

מחקרים לשיפור ההדברה של פסילת האגס

חיים ראובני, דב אופנהיים, עמירם לוי-שקד וזאב פרקש

תקציר

במחקרים מגוונים שבהם התמקדנו בשנים האחרונות במטרה לשפר את ממשק ההדברה של פסילת האגס נבדקו, בין השאר, הנושאים הבאים: (1) קביעת יעילות ההדברה של הפסילה עם אבמקטין ללא שמן במטרה להפחית את הצריבות מתכשירים בפרי. (2) בדיקת רמת הרגישות של הפסילה והשינוי ברגישות לאחר הפסקת השימוש בתכשירי אמטראז ואבמקטין במטרה לשמור על יעילותם לטווח ארוך, (3) בדיקת ההשפעה של מעכבים על פעילות האנזים אלפה-גליקוזידאז האחראי לפירוק הסוכרים בגוף הפסילה במטרה להפחית את הפרשת טל הדבש. בהתייחס לנזקי הצריבות מתכשירים, נראה שקיימים מספר גורמים המשפיעים על הופעת הצריבות ולא ניתן לבדדם ולחזות את השפעתם. בהתייחס לתכשירי אמטראז ואבמקטין לא נמצא שינוי ברגישות הפסילה לאחר הפסקת השימוש בתכשירים אלו, והדבר מחזק את התוצאה המבטאת את יעילותם המוגבלת וההדברה הלקויה המתקבלת במטע. בהתייחס לאפשרות להשפיע על כמות טל הדבש המופרשת על ידי שימוש במעכבי האנזים α -glucosidase התקבלו תוצאות עיכוב במעבדה שאותם צריך לבדוק על החרק החי. מחקר זה, למרות מורכבותו, הוא דוגמא לחשיבה העתידית אותה מערכת המחקר צריכה לפתח כדי למצוא פתרונות יצירתיים לשיפור ההדברה של פסילת האגס. נראה שבשלב זה הדרך לפתרון הבעיה ארוכה ובאמצעים הקיימים היום ניתן לשפר את ממשק ההדברה, בין השאר, על ידי מספר פעולות: (1) הפחתת האוכלוסייה בדור הראשון על ידי ריסוס עם קאולין לפני הטלת הביצים של הנקבות החורפות במטע, (2) תזמון הריסוסים בעונה למועד בקיעת הנימפות הצעירות מהביצים, (3) שימוש במרסני צימוח כדי להגביל את התפתחות הנוף שאינו מכוסה בתרסיס, (4) יישום אזורי בשטחי מטע רציפים, כדי להגביל מעבר של פרטים ממטע למטע, (5) ניטור לקביעת נוכחות הפשפש *Anthocoris nemoralis*, (6) הגבלת השימוש בתכשירים הפוגעים בהתפתחות הפשפש. במחקר העתידי (שבחלקו כבר מתקיים) כדאי לבדוק, בין השאר, את הנושאים הבאים: (1) קביעת ההשפעה של ממשק הגידול (רמות הדישון, זני אגס עמידים, ומרסני צימוח) על התפתחות הפסילה, (2) קביעת ההשפעה של קאולין ורשתות עם תוספים אופטיים על התנהגות המזיק, (3) בחינת אמצעים לעידוד הופעת הפשפש *A. nemoralis* במטע, (4) זיהוי ומיצוי של נדיפים המשפיעים על המשיכה של המזיק אל הצמח הפונדקאי, (5) זיהוי ומיצוי של נדיפים המשפיעים על המשיכה של הזוויגים.

מבוא

פסילת האגס (*Cacopsylla bidens* (Sulc)) היא מזיק מפתח במטעי האגס בארץ. דרגות הנימפה מפרישות כמויות גדולות של טל דבש המכער את הפירות ומפחית מערכם המסחרי. בנוסף, רגישים הפירות לצריבות מתכשירי הדברה. ההדברה העיקרית של המזיק מבוססת על שימוש בתכשירי אמטראז להדברת הדור הראשון באביב ותכשירי אבמקטין להדברה בהמשך העונה. לתכשירי אבמקטין מקובל להוסיף שמן פרפיני המגביר את יעילותם. לפי עדויות מהשדה

נראה שלשמן יש תרומה חשובה להופעת צריבות על קליפת הפרי. כדי לבדוק את תופעת הצריבות מתכשירים בפרי נערכו, במחקר הנוכחי, ניסויים לקביעת יעילות ההדברה של הפסילה עם אבמקטין ללא שמן. בנוסף, כדי לשמור על יעילותם של תכשירי האמיטראז והאבמקטין לטווח ארוך נבדקה רמת הרגישות של הפסילה והשינוי ברגישות לאחר הפסקת השימוש בתכשירים אלו. במטרה להפחית את כמות טל הדבש המופרשת על ידי המזיק, נבדקה השפעה של מעכבים על פעילות האנזים אלפה-גליקוזידאז האחראי לפירוק הסוכרים בגוף הפסילה.

