשירים תרמו להתפתחות טובה יותר של הכתרים ולתוספת משקל גבוהה בהשוואה לכתרים בחלקות ההיקש (איור 10). שיפור ההתפתחות התבטא גם ביצירת ניצנים חדשים בהשוואה להיקש.

### **7. טיפולי הדברה בחומר הריבוי לפני השתילה וטיפולים משלימים במהלך הגידול.**

הממצאים משנת המחקר הראשונה הצביעו כי ישנו צורך בטיפול משולב, דהיינו, טיפול בכתרים לפני השתילה ודיכוי הפתוגנים במהלך הגידול באמצעות הגמעה בתכשירי הדברה. הפעולה המשולבת הכרחית משום שחומר הריבוי (הכתרים) מאולח כפי שראינו בממצאים עד כה. על כן, ביצענו בשנים 2009-2010 שני ניסויים בהיקף גדול שבהם נבחנו מספר תכשירים בכושרם לקטול את הפגעים טרם השתילה במשולב עם יישום תכשירים במהלך הגידול. בשנת 2009 נבחנה סדרת תכשירים אחת ובשנת 2010 צמצמנו את רשימת התכשירים והתמקדנו באלה שנמצאו יעילים בשנת 2009.

#### **ניסוי בשנת 2009**

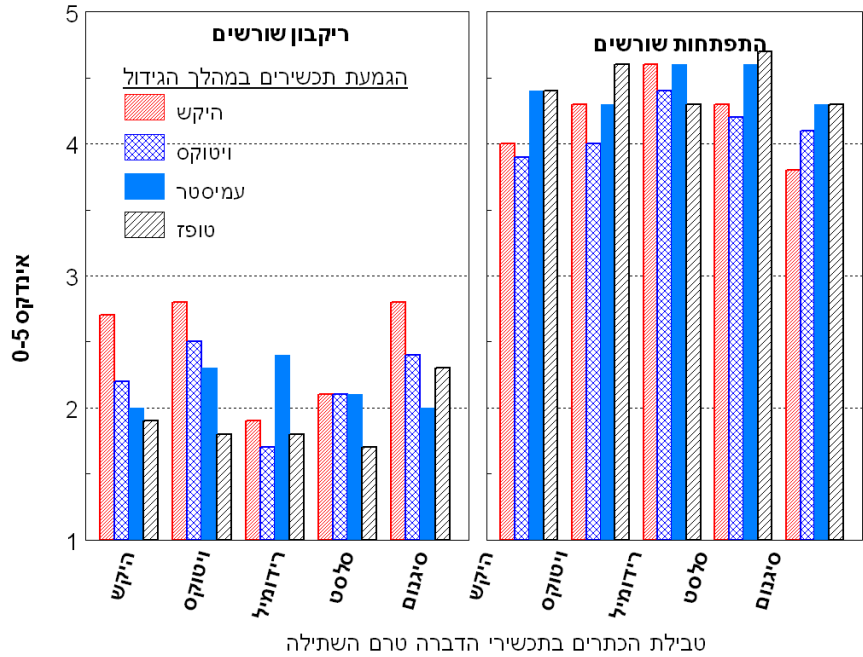
הניסוי כולו בוצע בחומר ריבוי שמקורו מקיבוץ צובא (ראה ניסוי 3 לעיל). חומר הריבוי נטבל למשך 30 דקות בתמיסת תכשירי ההדברה. נבחנו התכשירים הבאים:

- היקש - כתרים מאולחים ללא כל טיפול
- ויטוקס (Carboxin, 250 g/L a.i.) – בריכוז 0.2%
- סלסט (Fludioxonil, 100 g/L a.i.) בריכוז 0.3%
- רידומיל (Metalaxyl, 480 g/L a.i.) - בריכוז 0.2%
- סיגנום (Pyraclostrobin 6.7% a.i. + Boscalid 26.7% a.i.) בריכוז 0.2%

