

אמצעים חליפיים להתמודדות עם פסילת האגס.

Alternative means to control the pear psylla *Cacopsylla bidens* (Sulc)

מוגש ע"י:

שאלתיאל-הרפז ליאורה, מו"פ צפון, lioraamit@bezeqint.net

דורון הולנד, מינהל המחקר החקלאי נווה יער

רפי שטרן, מו"פ צפון

ויקי סורקר, מינהל המחקר החקלאי

דוביק אופנהיים, שה"מ (גימלאי)

עירית בר יעקב, מינהל המחקר החקלאי נווה יער

כאמל חטיב, מינהל המחקר החקלאי נווה יער

ריקה קדושים, מו"פ צפון

תמוז התשע"ב יולי 2012

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.
הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים

es

חתימת החוקר

1.1 תקציר מדעי של הדוח

הצגת הבעיה: פסילת האגס, *Cacopsylla bidens* (Sulc), מהווה מזיק ספציפי, חשוב ביותר של גידול האגס בארץ. המזיק גורם להפחתה משמעותית באיכות וכמות הפרי, ולנוון המטע. בארץ יש כיום שני תכשירי הדברה בלבד שעדיין יעילים, אך מחירם האקולוגי והכלכלי כבד. יש צורך למצוא שיטות נוספות, שטרם נוסו בארץ לבקרת אוכלוסיית הפסילה. במסגרת הגישה המשולבת לבקרת מזיקים (IPM) בחרנו באיתור זני אגס עמידים למזיקי מפתח ובאיתור טכניקות עיבוד כדי להפכם לעמידים יותר למזיק. מטרות המחקר: 1. בחינת אפשרות השימוש המעשי בטיפוסי אגס עמידים שהתגלו בנווה יער כמקור לחומרי דחיה או קטילה לפסילה ו/או כמקור לכנות עמידות. 2. בחינת אפשרות השימוש המעשי במעכבי צימוח כאמצעי להפחתת ניזקי הפסילה במשולב עם תפקידם המקורי לבקרת צימוח וגטיבי באגסים מהזן 'ספדונה'. 3. לימוד המנגנונים המעורבים בעמידות הטבעית ובעמידות המושרית. שיטות העבודה: בניסויי שדה ומעבדה בדקנו את השפעת טיפוסי האגס השונים על השהיה, הטלת ביצים והתפתחות הנימפות במצבים עם וללא בחירה. בחנו את ההבדלים בקשיות העלים בעזרת מד קשיות והבדלים בנדיפים ביניהם בעזרת GSMS בנוסף בדקנו באותן שיטות את העברת העמידות מהכנות העמידות בהרכבת סנדויץ לרוכבי 'ספדונה' רגישים. את נושא מעכבי הצימוח בדקנו בניסויי שדה ומעבדה. בדקנו את השפעת השימוש במעכבי הצימוח CCC ורגליס על הטלת ביצים והתפתחות הנימפות של פסילת האגס במצבים עם וללא בחירה וכן בשיטות קולוריטריות בחנו את נוכחות הפוליפנולים בצמחים המטופלים. **תוצאות עיקריות ומסקנות:** תוצאות הניסויים מצביעות על כך שטיפוסי האגס Py.701-202 ו Py.760-2611 הינם עמידים לפסילה וששיעור הנגיעות בס נמוך עד פי 10 מאשר בזן המסחרי 'ספדונה'. מהניסויים בהם בדקנו מהו המנגנון המשפיע על העמידות של 2 טיפוסי האגס לפסילה מסתבר שקימת פגיעה בהישרדות ובהתפתחות הנימפות הצעירות וגם הבגרות, ולכן ניתן לדבר על מנגנון עמידות של פגיעה ישירה (**Antibiosis**) ולא דחיה (**Antixenosis**). בניסויים בהם בדקנו האם העמידות עוברת מהכנות העמידות לספדונה רגישה נימצא שהעמידות עוברת והספדונה המורכבת על העמידים רגישה לפסילה פי 5 פחות מאשר 'ספדונה' המורכבת על בטוליפוליה. לא מצאנו שהעמידות קשורה לקשיות העלה אך מצאנו שלפחות חלק מגורמי העמידות הינם נדיפים. מצאנו שלפחות חלק מגורמי העמידות נמצאים במוהל הצמחים העמידים אך לא הצלחנו להפיק אותם במיצוי מימי של העלים. מתוצאותינו עולה שהשפעת מעכבי הצימוח על הפסילות איננה קשורה ישירות לפעילות עיכוב הצימוח. ראינו שלמרות שה-CCC עיכב את הצימוח של האגס באופן יותר מהיר ומשמעותי ופעילות הרגליס היתה יותר איטית ופחות משמעותית, בכל זאת הפסילות נפגעו יותר בצמחים שטופלו ברגליס. בנוסף ראינו שבעוד שפעולת עיכוב הצימוח נמשכה לפחות כחודש לאחר הטיפול, ההשפעה על הפסילות נמשכה כשבועיים בלבד. מצד שני מצאנו שההשפעה של מעכבי הצימוח על הפסילות תלויה במצב הפנולוגי של העץ וכאשר הוא לא נימצא בצימוח אין למעכבי הצימוח השפעה על הפסילה. **המלצות לגבי יישום הדוח:** אנו ממליצים בשלב זה להמשיך לבחון את נושא השימוש המעשי בטיפוסים העמידים ככנות ביניים וככנות בסיס. להמשיך לבחון את השימוש המעשי בקנה מידה מיסחרי של מעכבי הצימוח לפגיעה באוכלוסיית הפסילה באביב ובקנה מידה ניסויי לבחון את השימוש במעכבי הצימוח לפגיעה בפסילה בסתיו.

1.3 מבוא ותיאור הבעיה

פסילת האגס, *Cacopsylla bidens* (Sulc), מהווה מזיק ספציפי, חשוב ביותר של גידול האגס בארץ. המזיק גורם להפחתה משמעותית באיכות וכמות הפרי, להפרעת ולהפסקת הקטיף, ואף עלול לגרום לנון המטע. בשנים האחרונות מתרבות התפרצויות המזיק בישראל ומתגלים קשיים רבים בהדברתו. כושרה של הפסילה בפיתוח עמידות לקבוצות שונות של תכשירי הדברה ידועה בעולם. בארץ אנו מצויים כרגע במצב שבו ישנם שני תכשירי הדברה בלבד (Abamectin, Amitraz) היעילים עדיין באופן חלקי כנגד הפסילה ובמקביל הולכת וגוברת המודעות למחירם האקולוגי והכלכלי כבד. לכן יש צורך למצוא שיטות נוספות, שטרם נוסו בארץ לבקרת אוכלוסיית הפסילה. במסגרת הגישה המשולבת לבקרת מזיקים (IPM) מקובל בעולם השימוש בזנים עמידים למזיקי מפתח וכן ניצול טכניקות עיבוד המקובלות בגידול כדי להפכו לחסר יתרונות למזיק ולפיכך לפגוע באוכלוסיות המזיק המתפתחות עליו. שיטות אלו הינן בעלות מספר יתרונות כגון העדר רעילות לאדם ולסביבה או העדר השפעה שאריתית ועשויות להתאים לשימוש בשילוב עם שיטות בקרה נוספות. באוסף הזנים המקומיים של אגס בנווה יער אותרו הזנים Py.701-202 ו-Py.760-261 שניראו כבעלי עמידות לפסילת האגס. ממצאים מניסויים הקדמיים שערכנו בזנים אלו הצביעו על הבדלים מובהקים בשיעור ההטלה של הפסילות על הזנים העמידים וגם על ענפי הספדונה שהורכבו על זנים אלו. בנוסף גילינו תמותה של הנימפות על עלים מטיפוסים אלו. מימצאים אלו פתחו לשימוש מעשי בעמידות שנמצאה הן כאמצעי ללימוד המנגנון המקנה את העמידות לפסילה, הן כמקור לכנות זנים עמידים לפסילה המקומית והן לאיתור חומרי דחיה יעילים כנגד הפסילה או כמקור לגנים לעמידות בטיפוח זנים. בעולם פורסמו מספר מחקרים המראים ששימוש במעכבי צימוח מפחית גם הוא בצורה משמעותית את הנזק מפסילה. יש מחקרים הקושרים זאת לייצור מוגבר של תרכובות פנוליות בצמח, דבר המגביר את כושר העמידות של עצים כנגד מזיקים ומחלות. מניסויים הקדמיים שערכנו עולה ששימוש במעכבי צימוח הפחית את שיעור ההטלה של הפסילות על העצים שטופלו. במחקר הנוכחי בחנו את האפשרויות לשימוש מעשי בעמידות שנמצאה גם בעצים העמידים באופן טבעי וגם במטופלים במעכבי צימוח, והתחלנו בלימוד מנגנוני הפעילות של עמידויות אלה.

1.4 מטרות המחקר

1. בחינת אפשרות השימוש המעשי בטיפוסי אגס עמידים שהתגלו בנווה יער כמקור לחומרי דחיה או קטילה לפסילה ו/או כמקור לכנות עמידות.
2. בחינת אפשרות השימוש המעשי במעכבי צימוח כאמצעי להפחתת נזקי הפסילה במשולב עם תפקידם המקורי לבקרת צימוח וגטיבי באגסים מהזן 'ספדונה'.
3. לימוד המנגנונים המעורבים בעמידות הטבעית ובעמידות המושרית.

1.5. תיאור מקיף של הפעלת המחקר

חומרים ושיטות

הצמחים ששימשו לניסויים במחקר זה היו מארבעה מקורות-

- א. שתילוני אגס מהזן 'ספדונה' והטיפוסים אגס סורי Py.692-193, Py.701-202 ו-Py.760-261 (שניהם שיכים למין *Pyrus communis*) המורכבים כולם על כנות של בטוליפוליה (*Pyrus betulaefolia*) גודלו בעציצים של 10 ליטר בנווה יער בבית רשת כדי למנוע אילוח ע"י פסילות. בסוף שנת המחקר השניה על חלק מהצמחים העמידים הנ"ל הורכבו רוכבי 'ספדונה' (כאשר הטיפוסים העמידים שימשו בשלב זה כ"סנדויץ" וכל השתילים נשתלו בחלקה ייעודית במטע בנווה יער.
- ב. בחלקת הזנים בנווה יער עצי אגס בוגרים (נטיעת 1998) מהטיפוסים Py.701-202 ו-Py.760-261 המורכבים על כנת בטוליפוליה זריעה. בשנת 2006 הורכבו על חלק מענפיהם רוכבים של הזן 'ספדונה' באופן כזה שחלק מהענפים הם של הזן המקורי וחלק הוא של 'ספדונה'.
- ג. 40 שתילי אגס מהזן 'ספדונה' השתולים בחות המטעים בעציצי 25 ליטר על מצע של פרלייט ומדושנים באמון חנקתי לרמת חנקן בינונית 35 PPM+ דשן שרית + בר קורט (חברת דשנים).
- ד. עצי אגס מהזן 'ספדונה' המורכבים על כנת חבוש A (נטיעת פברואר 2009) בחלקת אגס בת 11.1 זונם בחוות מתתיהו במרווח נטיעה 2*4 מ'.