מטרות המחקר

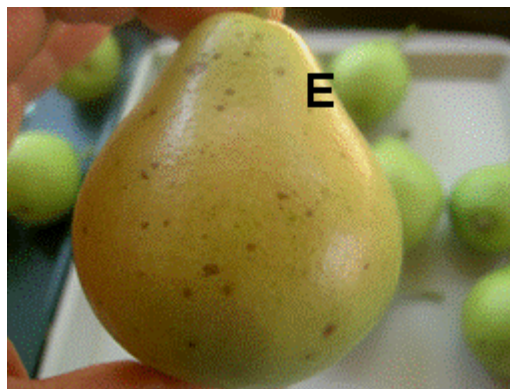
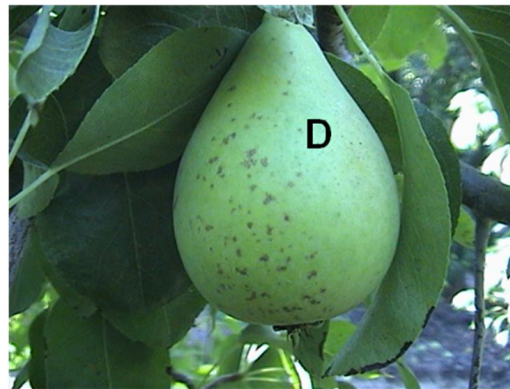
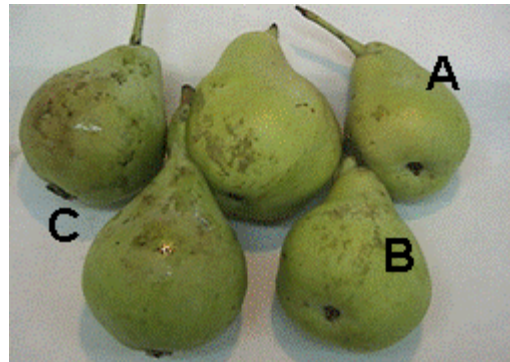
1. קביעת יעילות ההדברה של הפסילה עם תכשירי אבמקטין ללא שמן והתרומה להפחתת הצריבות בפרי.
2. קביעת רמת הרגישות של הפסילה לתכשירי אמיטראז ואבמקטין והשינוי ברגישות לאחר הפסקת השימוש בהם.
3. איפיון פעילות האנזים α -glucosidase עם וללא מעכבים

חומרים ושיטות

א. בחינת יעילות ההדברה של פסילת האגס עם אבמקטין ללא שמן

כדי לבדוק את יעילות ההדברה של הפסילה עם אבמקטין ללא שמן נערכו ניסויים במטעים מסחריים של יפתח, יראון, אלרום, רמת מגשימים ויונתן. פרוט הטיפולים: (1) אבמקטין עם שמן 0.25%-0.5% (2) אבמקטין בלי שמן, (3) אבמקטין עם שמן על רקע קאולין, (4) אבמקטין בלי שמן על רקע קאולין. במטעי אגס של אלרום ויונתן ניתנו שלושה ריסוסים עם קאולין (סראונד) בריכוז של 3% לפני התעוררות העצים. בכל המטעים הריסוסים עם אבמקטין החלו מהופעת הנימפות של הדור השני. הריסוסים בוצעו עם מרסס מפוח מסחרי ספידט בנפח תרסיס עד נגירה. ריסוסים להדברת פגעים אחרים וריסוסי הזנה בוצעו על כל הטיפולים בו-זמנית באותם התכשירים. יעילות הטיפולים נבדקה לפי רמת האוכלוסייה במשך העונה והנזק בפרי מצריבות תכשירים וטל דבש בזנים קוסציה וספדונה במועד הקטיף. המעקב אחר רמת האוכלוסייה במשך העונה נעשה על ידי הפקחים המקומיים ונבדקה נוכחות של נימפות הפסילה בשושנות הפריחה (דור ראשון ושני) ובצימוח הצעיר בצמרת העץ (מדור שלישי). כדי לקבוע את הנזק בפרי נקבעו 3-5 אתרי דגימה בכל חלקת טיפול ומכל אתר נקטפו כ- 150 פירות. הפירות נבדקו בשדה וסווגו לקטגוריות הבאות: (1) נזק קל של טל דבש - כתם בודד בקוטר 5 מ"מ (תמונה 1A), (2) נזק בנוני של טל דבש - שני כתמים בקוטר 5 מ"מ או כתם בודד עד קוטר של 15 מ"מ (תמונה 1B), (3) נזק קשה של טל דבש - שלושה כתמים בקוטר 5 מ"מ או כתם בודד גדול מ- 15 מ"מ (תמונה 1C), (4) נזקי צריבות מתכשירי אבמקטין ושמן המאופיינים כנקודות שחורות אחידות בגודלן בצד החשוף לתרסיס (תמונה 1D), (5) נזקי צריבות מריסוסי מטוס להדברת זבוב הפירות עם מלתיון בשילוב פיתיון המאופיינים כנקודות חומות-אדומות גדולות יחסית המפוזרות על כל שטח הפרי החשוף לתרסיס (תמונה 1E), (6) נזקי צריבות מתכשירים אחרים המאופיינים כרצף של נקודות מקובצות באזור הפיטם (תמונה 1F).

תמונה 1: תאור סיווג הנזק בפירות האגס בקטיף. C,B,A - נזקי טל דבש (קל, בנוני וקשה, בהתאמה), D - נזקי צריבות מתכשירי אבמקטין ושמן, E - נזקי צריבות מריסוסי מטוס להדברת זבוב הפירות עם מלתיון בשילוב בומינל, F - נזקי צריבות מתכשירים שונים.



ב. רגישות פסילת האגס לתכשירי אמיטראז ואבמקטין

כדי לקבוע את רמת הרגישות ההתחלתית של פסילת האגס לתכשירי אמיטראז ואבמקטין נאספו מהשדה עלים עם נימפות והועברו למעבדה. על כל עלה נספרו מספר הנימפות בדרגות 1-2 ומספר הנימפות בדרגות 3-5. ההבחנה בדרגות השונות נעשתה לפי נוכחות ניצני הכנפיים המופיעים רק בנימפות מדרגה 3 ומעלה. לאחר הספירה הוטבלו העלים בששה ריכוזים שונים של התכשירים (בפורמולציות לריסוס), ולאחר הטבילה הוכנסו העלים למבחנות פלסטיק בנפח 50 מ"ל (כל עלה למבחנה נפרדת). בשיטה זאת אפשר היה לשמור על העלה חיוני למשך 72 שעות לפחות. כביקורת נחשפו פרטים לעלים שנטבלו במים בלבד. בהמשך, כדי לקבוע את השינויים ברגישות לתכשירים, הועברו בוגרים מאוכלוסיית המקור לגידול בתנאים מבוקרים על עצי אגס בעציצים ללא חשיפה לתכשירים. נערך מעקב אחר התפתחות הדורות ולאחר כל שלושה דורות נערכה בדיקה מחודשת לנימפות שהתפתחו בגידול המבוקר לקביעת רמת הרגישות לתכשירים, כמפורט לעיל. שיעור התמותה המתוקן נקבע לאחר 24 שעות לפי נוסחת Abbott:

$$a-b/a \times 100$$

כאשר a הוא אחוז הפרטים שנותרו חיים בביקורת, ו-b אחוז הפרטים שנותרו חיים בטיפול. לא נעשה שימוש בנתונים ובנוסחה זאת אם התמותה בביקורת היתה מעל 20%.