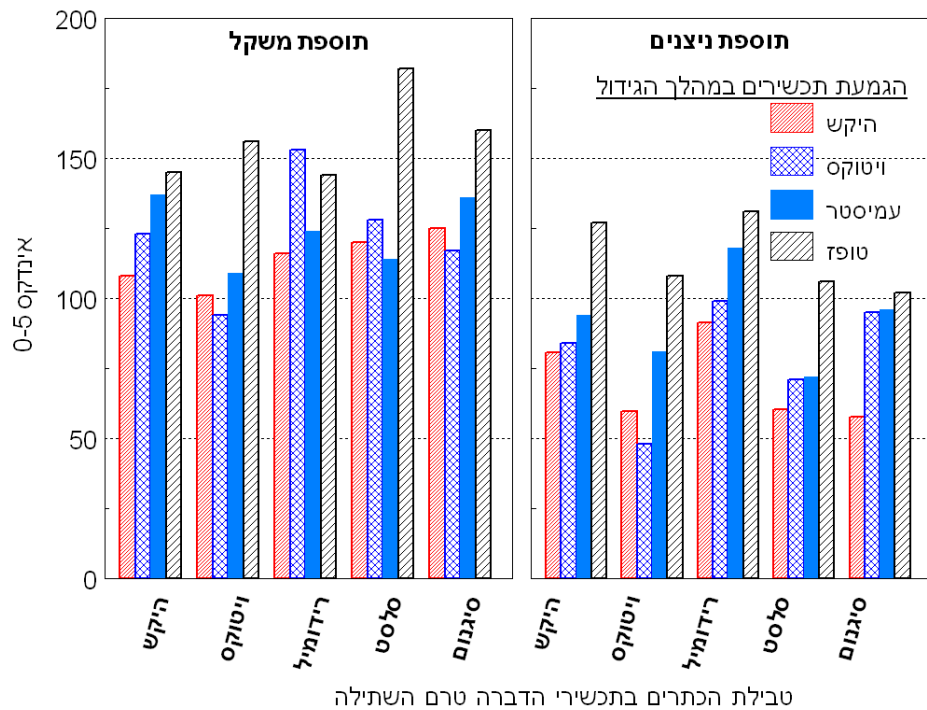
לאחר הטיפול, נשתל כל כתר בנפרד בדלי שהכיל מצע פרלייט חדש. במהלך הגידול ייושמו תכשירי הדברה לקטילת פטריות באמצעות הגמעה דרך מערכת הטפטוף (שתי טפטפות לדלי). טיפולי ההגמעה בוצעו אחת לחודשים (סה"כ שלושה יישומים). נבחנו התכשירים הבאים:

- היקש - כתרים מאולחים ללא כל טיפול
- ויטוקס (Carboxin, 250 g/L a.i.) - 0.25 סמ"ק לעציץ
- עמיסטר (Azoxystrobin, 250 g/L a.i.) 0.2 סמ"ק לעציץ
- טופז (Thiophanate methyl, 250 g/L a.i.) – 0.1 סמ"ק לעציץ





איור 11. השפעת טבילת חומר הריבוי בתכשירי הדברה לפני השתילה ויישום תכשירים במהלך הגידול על תחלואת צמחי אדמונית.



איור 12. השפעת טבילת חומר הריבוי בתכשירי הדברה לפני השתילה ויישום תכשירים במהלך הגידול על התפתחות צמחי אדמונית.

בתום עונת הגידול בחודש נובמבר, נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומס' הניצנים החדש בהשוואה למספרם במועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון שורשים ובכתר.

ככלל ניתן לראות שכל הטיפולים (קדם שתילה או במהלך הגידול) היו יעילים בהפחתת התחלואה ושיפור התפתחות הכתרים בהשוואה לביקורת ללא כל טיפול (איורים 11, 12). טבילת הכתרים טרם השתילה ברידומיל או סלסט היו היעילים ביותר בהפחתת התחלואה ללא קשר לטיפולים המשלימים במהלך הגידול. יישום טופז במהלך הגידול היה יעיל ביותר גם בהפחתת התחלואה. התכשיר עמיסטר לא היה יעיל כאשר הוא ניתן במהלך הגידול באמצעות שתי טפטפות לדלי. עם זאת מצאנו כי שיטת היישום יכולה לשפר את יעילות התכשיר (ראה פרק 8 להלן).