הפסילות- הפסילות ששימשו בחלק מהניסויים היו מגידול של פסילות, שהתבצע במעבדה הבין ענפית לאקלוגיה של מזיקים בחוות המטעים, כדי להבטיח פסילות מגיל ידוע. בניסויים אחרים אספנו פסילות במטעים יעודיים לגידול פסילות לניסוי, שלא טופלו בקוטלי חרקים ואקריות בחוות מתתיהו ובחוות פיכמן. הפסילות הבוגרות נאספו ע"י נייעור הענפים מעל מגש ואיסוף הפסילות בעזרת משאף (אספירטור). הן נלקחו למעבדה והופרדו לזויגים והוצבו בניסויים בו ביום. נימפות נאספו ע"י חיתוך ענפים מהמטעים היעודיים ומיון לפי גיל במעבדה.

פירוט הניסויים

להשגת מטרות 1+3 - בחינת אפשרות השימוש המעשי בטיפוסי אגס עמידים שהתגלו בנווה יער כמקור לחומרי דחיה או קטילה לפסילה ו/או כמקור לכנות עמידות ולימוד המנגנונים המעורבים נערכו הניסויים הבאים:

ניסוי א. מטרת הניסוי: השוואת האילוח הטבעי ע"י הפסילה בין העצים מהטיפוסים העמידים לבין 'ספדונה' בתנאי שדה (ניסוי בחירה).

מהלך הניסוי: בחלקת הזנים בנווה יער הופסקו למשך השנה טיפולים בקוטלי חרקים, כדי לאפשר איכלוס טבעי של המטע בפסילת האגס. 20 ענפים מכל טיפוס אגס (10 מכל עץ) נקטפו והובלו בקירור למעבדה שם ניבדקו 10 עלים מכל ענף ותועד מספר הביצים והנימפות של הפסילה. ניתוח הנתונים נעשה בעזרת מבחן Anova במודל מקונן (nested model) אחרי טרנספורמציה $\sqrt{x+0.5}$ למספר הצאצאים לענף.

ניסוי ב. מטרת הניסוי: השוואת שיעור ההטלה וההישרדות של נימפות פסילת האגס על טיפוסי האגס השונים בתנאי שדה בניסוי ללא בחירה.

מהלך הניסוי: 7 ענפים מ-3 טיפוסי האגס 'ספדונה', Py.701-202 ו-Py.760-261 במטע בנווה יער נוקו מכל פרוקי הרגלים שעליהם ולאחר מכן כוסו בשקיות נייר, אליהן הוכנסו 4 זוגות פסילות בוגרות.

כעבור שבועיים מיום האילוח נלקחו הענפים למעבדה ובעזרת בינוקולר נספרו הביצים והנימפות. **ניתוח הנתונים** נעשה בעזרת מבחן Anova במודל מקונן (ענף לעץ) אחרי טרנספורמציה $\sqrt{x+0.5}$ למספר הממוצע של צאצאים לעלה.

ניסוי ג. מטרת הניסוי: לבחון האם המנגנון המשפיע על העמידות של שני טיפוזי האגס לפסילה מתבטא בהימנעות משיבה על העץ והימנעות מהטלה (Antixenosis).

מהלך הניסוי: ב- 5 כלובי חרקים מפרספקס עם דפנות רשת שטח רצפתם 40×40 סמ"ר וגובהם 50 ס"מ הוצבו 4 ענפים שנחתכו מהשתילונים של 4 זני האגס ('ספדונה', סורי Py.692-193, Py.701-202 ו-Py.760-261), ענף מכל שתיל. הענפים נחתכו לאורך אחיד של 16 ס"מ והושארו בהם 2 העלים העליונים. הם הוחזקו חיוניים במבחנות פלסטיק של 50 מ"ל מלאות במים ומכוסות בפרפילם כדי למנוע אפשרות טביעה של הפסילות. הענפים הוצבו בדפנות הכלוב במבנה של X במרחק שווה זה מזה. סידור הענפים בכלוב היה אקראי והשתנה בין 5 החזרות. במרכז של כל כלוב שוחררו 10 זוגות של פסילות בוגרות. מקום הפסילות תועד בתדירות של פעם לשעה, למשך דקה, במהלך היום הראשון וכן כעבור יום וכעבור 4 ימים. שיעור ההטלה על כל אחד מטיפוזי האגס נבדק כעבור 4 ימים. **ניתוח הנתונים** של מיקום הפסילות כעבור 1 ו-4 ימים ושל כמות הביצים שהוטלו על כל ענפון נערך בעזרת מבחני χ^2 goodness of fit.

ניסוי ד. מטרת הניסוי: לבחון האם המנגנון המשפיע על העמידות של 2 טיפוזי האגס לפסילה מתבטא בהימנעות מהטלה (ניסוי ללא בחירה).

מהלך הניסוי: מכל אחד משתילי האגס מהטיפוזים השונים (סורי, 'ספדונה' ושני העמידים) נלקח ענף למעבדה (7 ענפים מכל טיפוס). מכל ענף נלקחו שלושת העלים העליונים וכל עלה נחתך עם קטע מהענפון עליו מחוברת הפטוטרט והוכנס למבחנת 50 מ"ל ביחד עם 4 זוגות של פסילה בוגרת. המבחנות הוחזקו במעבדה וכעבור שבוע ניספרו מספר הביצים שהוטלו בכל מבחנה (סה"כ 21 עלים לכל טיפוס אגס). **ניתוח הנתונים** נעשה בעזרת מבחן Anova במודל מקונן (עלה לעץ) אחרי טרנספורמציה $\sqrt{x+0.5}$ למספר הביצים לעלה.

ניסוי ה. מטרת הניסוי: לבחון האם המנגנון המשפיע על העמידות של 2 טיפוזי האגס לפסילה מתבטא בפגיעה ישירה בהישרדות ובהתפתחות של נימפות צעירות (Antibiosis).

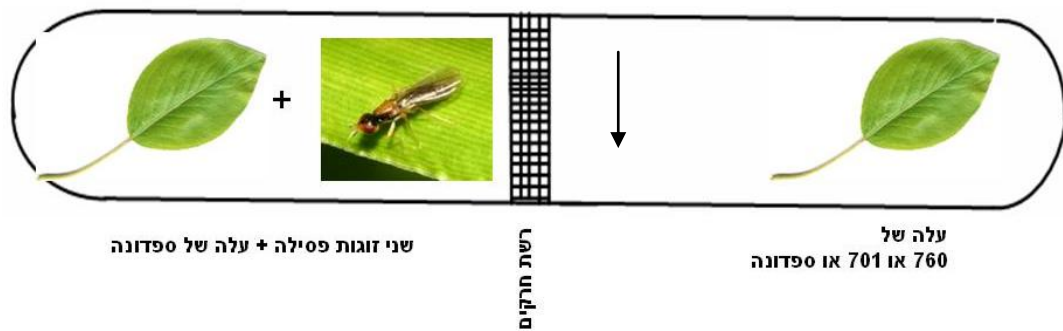
מהלך הניסוי: מכל אחד משתילי האגס מהטיפוזים השונים ('ספדונה' ושני העמידים) נלקחו ענפים למעבדה (5 ענפים מכל טיפוס). מכל ענף נלקחו ארבעת העלים העליונים וכל עלה נחתך עם קצה מהענפון עליו מחוברת הפטוטרט והוכנס למבחנת 50 מ"ל ביחד עם 10 נימפות מדרגות II-I שהונחו בעדינות על העלה. העלים הוחזקו במעבדה וכעבור שבוע נבדק שיעור ההישרדות של הנימפות על כל עלה, הדרגה הממוצעת אליה הגיעו הנימפות וכמות טל הדבש שהופרשה על ידן (סה"כ 20 עלים לכל טיפוס אגס). ניסוי זה נערך במאי וחזרנו עליו שנית באוקטובר, כדי לברר האם יש הבדל בהשפעת העצים על הפסילות בין האביב לסתיו. **ניתוח הנתונים** נעשה בעזרת מבחן Anova במודל מקונן (עלה לעץ) אחרי טרנספורמציה \arcsin לשיעור הישרדות הנימפות לעלה.

ניסוי ו. מטרת הניסוי: לזהות האם המנגנונים המשפיעים על עמידות טיפוזי האגס השונים לפסילה מתבטאים בפגיעה ישירה בשרידה ובהתפתחות של נימפות בוגרות.

מהלך הניסוי: בכל אחד משתילי האגס מהטיפוסים השונים (7 שתילים מכל טיפוס) נבחר ענף עם צימוח צעיר. הענף אוכלס ע"י 10 נימפות מדרגה V-IV, שהובאו מהמעבדה על עלה, ששודך בעזרת שדכן משרדי בעדינות לענף. לאחר מכן כל הענף כוסה בשקית ניר מאווררת וכעבור שבועיים הענפים נלקחו למעבדה, שם נספרו מספר הבוגרים שהגיו. בכל טיפול. **ניתוח הנתונים** של מספר הבוגרים בכל טיפוס נעשה בעזרת מבחן Anova אחרי טרנספורמצית $\sqrt{x+0.5}$ למספר הבוגרים לעלה.

ניסוי ז. מטרת הניסוי: בירור חשיבות הנדיפים בבחירת ההטלה של בוגרי הפסילה ובהשרדות הנימפות בטיפוסי האגס השונים.

מהלך הניסוי: מחלקת העצים העמידים בנווה יער נקטפו ענפים מ 3 טיפוסים: 'ספדונה', Py.760-261, Py.701-202. מכל עץ נלקח ענף של צימוח צעיר ובמעבדה העלה החמישי מכל ענף נוקה מכל החרקים והוכנס למערכת ניסוי הבנויה משתי מבחנות פלסטיק של 50 מ"ל שהוברגו זו לזו וביניהן הוכנסה פיסת רשת חרקים (איור 1). למבחנה אחת במערכת הוכנס עלה הטיפול, כלומר עלה מאחד מהעצים העמידים או מביקורת של 'ספדונה'. מהצד השני של הרשת ללא מגע בין העלים הוכנס עלה 'ספדונה' 21 זוגות של פסילות. המערכת הוחזקה בחדר מבוקר טמפרטורות עם משטר תאורה של 8:16 למשך שבוע.



איור מס 1. תרשים של מערכת הניסוי

כעבור שבוע המתקן נפתח וספרנו את מספר הבוגרים החיים ומספר הביצים שהוטלו על עלה ה'ספדונה'. לאחר הספירה העלה הוחזר למבחנות וכעבור שבוע נוסף נספרו מספר הנימפות החיות ודרגתן.

ניסוי ח. מטרת הניסוי: בחינת הפעילות הביולוגית של מיצויים מעלי הטיפוסים העמידים.