ג. איפיון פעילות האנזים α -glucosidase עם וללא מעכבים

איפיון פעילות האנזים נערכה בתנאי מעבדה בשיטה המתוארת להלן: בוגרים של פסילת האגס שנאספו ממטעים מסחריים הוכנסו לבופר ריסוק המכיל potassium phosphate 50mM, pH 6.8 ו-0.5% Triton X-100. יחס חרק/בופר היה 500 בוגרי פסילה ל-1 מ"ל. לאחר פעולת הריסוק ההומוגנט סורכו במהירות של 11,000 rpm למשך 20 דקות והנוזל העליון שהתקבל סורכו פעם נוספת למשך 5 דקות באותה מהירות סירכו. הנוזל העליון שהתקבל לאחר פעולה זו שימש כמקור לאנזים. הריאקציות האנזימטיות בוצעו בפלטות פלסטיק עם 96 בארות בנפח סופי של 200 מיקרוליטרים בכל באר. לכל באר הוספו 50 מיקרוליטרים של האנזים ו-50 מיקרוליטרים של בופר פוספאט ללא הדטרגנט Triton X-100. לאחר תקופת אינקובציה של 4 דקות בטמפרטורה של 30 מ"צ הוספו 100 מיקרוליטרים של הסובסטרט p-nitrophenyl- α -glucoside המומס בבופר פוספאט בריכוז סופי של 5mM. הריאקציה האנזימטית נמשכה 5 דקות בטמפרטורה של 30 מ"צ ועוצמת הצבע שהתפתח נקראה באורך גל של 405nm במכשיר Thermomax Microplate Reader. רמת החלבון נקבעה באופן קולורимטרי לפי שיטת Bradford. לבדיקת יעילות העיכוב של האימינוסוכרים נבדק תחילה טווח ריכוזי המעכב שיאפשרו מדידה של עיכוב ברמות שבין 20-80%. בהמשך בוצעו הניסויים הקובעים בריכוז סופי של המעכבים במערכת הריאקציה האנזימטית. לצורך קביעת הריכוז המעכב את 50% מפעילות האנזים (IC_{50}) נבדקו 5-6 רמות שונות של המעכב בטווחים של 0.1-10⁻⁶M ל-DNJ ושל 0.5-100⁻⁶M לשאר המעכבים: NB-DNJ, NN-DNJ, N7-OD. המעכבים הוכנסו בהתאם לריכוזים השונים למערכת הריאקציה לאחר פרה-אינקובציה של 5 דקות ב-30°C. ההבדל ביניהם הוא באורך שרשרת הפחמנים הקשורה לחנקן בטבעת הסוכר. ככל שהשרשרת ארוכה יותר היא מקנה למולקולה הידרופוביות גבוהה יותר.

תוצאות

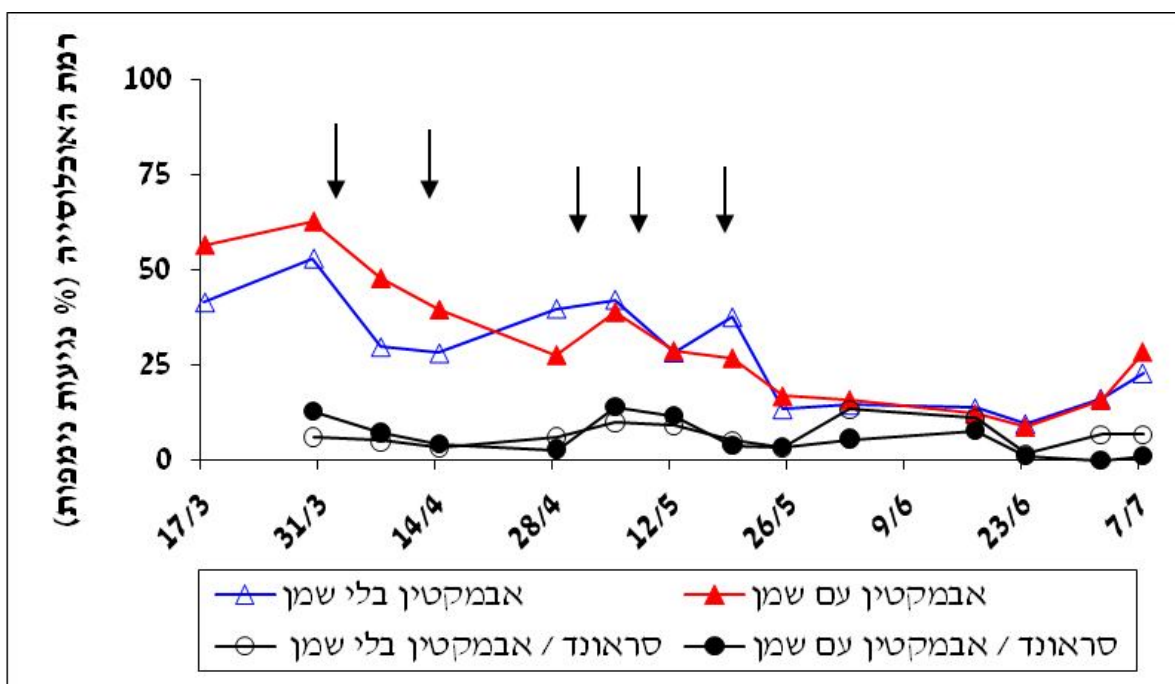
א. יעילות ההדברה של פסילת האגס עם אבמקטין ללא שמן (חיים ראובני ודב אופנהיים)