### **ניסוי בשנת 2010.**

הניסוי כולו בוצע בחומר ריבוי שמקורו בכתרים הבריאים מהניסוי בשנה הקודמת. כתרים אלה עברו מיון וניקוי לפני תחילת הטיפולים כדי להבטיח מינימום אילוח ואחידות בין הכתרים. חומר הריבוי נטבל למשך 30 דקות בתמיסה מהתכשירים הבאים:

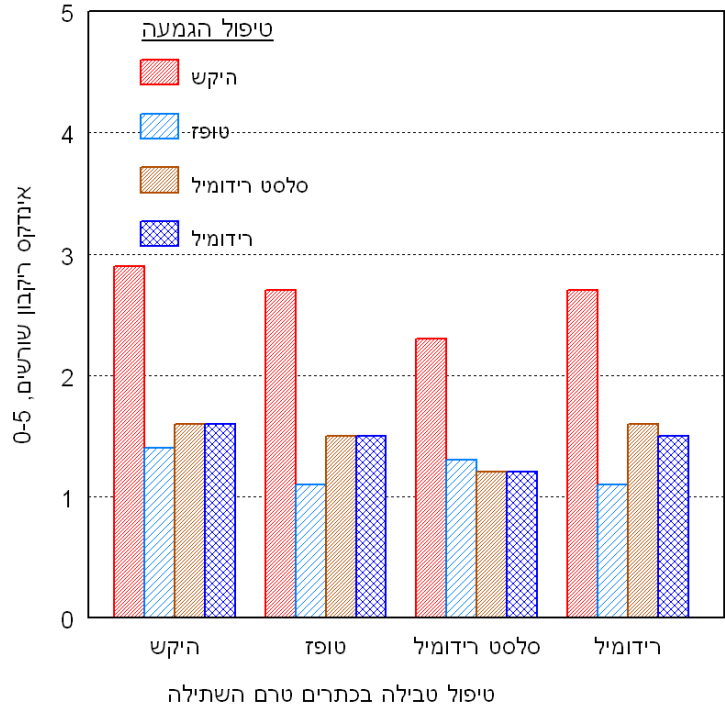
- היקש - כתרים מאולחים ללא כל טיפול
- טופז (Thiophanate methyl, 250 g/L a.i.) – בריכוז 0.2%
- סלסט (Fludioxonil, 100 g/L a.i.) בריכוז 0.3% + רידומיל (Metalaxyl, 480 g/L a.i.) - בריכוז 0.2%
- רידומיל (Metalaxyl, 480 g/L a.i.) - בריכוז 0.2%

לאחר הטיפול, נשתל כל כתר בנפרד בדלי שהכיל מצע פרלייט חדש. במהלך הגידול ייושמו תכשירי הדברה לקטילת פטריות באמצעות הגמעה דרך מערכת הטפטוף (שתי טפטפות לדלי). טיפולי ההגמעה בוצעו אחת לחודשים (סה"כ שלושה יישומים). נבחנו התכשירים הבאים:

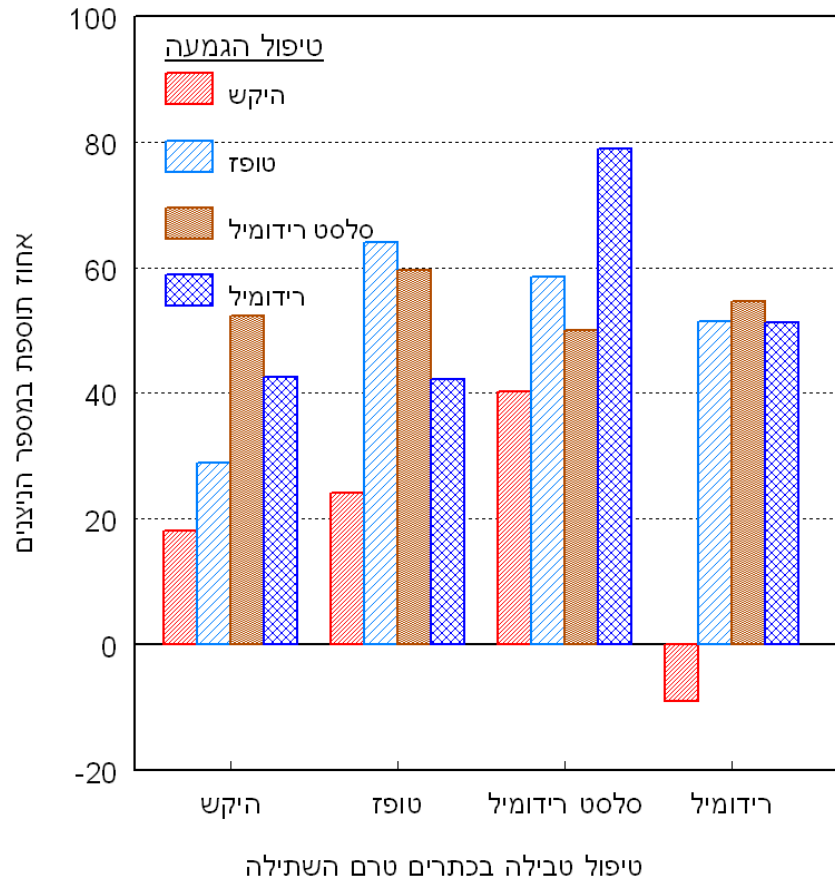
- היקש - כתרים מאולחים ללא כל טיפול
- טופז (Thiophanate methyl, 250 g/L a.i.) – 0.1 סמ"ק לעציץ
- סלסט (Fludioxonil, 100 g/L a.i.) + רידומיל (Metalaxyl, 480 g/L a.i.) - 0.2 סמ"ק לעציץ מכל תכשיר
- רידומיל (Metalaxyl, 480 g/L a.i.) - 0.1 סמ"ק לעציץ

בתום עונת הגידול בחודש נובמבר, נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומס' הניצנים החדש בהשוואה למספרם במועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון בשורשים ובכתר. הערכת הריקבון בכתר ובשורשים נעשתה על פי אינדקס חומרת ריקבון בסולם 0-5:

התוצאות בניסוי מצביעים בבירור על חשיבות הטיפול המשולב. ניתן לראות כי טיפול בכתרים בלבד ללא טיפול הגמעה במהלך הגידול היה יעיל חלקית בהפחתת הרקבנות (איור 13). באופן דומה התקבלה יעילות חלקית בטיפול הגמעה בלבד ללא טיפול בכתרים. הטיפולים שכללו טבילה או הגמעה בתכשירי רידומיל וטופז היו יעילים ביותר בהפחתת הריקבון בכתרים וכן בהבטחת מדדי צימוח משופרים (איור 14). גם הטיפול בתכשיר המשולב רידומיל + סלסט יעיל בהפחתת הריקבנות. אולם ראינו עיכוב מסוים בהתפתחות הצמחים, במיוחד כאשר גם הטיפול בכתרים וגם במהלך הגידול היו בתכשירים אלה. לכן, קיים חשש כי תכשירים אלה עלולים להוות סיכון כלשהו לצימוח.



איור 13. השפעת טבילת חומר הריבוי בתכשירי הדברה לפני השתילה ויישום תכשירים בהגמעה במהלך הגידול על תחלואת צמחי אדמונית.



איור 14. השפעת טבילת חומר הריבוי בתכשירי הדברה לפני השתילה ויישום תכשירים בהגמעה במהלך הגידול על התפתחות ניצנים חדשים.