מהלך הניסוי: מיצויים מימיים בטמפרטורות שונות הוכנו מהעלים של הצמחים העמידים. בנוסף הוכנו מיצויים בהפקה ישירה של מוהל מהענפים בעזרת צנטרופגה (Raveh and Levy 2005). עלים של עצי אגס מהזן 'ספדונה' טופלו במיצויים הללו בטבילה ובהגמעה וניבדקה רמת הטלה בבוגרים (כמתכונת ניסוי א') והישרדות והתפתחות הנימפות (במתכונת ניסוי ג'). הכנת המיצויים המימיים נעשתה באופן הבא: מכל טיפוס אגס (ספדונה, 760 ו 701) מחלקת האגסים בנווה יער נאספו ענפים בני שנה. מכל טיפוס נקטפו 20 גרם של עלים (טרף+ פטוטר) מענפונים שונים ונחלטו כ-15 דק' בבקבוקי סינטלציה מעוקרים ומחוממים ב 400 מ"ל של מים מזוקקים רותחים. לאחר שהטמפרטורה של החליטה ירדה ל-22 מ"צ התערובת סוננה ועלי 'ספדונה' שנקטפו מעצי אגס מהמטע בנווה יער נטבלו בה לדקה. לאחר הטבילה העלים יובשו על משטח פלסטיק (למנוע ספיגה). לאחר יבוש העלים על כל עלה הוצבו 7 נימפות של פסילה בדרגות 2-4 והעלה הוחזק במבחנה סגורה (כבניסוי ד') למשך שבוע שאז ניספרו מספר הנימפות ששרדו במיצויים. הניסוי הוצב ב 7 חזרות לכל טיפול וביקורת של מים מזוקקים.

חזרנו על אותו ניסוי גם עם מיצוי בטמ"פ של 38 מ"צ (כדי למנוע שינוי מבנה של חלבונים) במיקרה זה העלים שמוצו הוחזקו במשך שעה במים מזוקקים בטמ"פ של 38 מ"צ והמשך הניסוי כנ"ל.

הפקת המוהל נעשתה מענפים בני שנה בעזרת צנטרופגה (Raveh and Levy, 2005).

על מנת לבדוק את השפעת המוהל שהופק באופן ישיר מהטיפוסים העמידים קטפנו עלי 'ספדונה' מעצי האגס בעציצים בחוות המטעים והצמאנו אותם לשעה. לאחריה הצבנו כל עלה במבחנת אפנדורף בנפח של 2 מ"ל, שמולאה ב-1 מ"ל מוהל של אחד מהטיפוסים העמידים או מוהל של 'ספדונה' בתוספת 0.5 מ"ל מים מזוקקים, והצבנו על כל עלה 10 נימפות מדרגה III-II. את מבחנות האפנדורף כיסינו בפארפילם למניעת אידוי ולצמצום השפעת נדיפים. העלה עם מבחנת האפנדורף הוכנסו למבחנת 50 מ"ל עם מכסה רשת 50 מש. כעבור יומיים נבדק מצב העלים והוספו 0.5 מ"ל מים מזוקקים כי בחלק מהמבחנות הפטוטרות כבר לא הגיעו לנוזל. למחרת (3 ימים מההצבה) נבדק שיעור הישרדות הנימפות.

ניסוי ט. מטרת הניסוי: השוואת תכונות מורפולוגיות של העלים מטיפוסי האגס השונים.

מהלך הניסוי: נלקחו 20 עלים בגיל אחיד וידוע מכל שתיל של כל טיפוס ובעזרת texture analyzer במעבדתו של דר' אילן שומר, השווינו את קשיות וגמישות העלים. ניסוי זה נערך ב-7 חזרות לכל טיפוס אגס סה"כ 140 עלים. הבדלים בעוצמה הושו במבחן ANOVA.

ניסוי ז. מטרת הניסוי: השוואה של פרופיל הנדיפים בטווח קצר של הטיפוסים העמידים לעומת הספדונה.

מהלך הניסוי: נקטפו 20 עלים (טרף +פטוטרות) מכל טיפוס אגס בנווה יער ובמעבדתו של דר' עוזי רביד בנווה יער נבדק פרופיל הנדיפים בעזרת מכשיר GCMS ונערכה השוואה כללית של פרופיל הנדיפים.

לבדיקת מעבר העמידות לפסילה מהכנות העמידות לספדונה המורכבת עליהם נערכו הניסויים הבאים:

ניסוי יא. מטרת הניסוי: השוואת שיעור ההטלה ושיעור התפתחות הנימפות על 'ספדונה' המורכבת על הטיפוסים העמידים לעומת 'ספדונה' לא מורכבת, באילוח מכוון בתנאי שדה (ללא בחירה).

מהלך הניסוי: בחלקת הזנים בנווה יער 10 ענפי 'ספדונה' המורכבים על הטיפוסים העמידים (5 מכל עץ) ועוד 10 ענפים מעצי ה'ספדונה' המורכבים רק על בטוליפוליה, נוקו מפרוקי הרגלים וכוסו בשקיות ניר מאווררות, לתוכן הוכנסו 4 זוגות פסילות בוגרות. כעבור שבועיים מיום האילוח נלקחו הענפים למעבדה ונספרו הביצים והנימפות על כל ענף. **ניתוח הנתונים** נעשה בעזרת מבחן Anova במודל מקונן (ענף לעץ) אחרי טרנספורמציה $\sqrt{x+0.5}$ של הביצים ושל הנימפות לחד.

ניסוי יב. מטרת הניסוי: השוואת שיעור הישרדות הנימפות על עלי 'ספדונה' המורכבת על הטיפוסים העמידים לבין ההישרדות על עלי 'ספדונה', באילוח מכוון, בתנאי מעבדה.

מהלך הניסוי: 20 ענפי 'ספדונה' המורכבת על כל אחד מהטיפוסים העמידים ו-20 ענפי 'ספדונה' ללא הרכבה (10 מכל עץ) נקטפו במטע בנווה יער והובאו למעבדה. העלה השני מקצה כל ענף נותק ביחד עם חלק מהענפון ונוקה מכל פרוקי הרגליים. 10 נימפות מדרגה II-I הועברו במכחול לעלה וכל עלה הוחזק בנפרד במבחנת פלסטיק 50 מ"ל סגורה. כעבור שבוע נבדקו הפרמטרים הבאים: הישרדות, הזנה (ע"י בדיקת נוכחות טל דבש) והדרגה אליה הגיעה הנימפה. ניסוי זה נערך ב-20 חזרות לכל טיפוס אגס. **ניתוח הנתונים** נעשה בעזרת מבחן Anova במודל מקונן (ענף לעץ) אחרי טרנספורמציה \arcsin לאחוז הפסילות ששרדו.

ניסוי ג. מטרת הניסוי: בירור האם עלי ה'ספדונה' המורכבת על עצים עמידים מפרישה חומרים נדיפים המשפיעים על ההישרדות וההטלה של בוגרי הפסילה.

מהלך הניסוי: מחלקת העצים המורכבים על העמידים בנווה יער נקטפו ענפים מ 3 טיפוסים: 'ספדונה', 'ספדונה' המורכבת על Py.760-261 וספדונה המורכבת על Py.701-202. הניסוי הוצב כבניסוי ז. המערכת הוחזקה בחדר מבוקר טמפרטורות עם משטר תאורה של 8:16 למשך שבוע.

להשגת מטרות 2+3 - בחינת אפשרות השימוש המעשי במעכבי צימוח כאמצעי להפחתת ניזקי הפסילה במשולב עם תפקידם המקורי לבקרת צימוח וגטטיבי באגסים מהזן 'ספדונה' ולימוד המנגנונים המעורבים, בוצעו הניסויים הבאים:

ניסוי ט. מטרת הניסוי: לבחון מה מידת ההשפעה של השימוש במעכבי הצימוח רגליס וCCC על שיעור הישרדות הבוגרים, שיעור ההטלה והישרדות הנימפות של פסילת האגס המצויה על עצי 'ספדונה' המטופלים בחומרים אלה.

מהלך הניסוי: 30 שתילי אגס מהזן 'ספדונה' שהוחזקו בעציצים טופלו באקראי בשני מעכבי צימוח הידועים כמעכבי סינטזת גיברלין: CCC (Clomequat chloride) במינון 1% ורגליס (מכיל 10% חומר פעיל Prohexadion Calcium (PCa)), במינון 20 ח"מ ח"פ וביקורת מים. לטיפול ה-CCC הוסף משטח טריטון בריכוז 0.025% ולטיפול הרגליס משטח מחמיץ BB5 בריכוז 0.2%.

שבועיים לאחר הטיפול במעכב הצימוח נלקחו למעבדה 10 ענפים צעירים מכל טיפול (אחד מכל שתיל) והעלה החמישי מכל ענף נחתך עם קצה מהענפון עליו מחוברת הפטוטרט, נשטף ונבדק כדי לוודא שאין עליו פסילות או פרוקי רגלים אחרים. לאחר יבושו, העלה הוכנס למבחנת פלסטיק בנפח של 50 מ"ל ולכל מבחנה הוכנסו 2 זוגות של פסילות בוגרות. המבחנות הסגורות הוחזקו במשך שבוע בחדר הגידול וכעבור שבוע נספרו הבוגרים ששרדו בכל טיפול, הביצים שהוטלו ו הנימפות שבקעו. כל הבוגרים הורחקו והמבחנות הוחזרו לחדר הגידול לשבוע נוסף, שבסופו נבדק שיעור הבקיעה של הביצים ושיעור ההישרדות של הנימפות. הניסוי נערך ב-10 חזרות לכל טיפול.

ניתוח הנתונים. מספר הביצים, הנימפות והבוגרים בכל טיפול הושו בעזרת ניתוח שונות Anova. בנוסף חושב שיעור הישרדות של הנימפות שבקעו בכל טיפול ואחרי טרנספורמציה $\arcsin[\sqrt{p}]$ נערך גם ניתוח שונות ANOVA.

ניסוי טז. מטרת הניסוי: לבחון האם המנגנון המשפיע על העמידות המושרית לפסילה כתוצאה מהשימוש במעכבי הצימוח מתבטא בפגיעה ישירה בהישרדות ובהתפתחות של נימפות צעירות (Antibiosis)

מהלך הניסוי: כדי לבדוד את גורם ההשפעה דרך הבוגרים והביצים ולהתחיל את הניסוי באוכלוסיית נימפות אחידת גודל, 21 שתילי אגס בעציצים חולקו ל-3 קבוצות שוות גודל. כל קבוצה טופלה ברגליס, CCC או מים כבניסוי טו. שבועיים לאחר הטיפול, מכל אחד משתילי האגס נבחרו 3 ענפים צעירים והעלה החמישי מכל ענף נחתך עם קצה מהענפון עליו מחוברת הפטוטרט והוכנס למבחנת 50 מ"ל ביחד עם 10 נימפות מדרגות II-I שהונחו בעדינות על העלה. העלים הוחזקו במעבדה וכעבור שבוע נבדק שיעור ההישרדות של הנימפות בכל עלה (סה"כ 21 עלים לכל טיפוס אגס). ניתוח הנתונים נעשה בעזרת מבחן Anova במודל מקונן (עלה לעץ) אחרי טרנספורמציה $\arcsin[\sqrt{p}]$.

ניסוי יז. מטרת הניסוי: לבחון האם מנגנון העמידות בצמח, המושרה כתוצאה משימוש במעכבי הצמיחה, קשור לשינויים מטבוליים בתכולת הפוליפנולים בצמח.