יעילות ההדברה של פסילת האגס בטיפולים עם אבמקטין ללא שמן מתוארת באיורים 2-1. באופן כללי לא נמצאו הבדלים ביעילות ההדברה בטיפולים השונים עם ובלי תוספת שמן לאבמקטין. בכל המטעים ניתנו בכל העונה חמישה ריסוסים החל מהופעת הנימפות הצעירות של הדור השני. מספר הריסוסים הגדול יחסית מבטא במידה מסוימת את הקשיים בהדברת הפסילה בתכשירים הקיימים היום (אמיטראז ואבמקטין) הפוגעים בעיקר בדרגות הנימפה ואינם יעילים להדברת ביצים ובוגרים. אשתקד ניתנו בניסויים דומים רק שלושה ריסוסים עם תכשירי אבמקטין במשך העונה. בעבודה הנוכחית, במטעים שבהם ניתנו שלושה ריסוסים עם סראונד לפני התעוררת העצים, היתה רמת האוכלוסייה נמוכה יותר במשך כל העונה (איור 1) וכך גם הנזק מטל דבש בפרי בקטיף (איור 2). אם כי, גם במטעים אלו נדרשו חמישה ריסוסים עם אבמקטין (עם ובלי שמן) לשמירה על רמה נמוכה יחסית של האוכלוסייה. למרות מספר הריסוסים הגדול יחסית אוכלוסיית הפסילה הנמוכה ביותר בטיפולים ללא סראונד היתה ברמה של כ- 8% צימוחים נגועים עם נימפות וברוב העונה היה שיעור הנגיעות גבוה מ- 25% (איור 1). בטיפולים עם סראונד לא עלה שיעור הנגיעות המרבי של נימפות בצימוח הצעיר על 15% ורמת הנגיעות הנמוכה ביותר היתה בטווח של 4%-1%. עובדות אלו מסבירות את הנזק הגבוה יחסית מהפרשות טל הדבש על הפרי בקטיף (איור 2). שיעור הנזק הכללי מטל הדבש בזן קוסציה היה 30.3% ו- 31.4% בטיפולים עם אבמקטין בלי ועם שמן, בהתאמה. על רקע סראונד נמצא נזק של 17.7% ו- 24.1%, בהתאמה. בזן ספדונה נמצאו 24.3% ו- 28.7% פירות עם נזק טל דבש בטיפולים אבמקטין בלי ועם שמן, בהתאמה. על רקע סראונד נמצא נזק של 10.9% ו- 19.0%, בהתאמה. בניסויים דומים אשתקד נמצא בכל הטיפולים נזק טל דבש קל בלבד (פחות מ- 3%) בפירות בקטיף הספדונה. בהתייחס לנזקי הצריבות החשודים שנגרמו כתוצאה משימוש בתכשירי אבמקטין (עם ובלי שמן) נמצא נזק נמוך יחסית בפרי גם בקוסציה וגם בספדונה. בזן קוסציה נמצא נזק של 3.1% ו- 1.5% צריבות בפרי בטיפולים עם אבמקטין בלי ועם שמן, בהתאמה. על רקע סראונד נמצא נזק של 0.9% ו- 0.3%, בהתאמה. בזן ספדונה נמצא נזק של 6.8% ו- 5.1% צריבות בפרי בטיפולים עם אבמקטין בלי ועם שמן, בהתאמה. על רקע סראונד נמצא נזק של 1.1% ו- 1.3%, בהתאמה. בניסויים דומים אשתקד נמצא בכל הטיפולים נזק גבוה יחסית (מעל 15%) מתכשירי אבמקטין בפירות בקטיף הספדונה.

לסיכום, העבודה הנוכחית עסקה בעיקר בניסויים לברור נזקי הצריבות מתכשירים בפירות האגס בטיפולים המיועדים להדברת הפסילה ובעיקר השילוב של תכשירי אבמקטין עם שמן. על סמך נתוני העונה הקודמת והעבודה הנוכחית (וכן, ניסויים נוספים שנעשו בעבר) לא ניתן לצפות את חומרת הנזק שמתקבל בכל עונה ולא ניתן לקבוע את הגורמים לתופעה של נזקי הצריבות בפרי מתכשירים שונים. הסיבות המשוערות להופעת הצריבות הן, בין השאר: (1) תנאי האקלים במועד הריסוס, (2) סוג התכשיר, (3) מרווח מריסוס קודם, (4) רגישות הפרי בהתאם לשלב בהתפתחותו. מגוון הסיבות מקשה מאוד על ביצוע מחקר מתאים שבו ניתן יהיה לבדד את האפשרויות השונות להופעת הצריבות. ככלל צריך לקבל את העובדה שפירות האגס רגישים לצריבות מתכשירי הדברה וצריך להמעיט ככל האפשר את השימוש בתכשירים במטעי האגס.