### 8. השפעת אופן יישום התכשירים על יעילות הדברת מחוללי הריקבון

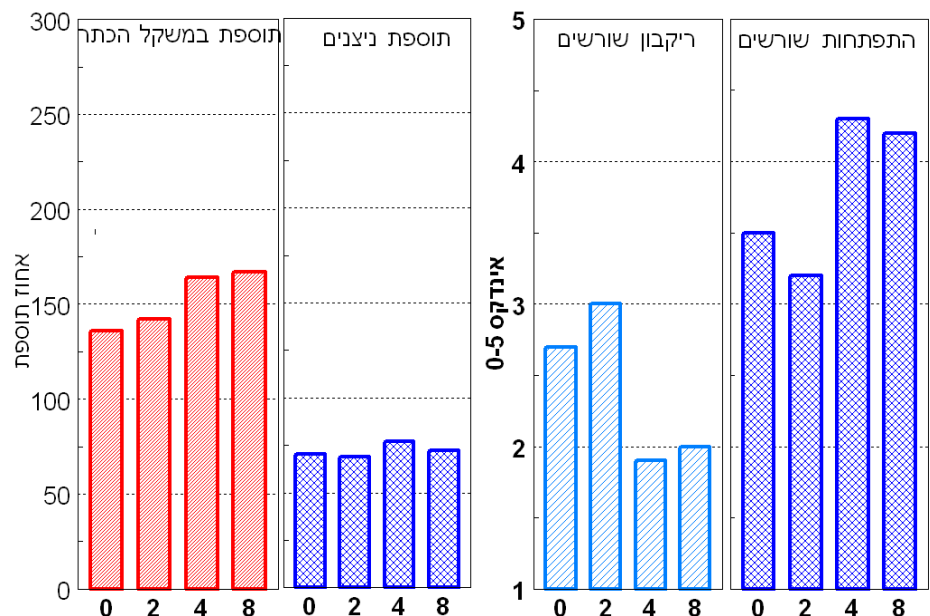
יעילותם של תכשירי הדברה תלויה לעיתים גם באופן יישומן. בשנים 1009-1010 בחנו בשני ניסויים נפרדים האם יעילות ההגנה של תכשירי ההדברה על הכתרים והשורשים תלויה ומושפעת ממידת פיזור התכשירים באמצעות מערכת הטפטוף. לצורך כך נבחנו מספר טיפולים אשר כללו מספר טפטפות שונה לכל דלי. בכל טפול הקפדנו, עם זאת, על נפח מים אחיד ועל כמות תכשיר הדברה דומה בכל הטיפולים.

#### ניסוי בשנת 2009

כל חומר הריבוי היה ממקור צובא, ובוצעה טבילה של הכתרים טרם השתילה בתכשיר וויטוקס. במהלך הגידול בוצע יישום בהגמעה של התכשיר עמיסטר. הטיפולים שנבחנו היו.

- היקש
- הגמעה והשקיה באמצעות שתי טפטפות לדלי (ספיקת כל טפטפת 2 ליטר/שעה)
- הגמעה והשקיה באמצעות ארבע טפטפות לדלי (ספיקת כל טפטפת 2 ליטר/שעה)
- הגמעה והשקיה באמצעות שמונה טפטפות לדלי (ספיקת כל טפטפת 0.5 ליטר/שעה)

בתום עונת הגידול בחודש נובמבר בתום עונת הגידול נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתר, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומס' הניצנים החדש בהשוואה למועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון בשורשים ובכתר. הערכת הריקבון בכתר ובשורשים נעשתה על פי אינדקס חומרת ריקבון בסולם 0-5: 0 – כתר ושורשים נקיים ללא ריקבון; 5 – כתר רקוב לגמרי ללא התפתחות שורשים (איור 1). הערכת מדד התפתחות השורשים נעשתה על פי אינדקס התפתחות בסולם 0-5 (איור 1).



מספר טפטפות לעציץ

איור 15. השפעת מספר טפטפות לעציץ על יעילות הגמעה חומרי הדברה ועל התפתחות והפחתת תחלואה באדמונית.

הגמעת הצמחים באמצעות שתי טפטפות אינה מספקת את ההדברה הרצויה (איור 15) לעומת זאת, יישום התכשיר באמצעות 4 טפטפות מקנה יעילות הדברה טובה בהחלט. היישום בשמונה טפטפות לעומת זאת הוא רב ואינו נחוץ. חשוב לציין כי ניסוי זה בוצע במקביל לניסוי שתוצאותיו מובאות באיורים 11,12. ברור מהשוואת התוצאות של שני הניסויים כי יעילותו של תכשיר כמו עמיסטר תלויה מאד בשיטת יישום טובה. כמובן שמסקנה זו עשויה להיות רלוונטית גם לתכשירים נוספים.