מהלך הניסוי: 15 שתילי אגס בעציצים חולקו ל-3 קבוצות שוות גודל וטופלו במעכבי צימוח רגליס, CCC ומים (כביקורת) כבניסוי טו (5 עצים לכל טיפול). חודש לאחר הריסוס אספנו חמישה עלים מכל טיפול (עלה חמישי מכל ענף בן אותה שנה מכל עץ) ובהם ערכנו בדיקת רמת פוליפנולים בשיטה קולורימטרית. העלים הוקפאו במקרר בטמפרטורה של 70- מ"צ ועברו גריסה ומיצוי לתמיסה אשר הופרדה בצנטריפוגה. בעזרת אינדיקטור פולי נעשתה קריאה לגילוי הפוליפנולים בספקטופוטומטר באורך גל של 760 nm. חילוץ תוצאת הקריאה לריכוז הפוליפנולים בעלים נעשה בעזרת עקומת כיוול של קוורצטין בריכוזים עולים. **ניתוח הנתונים.** כמויות הפוליפנולים הושוו בין הטיפולים בעזרת Anova.

ניסוי יח. מטרת הניסוי: לברר כמה זמן נמשכת הפעילות של מעכבי הצמיחה על הפסילות והאם היא קשורה לעיכוב הצמיחה בעץ.

מהלך הניסוי: עצי הספדונה בחלקת האגס בחוות מתתיהו רוססו באביב ב-4 טיפולים: רגליס 200 ו-400 ח"מ ח"פ (פי 10 מאשר בניסוי בעציצים כדי להתאים זאת למומלץ במטע), CCC 1% ומים כביקורת. הניסוי נערך במתכונת של בלוקים באקראי, 10 חזרות לכל טיפול. לפני הטיפול נבחנה הנגיעות הטבעית על העצים ע"י לקיחת ענף מכל עץ וספירת כל פרטי הפסילה שעליו. כמו כן בכל עץ נבחר ענף צעיר ואורכו נימדד לפני ישום הטיפולים וכל שבוע לאחר מכן כדי לעקוב אחר עיכוב הצמיחה. החל משבועיים אחר ישום החומרים, כל שבוע נלקח מכל עץ ענף למעבדה ונספרו כל הפסילות כדי לייצג את האילוח הטבעי בשטח. אחרי הספירה העלה החמישי מכל ענף נחתך, נשטף מכל הפסילות שעליו והוכנס למבחנה עם 2 זוגות של פסילות בוגרות כבניסוי טו. כעבור שבוע נבדקו מספר הבוגרים ששרדו, מספר הביצים שהוטלו ומספר הנימפות. אחרי הוצאת הבוגרים, המבחנות הוחזרו לחדר גידול וכעבור שבוע שוב נספרו מספר הנימפות כדי לבחון את שיעור הבקיעה וההישרדות. על בדיקת האילוח הטבעי והצבה זו חזרנו כל שבוע במשך חודש.

ניתוח הנתונים. מספר הביצים, הנימפות והבוגרים בכל טיפול הושוו בעזרת ניתוח שונות ANOVA. בנוסף חושב שיעור ההישרדות של הנימפות שבקעו בכל טיפול ואחרי טרנספורמצית $\arcsin[\sqrt{p}]$ נערך גם ניתוח שונות חד כיווני.

ניסוי יט מטרת הניסוי: לבחון האם יש השפעה של המצב הפנולוגי של העץ בזמן היישום של מעכבי הצמיחה על העמידות כנגד הפסילות.

מהלך הניסוי: חזרנו על ניסוי יח עם 2 טיפולים בלבד: רגליס 200 ח"מ ח"פ ומים כביקורת, בשני מועדים פנולוגיים של העצים. הראשון בתחילת אוגוסט, מועד בו אין בכלל צימוח בעצים. לאחר סיום הניסוי הראשון ביצענו גיזום בעצים והמתנו להתעוררות סתוית. חזרנו על הניסוי באותה מתכונת שוב בסוף ספטמבר. בשני המועדים בדקנו הן את האילוח הטבעי במטע והן את ההטלה וההתפתחות של פסילות בניסוי מבוקר במעבדה. **ניתוח התוצאות** נערך בעזרת מבחן Welch Anova מאחר וניכר היה הבדל גדול בין השונויות בטיפולים.

1.6 תוצאות

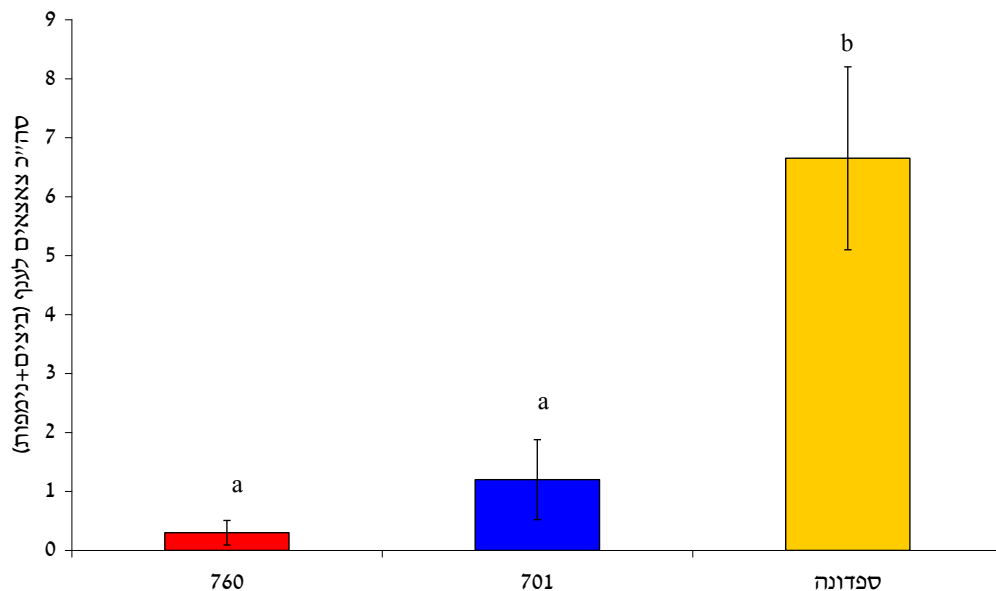
בחינת אפשרות השימוש המעשי בטיפוסי אגס עמידים

בניסוי א. בו השונו את האילוח הטבעי ע"י הפסילה בין העצים מהזנים העמידים ל'ספדונה' בתנאי שדה (בבחירה) נמצאו באופן מובהק יותר ביצים ונימפות של פסילה על ענפי ה'ספדונה' מאשר על ענפי הטיפוסים העמידים, כאשר ההבדלים בין הטיפוסים Py.760-261 ו-Py.701-202 ל'ספדונה' הם פי 10 ופי 5 בהתאמה (תרשים 1).

בניסוי ב. בו השונו את מספר צאצאי הפסילה על עצים מהזנים העמידים לעומת ה'ספדונה' בתנאי שדה בניסוי ללא בחירה נמצאו באופן מובהק יותר ביצים ונימפות של פסילה לעלה על ענפי ה'ספדונה' מאשר על ענפי הטיפוסים העמידים: 'ספדונה' 25.0 ± 6.5 ; Py.760-261 0.08 ± 0.08 ; Py.701-202 1.70 ± 0.88 (ממוצע ושגיאת תקן, $F_{2,16}=24.2$, $p<0.001$).

בניסוי ג. בו בחנו האם המנגנון המשפיע על העמידות של 2 טיפוסי האגס לפסילה מתבטא בהימנעות מישיבה על העץ והטלה, כאשר יש לפסילות אפשרות בחירה, לא נמצאו הבדלים משמעותיים במספרי הפסילות הבוגרות שבחרו לשהות על טיפוסי האגס השונים אחרי 24 שעות וגם לא אחרי 4 ימים. בנוסף לא נמצאו הבדלים במספר הביצים שהוטלו על הענפים מהטיפוסים השונים (טבלה 1).

בניסוי ד. בו בחנו האם המנגנון המשפיע על העמידות של 2 טיפוסי האגס לפסילה מתבטא בהימנעות מהטלה, כאשר אין לפסילות אפשרות בחירה, לא נמצאו הבדלים משמעותיים במספר הביצים שהוטלו על ענפי האגס מהטיפוסים השונים: 'ספדונה' 4.70 ± 1.53 ; Py.760-261 7.42 ± 3.43 ; Py.701-202 1.70 ± 0.88 (ממוצע ושגיאת תקן).



תרשים מס 1. מספר הצאצאים (ביצים + נימפות) שנמצאו על ענפי אגס מהטיפוסים השונים באילוח טבעי במטע בנווה יער (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p<0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

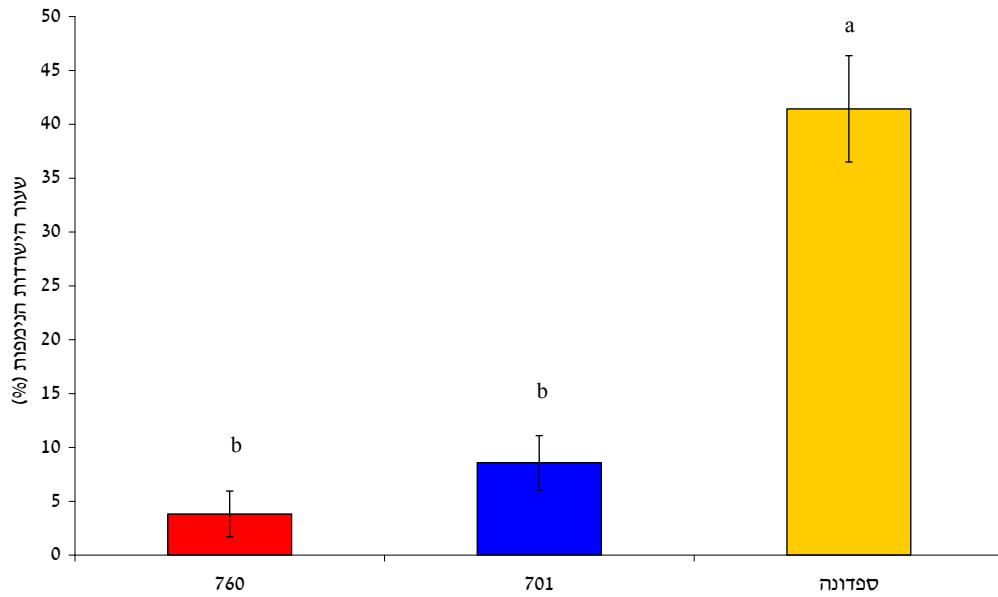
טבלה מס 1. מספר פרטי הפסילה הבוגרים שנמצאו על טיפוסי האגס השונים בניסוי בחירה כעבור יום וכעבור 4 ימים וכן מספר הביצים שהוטלו על כל ענפון (ממוצע ושגיאת תקן).