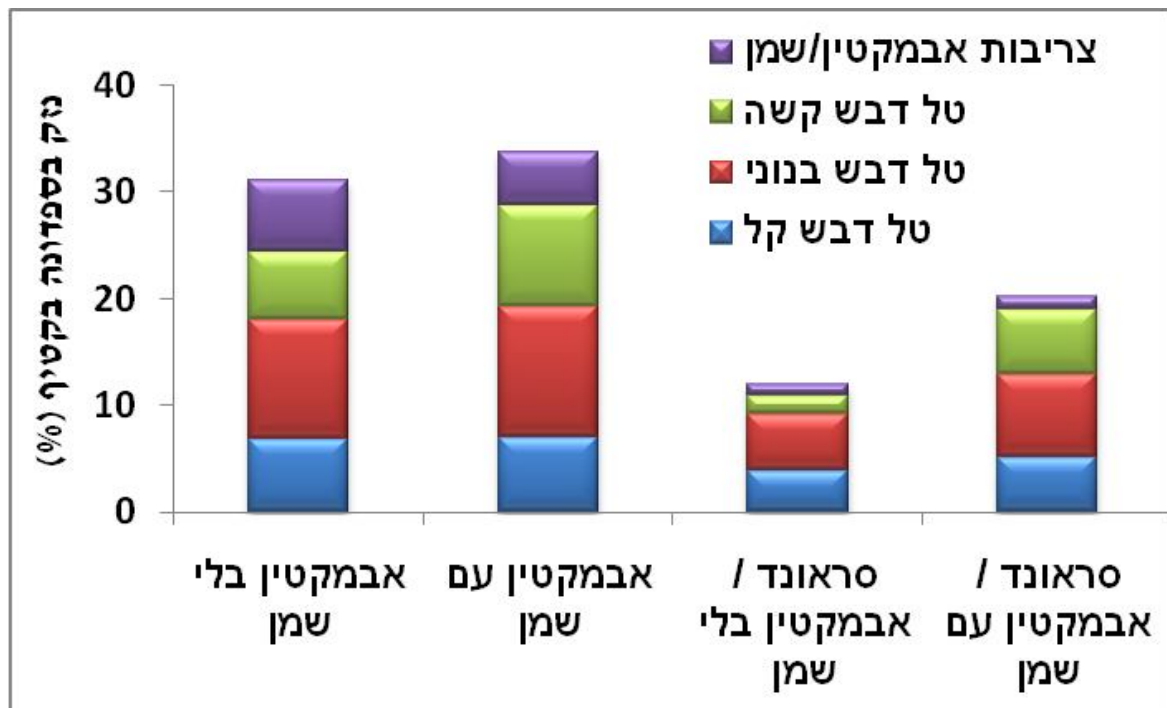
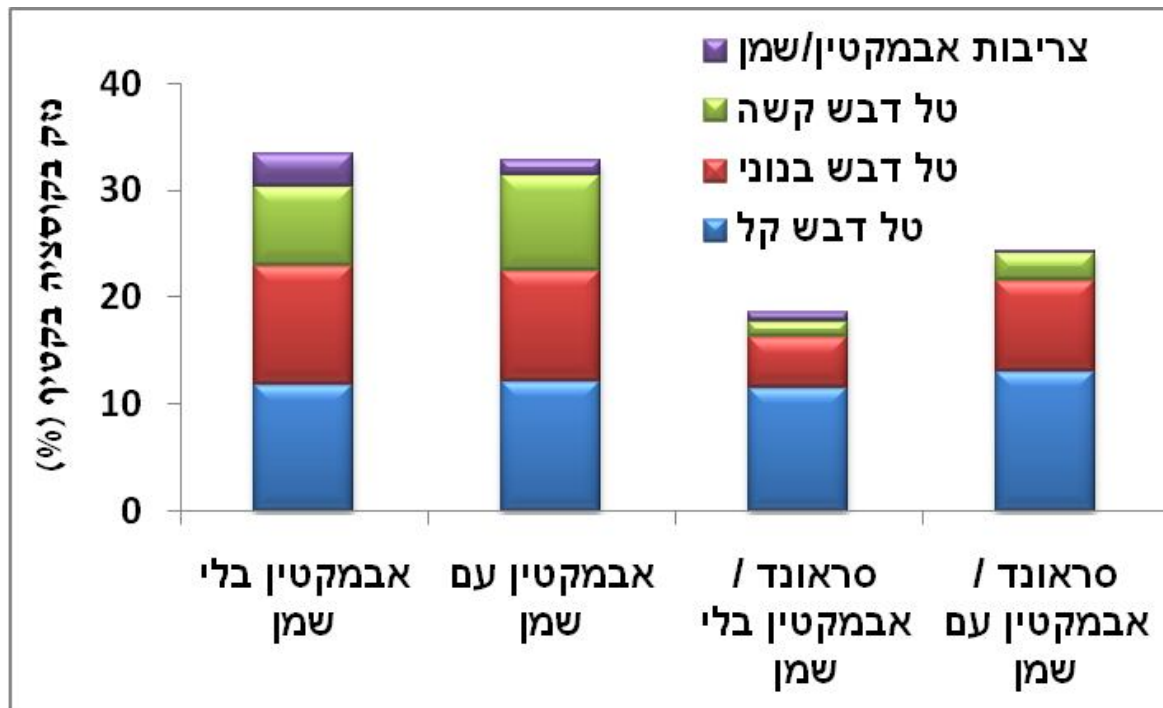
לצורך זה דרוש מחקר מקיף למציאת פתרונות להפחתת השימוש בתכשירים להדברת הפסילה ופגעים אחרים באגס.

בהתייחס ליעילות ההדברה נמצא באופן בולט שהטיפולים להדברת הפסילה מוגבלים מאוד ביעילותם ואינם מונעים את הנזק מהפרשות טל הדבש על הפרי. טיפול מוקדם עם סראונד משפר במידה מסוימת את יעילות ההדברה ומפחית את הנזק בפרי. בין הסיבות העיקריות לחוסר יעילותם של התכשירים, ניתן למנות: (1) התכשירים פוגעים בדרגות הנימפה בלבד (בנוסף, בתוך הדרגות יש הבדל ברגישות, ראה בהמשך בפרק "רגישות פסילת האגס לתכשירי אמיטראז ואבמקטין"), והם אינם יעילים להדברת ביצים ובוגרים באוכלוסייה, (2) התכשירים אינם סיסטמיים והצימוח הצעיר (האתר המועדף להתפתחות אוכלוסיית הפסילה בקיץ), הגדל במרווחי הריסוסים, אינו מכוסה בתרסיס, (3) עמידות יחסית של הפסילה לתכשירי ההדברה.



איור 1: מהלך השינויים באוכלוסיית הפסילה (% שושנות פריחה או צימוח צעיר עם נימפות) בטיפולים השונים להדברת פסילת האגס עם תכשירי אבמקטין ללא שמן, בעונת 2008.