### **ניסוי בשנת 2010**

בניסוי בשנה האחרונה למחקר התמקדנו בתכשירים אשר הוכיחו יעילות בשנים הקודמות. מתכונת הניסוי היתה דומה לאשר בוצע בשנה שקדמה. הניסוי כולו בוצע בחומר ריבוי שמקורו בכתרים הבריאים מהניסוי בשנה הקודמת. כתרים אלה עברו מיון וניקוי לפני תחילת הטיפול כדי להבטיח מינימום אילוח ואחידות בין הכתרים. הטיפולים כללו:

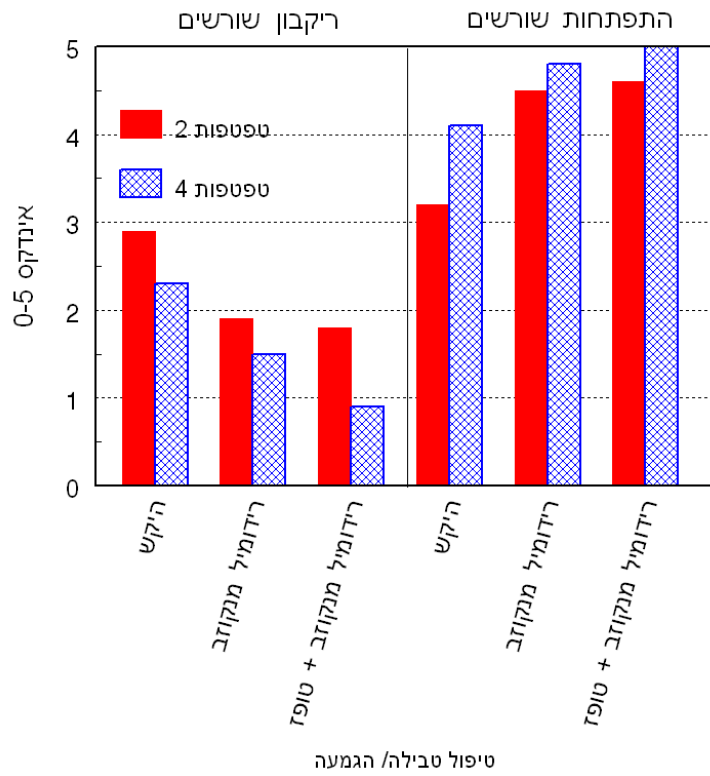
- היקש ללא טיפול טבילה וללא טפול הגמעה
- טבילת הכתרים לפני השתילה בתמיסת רידומיל מנקוזב בריכוז 0.2%
- טבילת הכתרים לפני השתילה בתמיסת רידומיל מנקוזב בריכוז 0.2% והגמעה במהלך הגידול בתמיסת טופו 0.1 סמ"ק לעציץ.

כל אחד מהטיפולים נבחן בשני טיפולי השקיה.

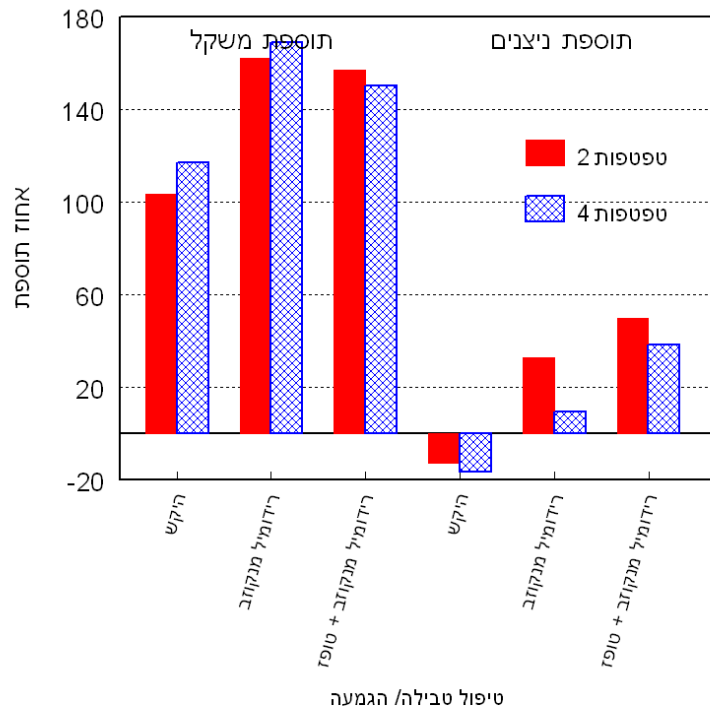
- הגמעה והשקיה באמצעות שתי טפטפות לעציץ (ספיקת כל טפטפת 2 ליטר/שעה)
- הגמעה והשקיה באמצעות 4 טפטפות לעציץ (ספיקת כל טפטפת 1 ליטר/שעה)