מספר ביצים	מס' בוגרים כעבור 4 ימים	מס' בוגרים כעבור יום	טיפוס האגס
7.2±7.1	1.0±0.54	1.8±0.58	ספדונה
8.4±5.1	1.2±0.37	1.6±0.67	Py.760-261
11.0±5.4	1.0±0.44	0.8±0.58	Py.701-202
2.6±2.6	1.0±0.63	0.8±0.58	Py.692-193

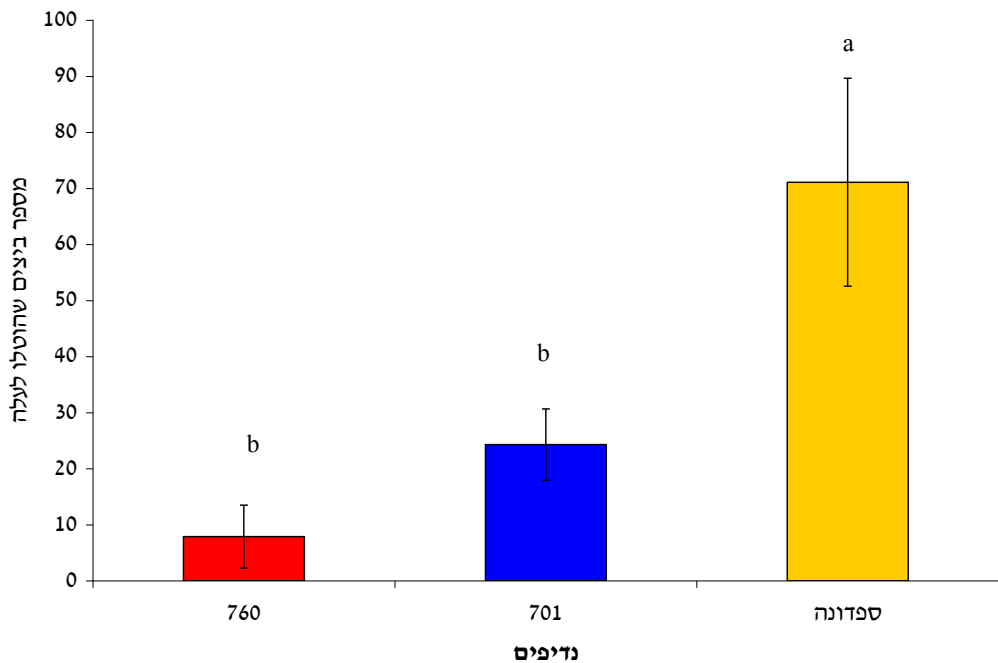
בניסוי ה. בו בדקנו האם המנגנון המשפיע על העמידות של 2 טיפוסי האגס לפסילה מתבטא בפגיעה ישירה בהישרדות והתפתחות של נימפות צעירות (Antibiosis) נמצא ששיעור הניפות הצעירות ששרדו על עלי העצים העמידים באביב היה נמוך פי 4 עד פי 9 מאשר אלו ששרדו על ה'ספדונה' (תרשים 2). בנוסף נמצא, שדרגת הנימפה הממוצעת אליה הגיעו הנימפות בעלי ה'ספדונה' היתה גבוהה מהדרגה הממוצעת על הטיפוסים העמידים: 'ספדונה' 2.14 ± 0.08 ; Py.760-261 Py.701-202 1.68 ± 0.07 ; 1.52 ± 0.07 (ממוצע ושגיאת תקן, $F_{2,59}=3.84, P<0.001$). תמונה דומה של הישרדות הנימפות חזרה על עצמה גם בסתיו, 'ספדונה' Py.760-261 63 ± 5 ; 12 ± 4 Py.701-202 33 ± 8 (ממוצע ושגיאת תקן, $F_{2,36}=2.69, P=0.004$).

בניסוי ו. בו בחנו האם המנגנונים המשפיעים על עמידות טיפוסי האגס השונים לפסילה מתבטאים בפגיעה ישירה בהישרדות והתפתחות של נימפות בוגרות, נמצא שמספר הבוגרים שהגידו מנימפות דרגה חמישית שניזונו על עלי 'ספדונה' היה גבוה במובהק ממספר הבוגרים שהגידו כאשר הנימפות ניזונו על הטיפוסים העמידים: 1.71 ± 0.37 'ספדונה' Py. 760-261 0.33 ± 0.21 (ממוצע ושגיאת תקן, $F_{2,16}=7.32, P=0.005$).

בניסוי ז. בו בדקנו את חשיבות הנדיפים בבחירת ההטלה של בוגרי הפסילה ובהישרדות הנימפות בטיפוסי האגס השונים מצאנו שבאופן מובהק פחות פסילות בוגרות שרדו בנוכחות נדיפי העצים העמידים לעומת ה'ספדונה': 'ספדונה' 3.2 ± 0.2 ; Py.760-261 1.00 ± 0.36 ; Py.701-202 1.20 ± 0.38 (ממוצע ושגיאת תקן, $F_{2,27}=113.68, P<0.0001$). בהתאם מצאנו שגם מספר הביצים שהוטלו בנוכחות נדיפי העלים מהעצים העמידים היו נמוכים במובהק מאשר אלו שהוטלו על ה'ספדונה', $(F_{2,27}=7.75, P=0.0022)$ (תרשים 3). במערכת זו רק במבחנה אחת מכל טיפול היתה בקיעה, כנראה בשל התייבשות העלים ולכן לא יכולנו להשוות את השפעת הנדיפים על בקיעת הביצים והישרדות הנימפות



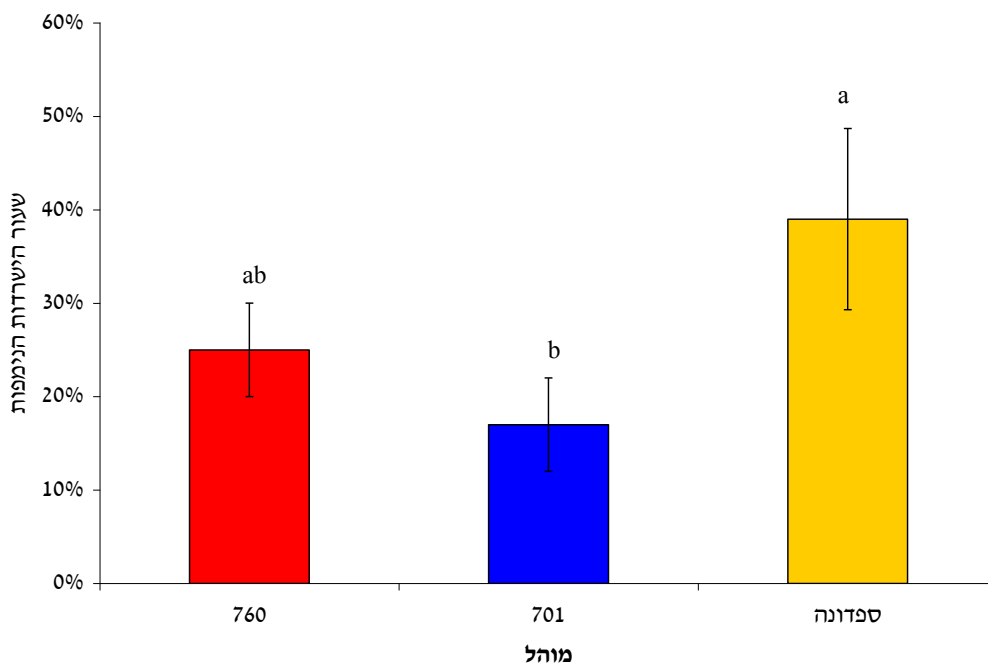
תרשים מס 2. אחוז הנימפות מדרגה II-I ששרדו באביב על עלי אגס מהטיפוסים השונים (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.



תרשים מס 3. מספר הביצים שהוטלו על עלי 'ספדונה' בנוכחות אווירת נדיפים מעלים של העצים העמידים וה'ספדונה' (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

בניסוי ה. בו בחנו את השפעת המיצויים המימיים והשימוש במוהל הצמחים העמידים על פסילת האגס לא מצאנו הבדלים בהישרדות הנימפות על עלי 'ספדונה' שנטבלו במיצויים המימיים של הטיפוסים העמידים, שהופקו ב-38 או 100 מ"צ, לבין העלים שנטבלו במים או במיצוי מימי של

ספדונה'. לעומת זאת, נמצאו הבדלים מובהקים בשיעור הישרדות הנימפות על עלים שהיו טבולים במוהל בהפקה ישירה מענפי העצים העמידים של Py.701-202 לעומת 'ספדונה' ע"פ המבחנים student t וHsu's MCB (תרשים 4). ראוי לציין שבמבחן Anova על הנתונים לא התקבלו הבדלים מובהקים המדגם שהיה מניב תוצאות מובהקות (LSN) הינו 33. **בניסוי ט**. **בו השונו תכונות מורפולוגיות של העלים מטיפוסי האגס השונים** לא מצאנו הבדלים בקשיות העלים מטיפוסי האגס השונים, כפי שבאה לידי ביטוי בעוצמת הכוח שיש להפעיל בחדירה לתוך העלה, לא בחלק העליון של העלה וגם לא בחלק התחתון (עליון $F_{4,30}=1.705$ $P=0.175$; תחתון $F_{4,30}=1.78$ $P=0.159$).



תרשים מס 4. שיעור הישרדות הנימפות על עלי 'ספדונה' שהוצבו בתוך מוהל שהופק מענפי האגס העמידים (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student t.

בניסוי ג. **בו בדקנו את הרכב הנדיפים מעלי טיפוסי האגס השונים** מצאנו חומרים שהופיעו רק בטיפוסים העמידים וגם באגס האסיאני 'Housi' הידוע כעמיד לפסילה ולא הופיעו ב'ספדונה' או באגס סורי Py.691-192 שהינו רגיש לפסילה (טבלה 2).

מעבר העמידות לפסילה מהכנות העמידות, ל'ספדונה' המורכבת עליהם

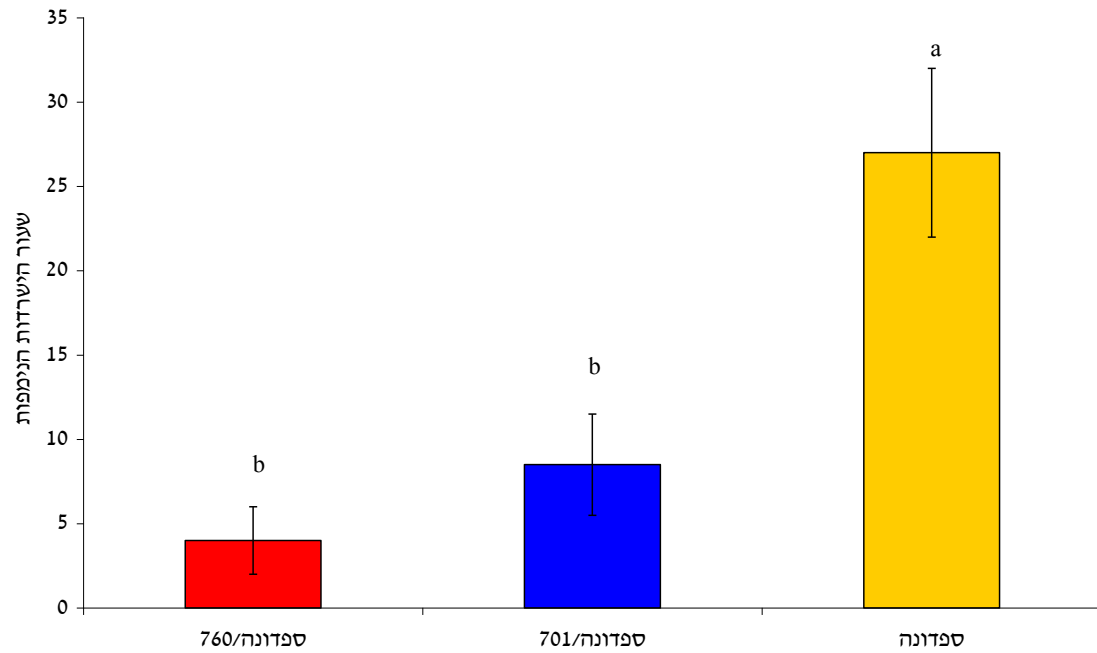
בניסוי יא. **בו השונו את מספר צאצאי הפסילה על ענפי ה'ספדונה' המורכבים על העצים מהזנים העמידים לעומת ה'ספדונה' בתנאי שדה בניסוי ללא בחירה, נמצאו עד פי 4 יותר צאצאים על ה'ספדונה' מאשר על ה'ספדונה' המורכבת על העמידים: 'ספדונה' 233 ± 129 ; 'ספדונה' על 80 ± 103 ; Py.760-261 'ספדונה' על Py.701-202 49 ± 13 (ממוצע ושגיאת תקן, $F_{2,21}=7.86$, $P=0.003$).**

בניסוי יב. בו השונו את שיעור הישרדות הנמרפות על עלי 'ספדונה' המורכבת על הטיפוסים העמידים לבין ההישרדות על עלי 'ספדונה', באילוח מכוון בתנאי מעבדה, אחוז ההישרדות על ה'ספדונה' המורכבת על העמידים היה במובהק נמוך יותר מאשר על ה'ספדונה' הלא מורכבת (תרשים 5).