התוצאות בטיפולים ללא סראונד הן ממוצע של נתונים מחמישה מטעים (יפתח, יראון, יונתן, אלרום ורמת מגשימים) והתוצאות עם סראונד הן ממוצע של נתונים משני מטעים (אלרום ורמת מגשימים). החיצים מצביעים על מועדי הריסוס עם תכשירי אבמקטין. הריסוס הראשון ניתן בשלב הופעת הנימפות הצעירות של הדור השני.



איור 2: שיעור הנזק בפרי (%) מהפרשות טל הדבש של פסילת האגס וצריבות מתכשירי אבמקטין עם ובלי תוספת של שמן בקטיף של הזנים קוסציה (למעלה) וספדונה (למטה), בעונת 2008.

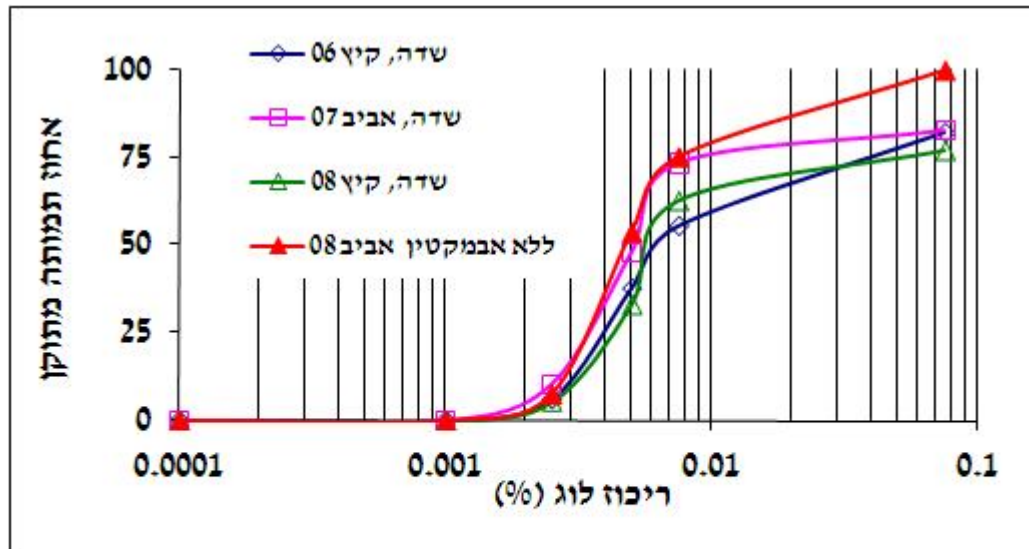
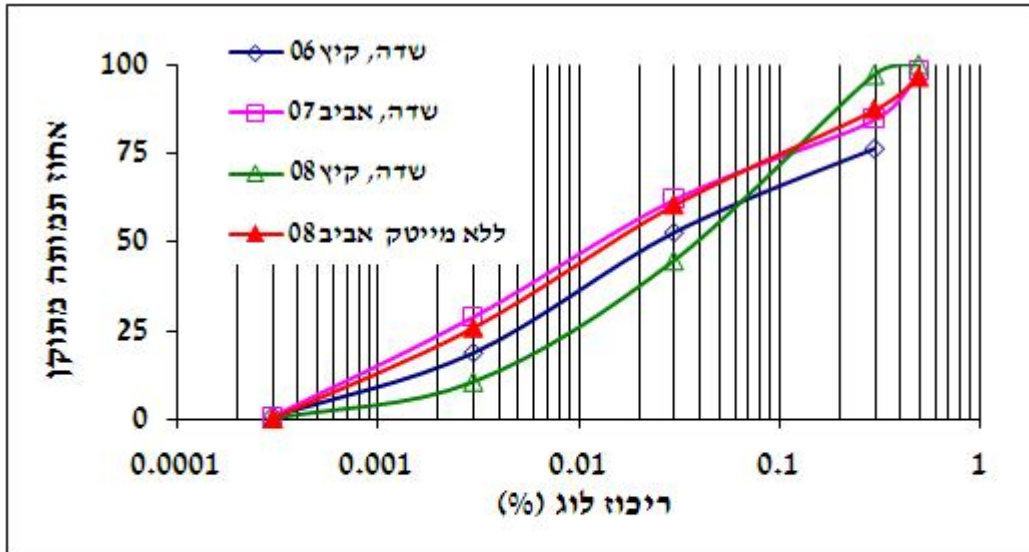
התוצאות בטיפולים ללא סראונד הן ממוצע של נתונים מחמישה מטעים (יפתח, יראון, יונתן, אלרום ורמת מגשימים) והתוצאות עם סראונד הן ממוצע של נתונים משני מטעים (אלרום ורמת מגשימים). סיווג הנזק בפרי לקטגוריות השונות מפורט בפרק "חומרים ושיטות".

ב. רגישות פסילת האגס לתכשירי אמיטראז ואבמקטין

(חיים ראובני, אפרים כהן ומוראד גאנים)