הניסוי הוצב באופן פקטוריאלי בארבע חזרות (5 דלילים לכל חזרה). יישום התכשירים במהלך הגידול בוצע פעמיים במרווח של שלושה חודשים (בחודשים מאי, אוגוסט) בתום עונת הגידול בחודש נובמבר נגזם נוף הצמחים והכתרים נעקרו ונשטפו. נבחנו נתוני הגידול של כל כתרי, דהיינו משקלו בהשוואה למשקל בעת השתילה, ומס' הניצנים החדש בהשוואה למספרם במועד השתילה. בנוסף בחנו נתונים של התפתחות השורשים וריקבון בשורשים ובכתר. הערכת הריקבון בכתר ובשורשים נעשתה על פי אינדקס חומרת ריקבון בסולם 0-5 (איור 1).

השקיית הצמחים באמצעות ארבע טפטפות מקנה התפתחות שורשים טובה יותר מאשר השקייה בשתי טפטפות גם ללא כל טיפול כימי בכתרים לפני השתילה או הגמעת תכשיר במהלך הגידול (איור 16). הגמעת הצמחים בתכשיר הדברה באמצעות ארבע טפטפות לדלי משפרת מאד את יעילות ההדברה בהשוואה ליישום באמצעות שתי טפטפות. לא ברור האם שיפור ההדברה נובע מפיזור טוב יותר של התכשיר, או מעצם העובדה כי בהשקיה בארבע טפטפות מתפתחת מערכת שורשים טובה יותר. יתכן כי עצם ההתפתחות של מערכת שורשים טובה יותר משפרת את יעילות הקליטה של התכשירים על השורשים. מכל מקום העובדה החשובה היא כי יישום באמצעות מספר רב יותר של טפטפות משפר יותר את יעילות ההדברה. גם בניסוי זה ניתן לראות בבירור את חשיבות הטיפול המשולב שכולל טיפול בכתרים לפני השתילה והגמעה במהלך הגידול על כל מדדי הגידול והקטנת התחלואה (איורים 16,17).



איור 16. השפעת טבילת חומר הריבוי בתכשירי הדברה לפני השתילה ויישום תכשירים במהלך הגידול על תחלואה והתפתחות צמחי אדמונית



איור 17. השפעת טבילת חומר הריבוי בתכשירי הדברה לפני השתילה ויישום תכשירים במהלך הגידול על תחלואה והתפתחות צמחי אדמונית.