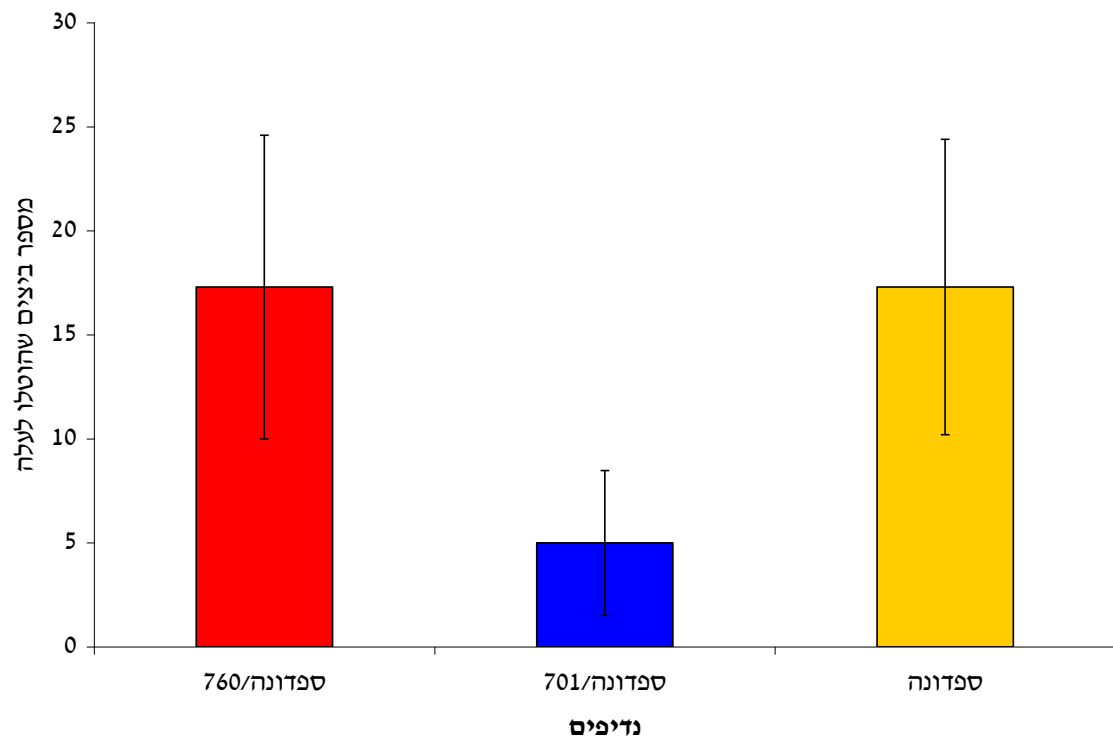
בניסוי יג. בו בחנו את השפעת הנדיפים מעלי 'ספדונה' המורכבים על עצים עמידים על ההישרדות וההטלה של בוגרים המוצבים על עלי 'ספדונה' לא מורכבים מצאנו מגמה לא מובהקת של הטלה נמוכה באוירה של 'ספדונה' המורכבת על PY.701-202 (תרשים 6).

טבלה מס 2. סיכום בדיקת הנדיפים בשיטת SPME בעלי אגס מטיפוסים שונים.

variety	SPADONA			PY. 691-192			PY. 701-202			PY 760-261			HOUSI		
	MS	AREA	(%)	MS	AREA	(%)	MS	AREA	(%)	MS	AREA	(%)	MS	AREA	(%)
Compounds															
ethyl acetate							72%	207226	0.13						
acetic acid	90%	1E+06	1.22				83%	461669	0.30				90%	8E+05	0.33
1-penten-3-ol										43%	626429	1.18			
3-pentanol				78%	1E+05	0.4	78%	250545	0.16				47%	68780	0.03
(E) 2-pentenal										47%	140010	0.26			
1-pentanol							64%	114536	0.07	53%	127592	0.24			
cis 2-penten-1-ol							52%	183350	0.12	68%	211227	0.40			
3(Z) hexenal	90%	5E+05	0.50	94%	1E+06	4.9	94%	8E+06	4.84	97%	4E+06	7.36	93%	3E+05	0.10
hexanal	86%	1E+05	0.15	86%	2E+05	0.6	86%	1E+06	0.87	87%	4E+06	7.73			
4 methyl, 3-pentene-2-one															
methyl cyclohexane							64%	394423	0.25						
3E hexenol	59%	62815	0.06												
2E hexenal	87%	2E+05	0.16	58%	3E+05	1.2	94%	1E+07	8.38	94%	3E+07	48.75	93%	2E+05	0.10
3(Z) hexenol	87%	8E+06	8.18	94%	1E+07	37.1	94%	2E+07	13.72	95%	3E+06	5.65	95%	2E+07	8.91
2(Z) hexenol							90%	4E+06	2.53	90%	3E+06	6.20			
pentanoic acid	39%	1E+05	0.12												
hexanol				64%	1E+05	0.4	90%	5E+06	3.19	86%	3E+06	5.32	78%	2E+05	0.10
2(E) hexenol										72%	98134	0.04			
heptanal	72%	3E+05	0.27												
α-pinene	94%	1E+05	0.12												
UK-60-73															
benzaldehyde	72%	2E+05	0.19							52%	145002	0.27	53%	96541	0.04
3-hexene 2,4, dimethyl							64%	658317	0.42						
UK-55-83-112														3E+05	0.12
6-methyl, 5-hepten-2-one	90%	1E+06	1.08												
β-myrcene													53%	82506	0.03
3(E) hexenyl acetate															
3(Z) hexenyl acetate	83%	8E+07	83.38	83%	1E+07	47.2	83%	8E+07	50.79	83%	3E+06	6.53	83%	2E+08	72.08
hexyl acetate	72%	3E+05	0.27				83%	1E+07	6.14	78%	2E+06	2.96	78%	2E+06	0.85
2(E) hexenyl acetate							81%	3E+06	2.21	90%	2E+06	3.23	83%	7E+05	0.28
1,4 cyclohexadiene	78%	6E+05	0.61											7E+05	0.28
1-hexanol, 2-ethyl	72%	1E+05	0.14	28%	89239	0.3				53%	120264	0.23	47%	1E+05	0.04
limonene	91%	1E+05	0.15												
β(E)-ocimene	94%	5E+05	0.46	83%	2E+05	0.6	97%	1E+06	0.73	91%	1E+06	1.89	97%	5E+06	2.13
UK-57-85								340383	0.22					2E+05	0.07
(Z) 4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene													81%	4E+05	0.16
trans linalool oxide													50%	4E+05	0.15
3(Z) hexenyl propionate							72%	154303	0.10				78%	3E+05	0.13
linalool				10%	62685	0.2	72%	275570	0.18				91%	1E+07	4.66
nonanal	83%	5E+05	0.51	53%	3E+05	1.1	43%	125104	0.08	59%	236436	0.45			
(E) 4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene				90%	5E+05	2.0	90%	2E+06	1.30	83%	512333	0.97	90%	1E+07	5.18
1,7-Octadien-3-one, 2-methyl-6-methylene-	80%	5E+05	0.47												
3(Z) hexenyl isobutanoate							74%	247034	0.16				72%	2E+05	0.10
octanoic acid	64%	9E+05	0.88												
neo menthol				90%	2E+05	0.9									
3(E) hexenyl butanoate													83%	3E+05	0.12
3(Z) hexenyl butanoate	72%	4E+05	0.41	64%	3E+05	1.0	83%	3E+06	1.64				83%	6E+06	2.33
methyl salicylate	83%	84154	0.09	90%	1E+05	0.4	78%	58658	0.04	90%	210164	0.40	78%	1E+05	0.06
hexyl butanoate							83%	343679	0.22				64%	2E+05	0.08
2(E) hexenyl butanoate							74%	595721	0.38				56%	2E+05	0.08
decanal	87%	4E+05	0.42	72%	2E+05	0.6	38%	68527	0.04				38%	4E+05	0.17
UK-59-83-141														2E+05	0.07
3(Z)-hexenyl 2-methylbutanoate															
cis-3-hexenyl Isovalerate	72%	2E+05	0.16				56%	77294	0.3	74%	800404	0.51			



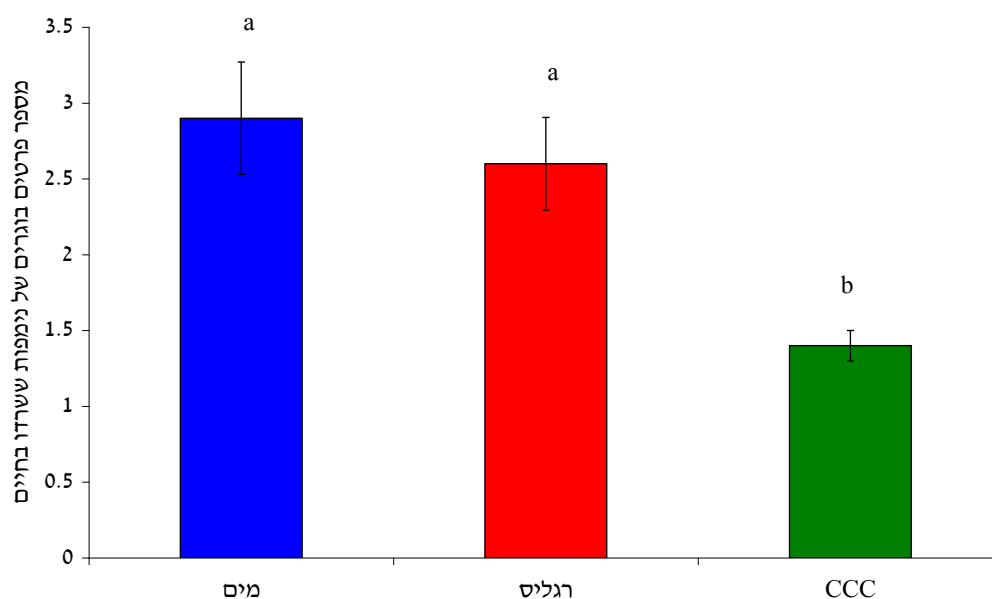
תרשים מס 5. אחוז הנימפות מדרגה II-I ששרדו על עלי 'ספדונה' המורכבת על אגס מהטיפוסים העמידים ועל 'ספדונה' לא מורכבת (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.