לא נמצאו הבדלים ברמת הרגישות של נימפות פסילת האגס (בדרגות 1-2) לתכשירי אמיטראז ואבמקטין שהתפתחו במשך 10-12 דורות ללא חשיפה לתכשירים אלו. בגלל קשיים בגידול הפסילה בתנאים מבוקרים על הצמח הפונדקאי נערכו הבדיקות בטיפולים עם תכשירי אמיטראז על פרטים מאוכלוסיית השדה שנאספו ממתעים בהם לא נעשה שימוש בתכשירי אמיטראז במשך שלוש עונות (בשנים 2006-2008). הבדיקות בטיפולים עם תכשירי אבמקטין נערכו על פרטים שנאספו במטע בשנת 2006 והתפתחו במשך 10-12 דורות בתנאים מבוקרים על עצי אגס בעציצים ללא חשיפה לתכשירים. בחשיפה של נימפות בדרגות 1-2 לאמיטראז (מייטק) בטווח הריכוזים של 0.003%-0.3% (ריכוז שדה) נמצאו בבדיקה ההתחלתית, בשנת 2006, שיעורי תמותה בטווח של 17.6%-91.1% (איור 3). בעבר הראנו שנימפות בדרגות 3-5 היו פחות רגישות למייטק ושיעור התמותה לאחר 48 שעות מחשיפה בטווח ריכוזים זה היה 0.4%-76.0%. לאחר שלוש עונות ללא חשיפה למייטק בשדה היה שיעור התמותה של נימפות בדרגות 1-2 בטווח של 18.5%-100% (איור 3). בחשיפה של נימפות בדרגות 1-2 לאבמקטין (ורטיגו) בטווח הריכוזים 0.0025%-0.075% (ריכוז שדה), נמצא בבדיקה ההתחלתית, בשנת 2006, שיעורי תמותה של 7.4%-82.9%. בעבר הראנו שנימפות בדרגות 3-5 היו פחות רגישות לורטיגו ושיעור התמותה לאחר 48 שעות מהחשיפה בטווח ריכוזים זה היה 6.1%-93.6%. לאחר 10-12 דורות ללא חשיפה לורטיגו בתנאי גידול מבוקרים היה שיעור התמותה של נימפות בדרגות 1-2 בטווח של 6.0%-100% (איור 3).

לסיכום, מנתונים אלו נראה שלאחר לפחות 10 דורות שבהן לא נחשפו הפרטים לתכשירים אין שינוי ברגישות של פסילת האגס לאמיטראז ואבמקטין, ובשלב זה לא ניתן לשפר את ממשק ההדברה על ידי הפסקה זמנית של שימוש בתכשירים אלו. ראוי לציין, שהבדיקות לא נערכו בתנאים מיטביים הדרושים לבדיקות שכאלו, שכן, בטיפול עם אמיטראז שנערך על פרטים מאוכלוסיית השדה נחשפה האוכלוסייה לתכשירים אחרים וייתכן שהיתה להם השפעה על תוצאות הבדיקה. הניסויים עם אבמקטין נערכו אמנם על פרטים שהתפתחו בתנאים מבוקרים ללא חשיפה לתכשירים, אך בגלל מגבלות של התפתחות האוכלוסייה, מספר הפרטים שנבדק בחלק מהריכוזים היה קטן יחסית. יחד עם זאת, התוצאות מסבירות במידה מסוימת את יעילותה הנמוכה של ההדברה במטע המסחרי (ראה לעיל בפרק "יעילות אבמקטין ללא שמן") ונראה שצריך לנתב את המאמצים לשיפור ממשק ההדברה בכיוונים אחרים ובחיפוש אחר אמצעים שאינם מבוססים על תכשירים (אויבים טבעיים, תוספים המשפיעים על זיהוי הצמח או על התנהגות המזיק – כגון; קאולין ורשתות עם תוספים אופטיים וכד').



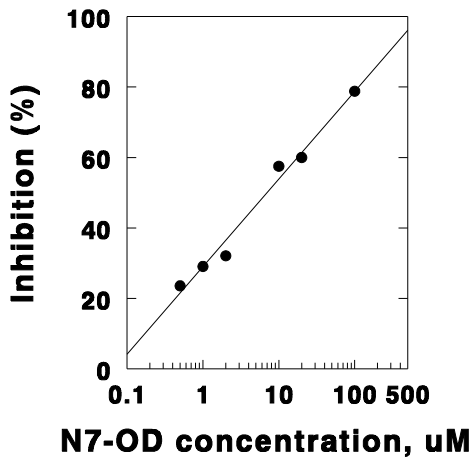
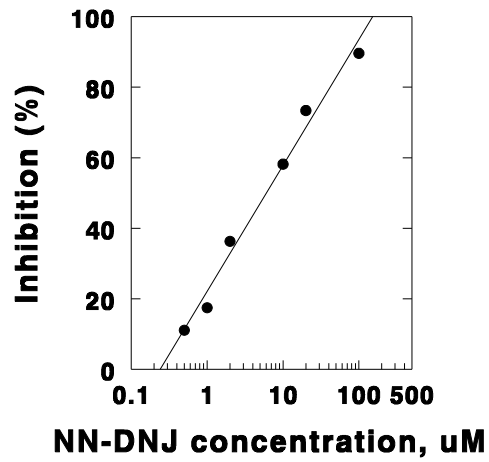
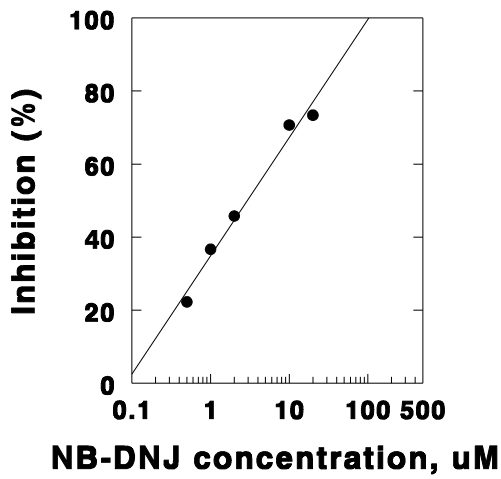
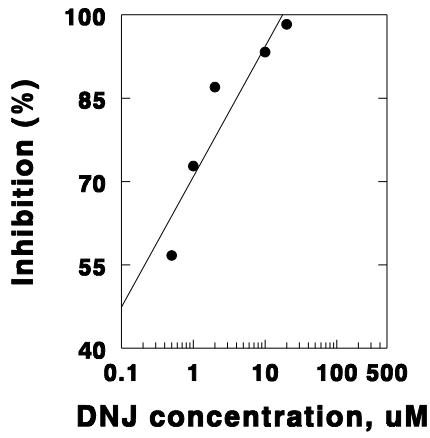
איור 3: שיעור התמותה המתוקן (%) של נימפות פסילה האגס לאחר חשיפה לאמיטראז (למעלה) ולאבמקטין (למטה).