## סיכום:

- מכתרים, שורשים וגבעולים נגועים של אדמונית הצלחנו לבודד שלוש פטריות, ריזוקטוניה ופוזריום ופיתויים אשר נמצאו בקשר הדוק עם תסמיני הריקבון. השלמנו את מבחן קוד אשר מאמת באופן ברור את הקשר של פטריות אלה לגרימת הריקבון.
- אפיינו את מידת הרגישות של זנים למחוללי הריקבון. הזנים המובילים דושה זה נמור ושרה ברנהרדט רגישים מאד לפתוגנים. לעומתם הזן אדולף רוסו סביל מאד לפתוגנים אלה. הזנים המסחריים המובילים הם הזנים הרגישים ולכן חובה למצוא דרכים להבטיח את בריאותם באמצעים נוספים.
- מצאנו כי כתרים מאולחים הם המקור הראשוני והעיקרי לתחלואת צמחי אדמונית. גידול שמקורו בחומר ריבוי חופשי מפתוגנים הוא נקודת המוצא החשובה כדי להבטיח גידול בריא ויצירת חומר ריבוי איכותי בסופו.
- מצע הגידול משפיע מאד על דיכוי או עידוד התפתחות הפתוגנים והתבטאות הריקבון בכתרים של אדמונית. מצע פרלייט מעודד מאד את התפתחות הפתוגנים. לעומתו מצע גידול אשר מכיל קרקע מקומית וקומפוסט הוא בעל תכונות שמדכאות את התפתחות מחוללי המחלות.
- טיפולים להדברת המחלות בכתרים טרם השתילה באמצעות טבילה בתכשירים כימים סלקטיביים וטיפול הגמעה במהלך הגידול יעילים בהבטחת גידול בריא וכתרים חיוניים להמשך הריבוי. מצאנו כי התכשירים רידומיל וטופז מקנים את יעילות ההדברה הטובה ביותר. התברר כי ממשק הדברה יעיל חייב לכלול גם טיפול בכתרים לפני השתילה וגם הגמעה בשורשים במהלך הגידול על מנת להבטיח את דיכוי התפתחות הפתוגנים.
- שיטת הפיזור של התכשירים בדלי במהלך הגידול היא חשובה להבטחת הדברה טובה. גורם זה חשוב במיוחד בתכשירים שיעילותם הסגולית אינה טובה במיוחד. פיזור מי ההשקיה באמצעות מספר רב של טפטפות משפר משמעותית גם את התפתחות השורשים.

## **סיכום עם שאלות מנחות**

### מטרות המחקר לתקופת הדו"ח:

הגדרת ואפיון הפתוגן או הפתוגנים שגורם לריקבון הכתרים; התאמת ממשק הדברה מתאים אשר כולל טיפול בכתרים נגועים, טיפול במצע והתמודדות עם הפתוגן במהלך הגידול..

### עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו:

בשנת העבודה השנייה התמקדנו בהשלמת מבחן קוך לאימות אחריותם של הפתוגנים. הצלחנו לבודד שלוש פטריות, ריזוקטונה ופוזריום ופיתויים. הושלם מבחן קוך אשר מאמת באופן ברור את הקשר של פטריות אלה לגרימת הריקבון.

איתרנו זנים עמידים יותר לריקבון. מידת הסבילות של זנים נוספים תיבחן. עם זאת הזנים המסחריים המובילים הם הזנים הרגישים ולכן חובה למצוא דרכים להבטיח את בריאותם המקור העיקרי לתחלואה הוא חומר ריבוי נגוע. הבטחת חומר ריבוי נקי היא מפתח לגידול בריא ויצירת חומר ריבוי איכותי.

טיפולים להדברת המחלות בכתרים טרם השתילה באמצעות טבילה בתכשירים כימיים סלקטיביים וטיפולי הגמעה במהלך הגידול יעילים כאשר חומר הריבוי אינו מאולח באופן רב. מצאנו כי התכשירים ריזומיל וטופז מקנים את יעילות ההדברה הטובה ביותר.

שיטת הפיזור של התכשירים בדלי במהלך הגידול היא חשובה להבטחת הדברה טובה. גורם זה חשוב במיוחד בתכשירים שיעילותם הסגולית אינה טובה במיוחד. נקודה זו תיבחן גם בשנת המחקר השלישית.

### המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

אימתנו את אחריותם של מחוללי המחלות לתחלואת הכתרים מצאנו כי קיימים זנים סבילים למחוללי המחלות

טיפולים בכתרים טרם השתילה וטיפולים במהלך הגידול יעילים בהקטנת התחלואה. חשוב להבטיח חומר ריבוי נקי.

שיטת יישום התכשירים במהלך הגידול חשוב ביותר להצלחת פעולתם.

### הבעיות שנתרו לפיתרון:

המשך העבודה בכיוון זה מתמקד בבחינת מצעים אשר ידכאו את התפתחותם לש מחוללי הריקבון. יבוצע המשך הטיפולים המשולבים אשר יכללו טיפולים בפקעות טרם השתילה והגמעת תכשירים במהלך הגידול על מנת להבטיח את צמצום התחלואה.

### האם הוחל בהפצת הידע:

הידע לגבי מחולל המחלות והנגיעות בחומר הריבוי הופצה. תוצאות ההדברה טרם הופצו למגדלים שכן אלה נושאים שמחייבים רישוי תכשירים לצורך זה.