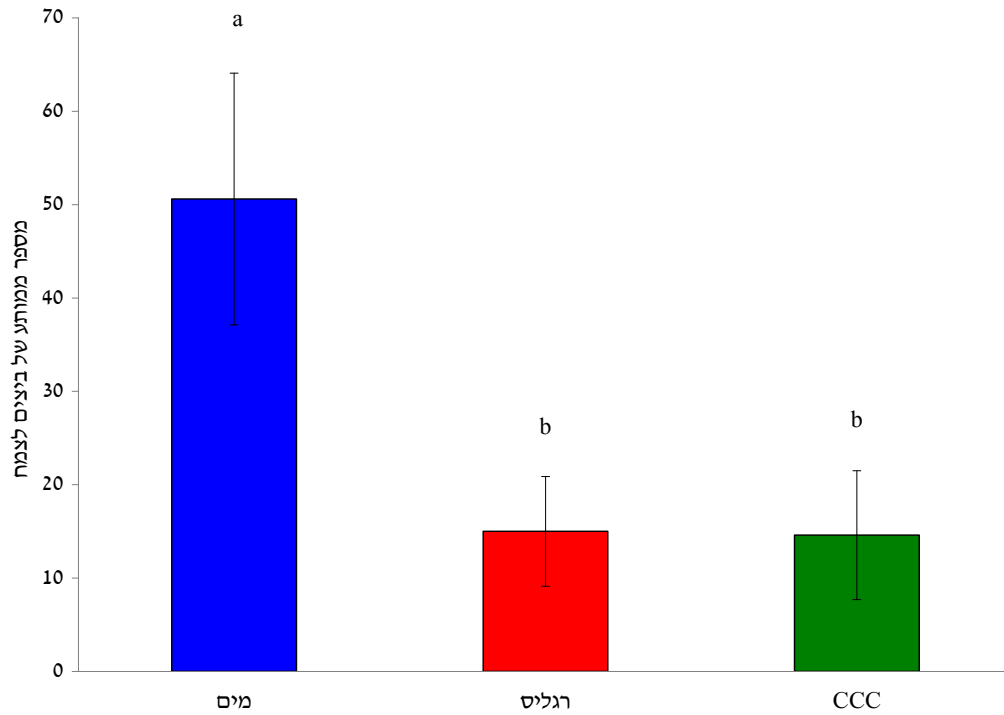
תרשים מס 6. מספר הביצים שהוטלו על עלי 'ספדונה' בנוכחות אווירת נדיפים מעלים של 'ספדונה' המורכבת על העצים העמידים (ממוצע ושגיאת תקן). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

בחינת אפשרות השימוש המעשי במעכבי צימוח כאמצעי להפחתת נזקי הפסילה

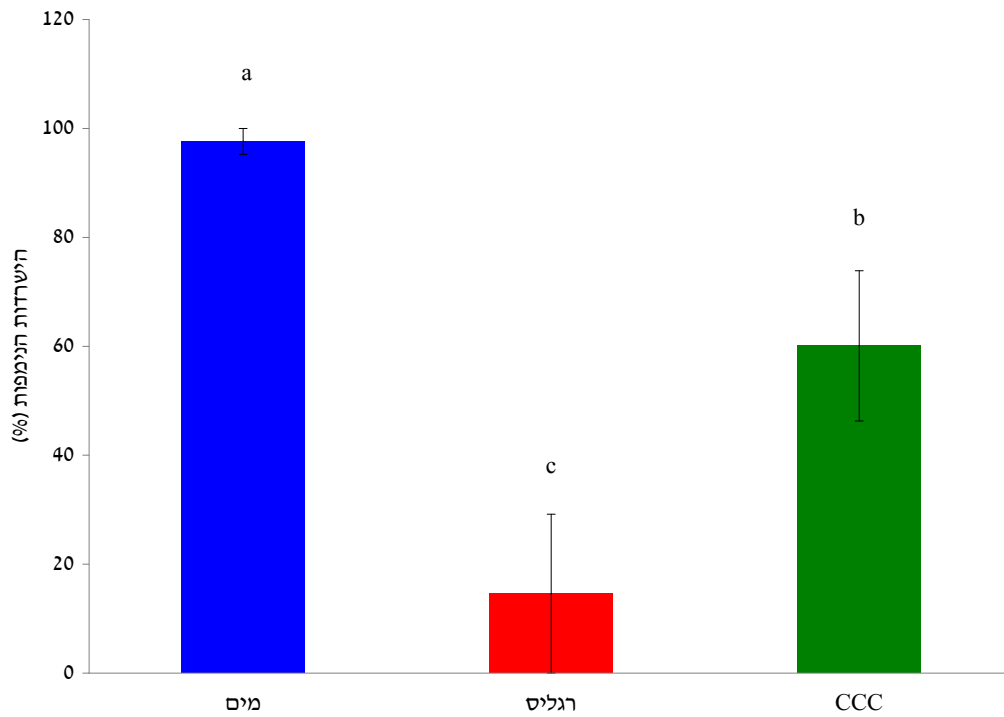
בניסוי טו. בו בדקנו מה מידת ההשפעה של השימוש במעכבי הצימוח רגליס ו CCC על שיעור הישרדות הבוגרים, שיעור ההטלה והישרדות הנימפות של פסילת האגס על עצי 'ספדונה' המטופלים בחומרים אלו, מצאנו שבטיפול ב-CCC רק 50% מהבוגרים שרדו כעבור שבוע לעומת הביקורת, בעוד שהטיפול ברגליס לא גרם לפגיעה בבוגרים (תרשים 7). מספר הביצים הממוצע שהוטל על עלי האגס המטופלים בשני מעכבי הצימוח היה נמוך פי 3 מאשר הביקורת (תרשים 8). מספר הנימפות החיות היה נמוך פי 10 בטיפול הרגליס (0.7 ± 0.7 ממוצע ושגיאת תקן) לעומת הביקורת (10.8 ± 2.84) ופי 5 פחות מהביקורת בטיפול ה-CCC (2.4 ± 1.15) ($F_{2,16}=24.225$ $p=0.0001$). בהשוואת שיעור הישרדות הנימפות (מספר אלו ששרדו/אלו שבקעו מהביצים) נימצא שעל העלים שטופלו ברגליס שיעור הישרדות היה פי 6.5 נמוך מהביקורת, בעוד שיעור הישרדות ב-CCC היה נמוך רק פי 1.6 מהביקורת (תרשים 9).



תרשים מס 7. מספר הבוגרים ששרדו כעבור שבוע במבחנה עם עלי 'ספדונה' שטופלו במעכבי צימוח או במים (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

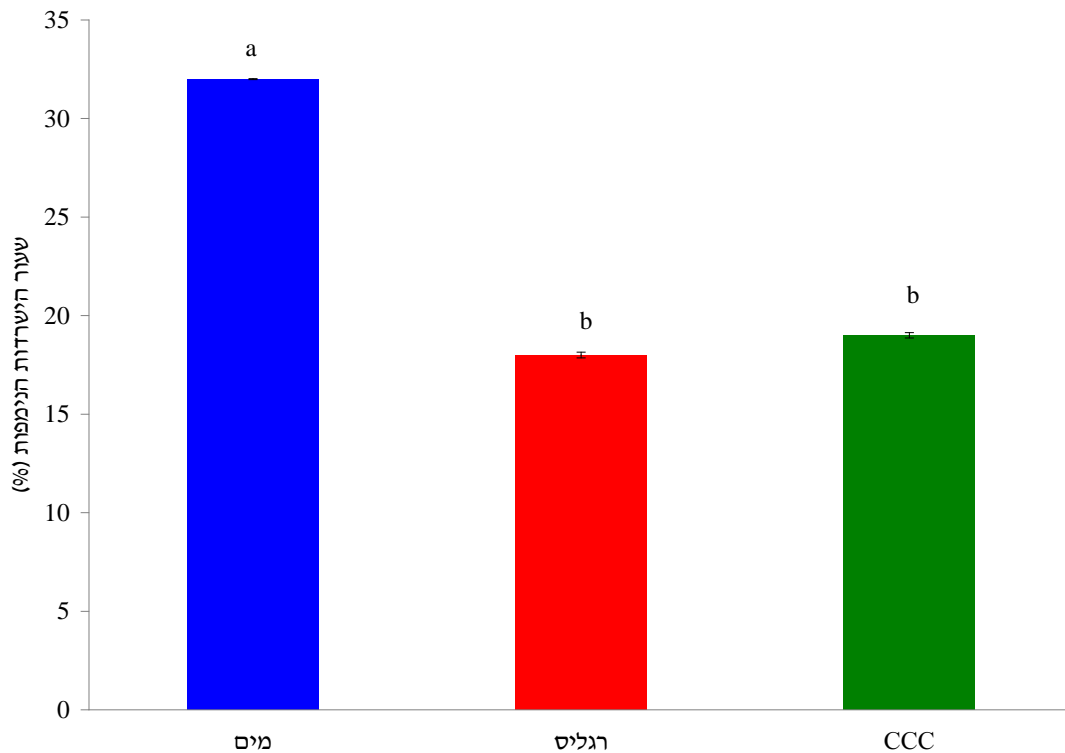


תרשים מס 8. מספר הביצים הממוצע שהוטלו על עלי 'ספדונה' שטופלו במעכבי צימוח או במים (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.



תרשים מס 9. שיעור הישרדות הנימפות שבקעו על העלים שטופלו במעכבי צימוח או במים (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

בניסוי טז. בו בדקנו האם המנגנון המשפיע על העמידות המושרית לפסילה כתוצאה מהשימוש במעכבי הצימוח מתבטא בפגיעה ישירה בהישרדות ובהתפתחות של נימפות צעירות (Antibiosis) מצאנו שעל העלים שטופלו במעכבי צימוח רק כ-50% מהנימפות שרדו לעומת הביקורת (תרשים 10).