שיעור התמותה מתייחס לנימפות בדרגות 1-2, לאחר 24 שעות ממועד החשיפה לתכשירים. בכל ריכוז נחשפו 25-50 פרטים. שיעור התמותה בביקורת היה בכל המקרים קטן מ-10%. ציר X מבטא את הריכוזים שנבדקו בסקלה לוגריתמית. בטיפול "ללא מייטק" נחשפו אוכלוסיות שנאספו ממטעים בהם לא נעשה שימוש במייטק במשך שלוש עונות. בטיפול "ללא אבמקטין" נחשפו אוכלוסיות שנאספו בשדה בקיץ 2006 והתפתחו בתנאים מבוקרים במשך 10-12 דורות, ללא חשיפה לתכשירים.

ג. איפיון פעילות האנזים α -glucosidase עם וללא מעכבים

(חיים ראובני ואפרים כהן)

בניסויי מעבדה לאיפיון האנזים α -glucosidase ולקביעת השפעתם של מעכבים על פעילותו (in-vitro) נמצא שללא מעכבים פעילות האנזים היא בסדר גודל של 700-800mOD לדקת ריאקציה בשלב הלינארי למ"ג חלבון. בבדיקת הפעילות בהשפעת המעכבים התקבל יחס הפוך בין רמת ההידרופוביות של החומר לבין רמת העיכוב (איור 4). ככל שעולה רמת ההידרופוביות של החומר כך יורד פוטנציאל העיכוב. עם המעכב ההידרופילי ביותר, DNJ, התקבל 50% עיכוב בריכוז של 0.1?M. עם המעכב NB-DNJ, בעל שרשרת פחמנית ארוכה של בוטיל התקבל 50% עיכוב ברמה של 2?M ואילו עם NN-DNJ בעל שרשרת של 9 פחמנים התקבל 50% עיכוב בריכוז גבוה יותר של המעכב (6-7?M). המעכב DNJ, ההידרופילי מבין המעכבים שנבדקו, הוא היעיל ביותר בהשוואה לאחרים ומתחרה היטב עם הסובסטרט באתר הקטליטי של האנזים. יש להדגיש עם זאת כי מאחר והניסויים שבוצעו הם ניסויי in vitro, אין להסיק מהם על פעילות in vivo של המעכבים מאחר ותכונת ההידרופוביות מאפשרת נגישות לאנזים הממוקם ככל הנראה בדופן המעי התיכון של פסילת האגס. יתכן כי בניסויי in vivo על החרק החי, המתוכננים בהמשך המחקר, נקבל תמונה הפוכה ובה המעכבים ההידרופוביים יהיו יעילים יותר. מידע זה יתקבל לאחר השלמת הניסויים הבאים בהם אנו מתכננים לחשוף נימפות של פסילת האגס בדרגה וגיל ידועים שיתפתחו על עלה בודד שהוחזק בתמיסה המכילה את המעכבים השונים.



איור 4. עיכוב האנזים α -glucosidase כנגד ריכוזים של המעכבים NB-DNJ, DNJ, NN-DNJ ו-N7-OD.

סיכום

העבודה הנוכחית מצטרפת לעבודות רבות שבצענו בשנים האחרונות בניסיון לשפר את ממשק ההדברה של פסילת האגס. מספר התכשירים המצומצם הקיים להדברת המזיק נובע כנראה מהתפתחות של עמידות אצל המזיק לתכשירים והניסויים שנערכו במחקר זה, במטרה לפתח ממשק לניהול עמידות כדי לשמור על יעילותם לטווח ארוך, לא הניבו תוצאות היכולות לשפר את ממשק ההדברה. במקביל, נערכו בעבודה הנוכחית ניסויים שונים לבדיקת האפשרות להפחתת הצריבות מתכשירים בפרי וניסויים מתקדמים לבדיקת האפשרות להשפיע על פעילות האנזים האחראי לפירוק הסוכרים בגוף הפסילה במטרה להשפיע על הפרשת טל הדבש.

עד כה, על רקע המחקרים הרבים שבצענו נראה שכדי לפתח ממשק הדברה יעיל יש צורך בשימוש במגוון אמצעים על רקע המשך של מחקר ופיתוח יצירתיים.

באמצעים הקיימים היום ניתן לשפר את ממשק ההדברה, בין השאר, על ידי: (1) הפחתת האוכלוסייה בדור הראשון על ידי ריסוס עם קאולין לפני הטלת הביצים של הנקבות החורפות (במטע, 2) תזמון הריסוסים בעונה למועד בקיעת הנימפות הצעירות מהביצים, (3) שימוש במרסני צימוח כדי להגביל את התפתחות הנוף שאינו מכוסה בתרסיס, (4) יישום אזורי בשטחי מטע רציפים, כדי להגביל מעבר של פרטים ממטע למטע, (5) ניטור לקביעת נוכחות הפשפש *Anthocoris nemoralis*, (6) הגבלת השימוש בתכשירים הפוגעים בהתפתחות הפשפש.

במחקר העתידי (שבחלקו כבר מתקיים) כדאי לבדוק, בין השאר, את הנושאים הבאים: (1) קביעת ההשפעה של ממשק הגידול (רמות הדישון, זני אגס עמידים, ומרסני צימוח) על התפתחות הפסילה, (2) קביעת ההשפעה של קאולין ורשתות עם תוספים אופטיים על התנהגות המזיק, (3) בחינת אמצעים לעידוד הופעת הפשפש *A. nemoralis* במטע, (4) זיהוי ומיצוי של נדיפים המשפיעים על המשיכה של המזיק אל הצמח הפונדקאי, (5) זיהוי ומיצוי של נדיפים המשפיעים על המשיכה של הזוויגים.