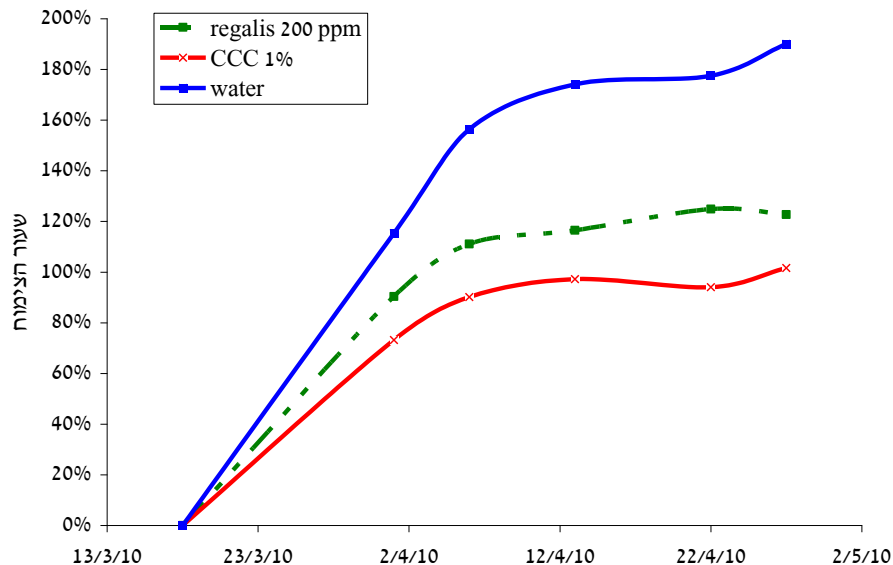
תרשים מס 10. שיעור הישרדות הנימפות שהוצבו על העלים שטופלו במעכבי צימוח או במים (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

בניסוי יז. בו בדקנו האם מנגנון העמידות בצמח, המושרה כתוצאה משימוש במעכבי הצימוח, קשור לשינויים מטבוליים בתכולת הפוליפנולים הכללית בצמח לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים (טבלה 3).

טבלה מס 3. תכולת פוליפנולים כללית בעלי 'ספדונה' שטופלו במעכבי צימוח ומים כביקורת.

הטיפול	תכולת פוליפנולים כללית מילימול לליטר (ממוצע וסטיית תקן)
מים	25.53 ± 9.2
רגליס	19.90 ± 6.9
CCC	22.58 ± 10.5

בניסוי יח. בו מדדנו את השפעת מעכבי הצימוח על התארכות ענפי האגס, כבר שבועיים לאחר היישום ניכרה ההשפעה של עיכוב הצימוח. בטיפול ה-CCC לאורך כל התקופה שיעור הצימוח היה נמוך במובהק מאשר המים ($p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T). לעומת זאת הרגליס החל לעכב את הצימוח באופן השונה במובהק מהמים רק כשלושה שבועות אחרי היישום ועוצמת העיכוב היתה נמוכה יותר מאשר ה-CCC (תרשים 11).



תרשים מס 11. שיעור התארכות ממוצע של ענפי ה'ספדונה' בטיפולים השונים כשבועיים לאחר יישום מעכבי הצימוח.

כשבחנו את השפעת מעכבי הצימוח על אוכלוסיית הפסילה באילוח טבעי נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפול ברגליס למים בשבוע הראשון והשני אחרי הריסוס ($p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD). למרות ההפחתה בשיעור הנגיעות בטיפולי ה-CCC לא נימצא הבדל מובהק מהמים בשבועיים אלו. גם באילוח במעבדה נמצאו הבדלים מובהקים במשך שבועיים בלבד וגם במיקרה זה למרות המגמה להפחתת הנגיעות בטיפולי ה-CCC הבדלים אלו לא היו מובהקים.

בניסוי יט. בו בחנו האם יש השפעה למצב הפנולוגי של העץ בזמן היישום של מעכבי הצימוח על העמידות כנגד הפסילות מצאנו שבאוגוסט, במצב בו לא היה צימוח בעצים, לא נמצאה כל השפעה של הטיפולים של מעכבי הצימוח על הפסילות. לעומת זאת בסוף ספטמבר כאשר מעכב הצימוח רגליס יושם על עצים בצימוח נמצאו באופן מובהק פחות פסילות בטיפול זה מאשר במים (22 ± 9.4 , 3.8 ± 1.9 ביצים + נימפות בהתאמה Welch Anova $p = 0.006$, $F_{1,18} = 9.78$).

1.7 מסקנות ודיון

עצים עמידים. תוצאות הניסויים מצביעות על כך שטיפוסי האגס Py.701-202 ו Py.760-261 הינם עמידים לפסילה וששיעור הנגיעות במ נמוך עד פי 10 מאשר בזן המסחרי 'ספדונה'. תוצאות אלו התקבלו גם בניסויי שדה וגם בניסויי מעבדה במצבים בהן הפסילות יכלו לבחור וגם במצבים ללא בחירה. מהניסויים בהם בדקנו מהו המנגנון המשפיע על העמידות של שני טיפוסי האגס לפסילה מסתבר שקימת פגיעה בהישרדות והתפתחות הנימפות הצעירות וגם הבוגרות, אך אין השפעה על בחירת אתר הישיבה או ההטלה של הפרטים הבוגרים ולכן ניתן לדבר על מנגנון עמידות של פגיעה ישירה (**Antibiosis**) כמו בתוצאות מחקרם של Bell and Stuart (1990).

בניסויים בהם בדקנו האם העמידות עוברת מהכנה העמידה ל'ספדונה' רגישה נימצא שהעמידות עוברת וה'ספדונה' המורכבת על העמידים רגישה לפסילה פי 5 פחות מאשר 'ספדונה' לא מורכבת. כנות משמשות לריבוי של עצי פרי כבר יותר מ-2000 שנה. הרכבות כוללות בד"כ שני מרכיבים בלבד, כנת הבסיס (*rootstock*), שבה מתפתחת מערכת השורשים ועליה מורכב הרוכב (*scion*) המניב את היבול. אך ישנן גם הרכבות "סנדויץ", בהן נוסף מרכיב שלישי, כנת ביניים (*interstock*) המורכבת בין כנת הבסיס והרוכב. השימוש העיקרי בכנות היה ועודנו התאמה לרוכבים. מעבר לכך לחלק מהכנות יש השפעה על החיוניות של הרוכב, על מועד ההתעוררות, על קצב הגידול, על כמות הפריחה, איכות הפריחה ושיעור החנטה, על מידת ההתפצלות לענפים, על מספר העלים ועל שטח העלווה הכולל (Webster, 1995). בנוסף ישנם מחקרים המצביעים על כך שלהרכבות יכולות גם להיות השפעות על פרוקי רגליים מזיקים בעלווה. למשל בהרכבות בדלועים נמצאו כנות שהפחיתו את הנגיעות באקרית (*Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) ברוכבים רגישים (Edelstein et al., 2000). בהדרים כנות שונות השפיעו על מהלך החיים של האקרית הצהובה (*Tetranychus urticae* Koch (Bruessow et al., 2010). זו פעם ראשונה, למיטב ידיעתנו, בה מדווח על מעבר עמידות מכנה לרוכב נגד מזיקים.

הבנת מנגנון העמידות. מצאנו שיש חשיבות לנדיפים של העצים העמידים, הגורמים בדרך כלשהי לתמותה של הנימפות. אנו לא יודעים האם השפעה זו קשורה ישירות לנדיפים או להשריה של תגובה בעלי 'ספדונה' הנחשפים לנדיפים אלו. מבין הנדיפים התגלו החומרים *2(Z) hexenol*, *2(E) hexanol*, *3(Z) hexenyl isobutanoate*, *hexenyl acetate* הידועים כחומרים הקשורים לעמידות של צמחים כנגד חרקים (Heil et al., 2008; Kang and Wei., 2011). תוצאותינו הן בניגוד לאלו של Miller וחוב' (1989), שהשוו בין מרכיבים נדיפים שהופרשו מעלי אגס של הזן הרגיש 'ברטלט' (Bartlett) לבין הזן העמיד 'ברדפורד' (Bradford) ולא מצאו הבדלים, ולכן הניחו שהנדיפים אינם בין הגורמים העיקריים האחראיים לדחיה או משיכה של בוגרי הפסילה לזנים אלו.

במחקרנו מצאנו שמוהל של עמידים בו היו שרויים עלי 'ספדונה' גרם לפגיעה בפסילות שהיו על עלי 'ספדונה' כך שאנו מניחים שלפחות חלק מגורמי העמידות נמצאים במוהל של הצמח העמיד.

לא מצאנו שיש הבדל בקשיות העלים בין העצים העמידים ל'ספדונה' הרגישה ולכן אין אנו מניחים שהעמידות היא תוצאה של הבדלים פיזיקאליים אלא כימיים. שימוש יישומי בעמידות. לא מצאנו שמיצויים מימיים של העלים העמידים גורמים לתמותה של פסילות ולכן אנו לא רואים בשלב זה

אפשרות לשימוש במיצויים מימיים של הצמחים העמידים כחומר הדברה לפסילה. יתכן שמיצויים בממיסים אחרים יניבו תוצאות אחרות אך לא הצלחנו להראות זאת במחקר זה.

מעכבי צימוח. במחקר מצאנו שהשימוש במעכבי הצימוח CCC ורגליס גורם לפגיעה בפסילת האגס במידה רבה. פגיעה זו אינה נובעת מההשפעה הישירה של החומר, שהרי בדקנו את השפעתו כשבועיים לאחר ישומו, אלא משינוי כלשהו שחל בצמח המשפיע על הפסילות. שינוי שעל פניו נראה כהשריית עמידות המוגבלת בזמן. התוצאות מצביעות על כך שהעמידות הזו קשורה גם לדחיה (Antixenosis) כלומר הפחתה בשיעור הביצים המוטלות וגם לקטילה (Antibiosis). כשבחנו את הפגיעה בהטלה הסתבר ששני מעכבי הצימוח שניבדקו גרמו להפחתה של פי 6 בהטלה. ב-CCC נראה שחלק מפחיתה זו נובעת מפגיעה ישירות בבוגרים מה שלא נימצא ברגליס. לעומת זאת נראה שהטיפול ברגליס גורם לפגיעה של פי 6 בהישרדות הנימפות לעומת הביקורת. הטיפול ב-CCC גם הוא גרם לפגיעה בנימפות הצעירות אך פחות מאשר הרגליס.

על סמך מחקרם של Roemmelta et. al (2003), הקושר את הפגיעה באוכלוסיות הפסילה בצמחים המטופלים במעכבי צימוח ביצור מוגבר של תרכובות פנוליות, ציפינו למצוא עליה ברמות הפוליפנולים בצמחים המטופלים ולא מצאנו זאת. יתכן ויש שינוי בפרופיל הפוליפנולים ולא דוקא עליה ברמתם הכוללת. Rademacher (2004) הראה שריסוס צמחי אגס ותפוח במעכב הצימוח prohexadione-Ca (רגליס) גרם לשינוי משמעותי בספקטרום פלבנואידים בצמח ובין השאר להופעת החומר Luteoliflavan הידוע כמעכב גידול חרקים.

מתוצאותינו עולה שהשפעת מעכבי הצימוח על הפסילות איננה קשורה ישירות לפעילות עיכוב הצימוח וזאת בניגוד לקביעתם של Pfeiffer and Burts (1983). אנו ראינו שלמרות שה-CCC עיכב את הצימוח של העצים באופן יותר מהיר ומשמעותי מאשר הרגליס, הפסילות ניפגעו יותר בצמחים שטופלו ברגליס. בנוסף ראינו, שבעוד שפעולת עיכוב הצימוח נמשכה לפחות כחודש לאחר הטיפול ההשפעה על הפסילות נמשכה כשבועיים בלבד. מצד שני מצאנו שההשפעה של מעכבי הצימוח על הפסילות תלויה במצב הפנולוגי של העץ וכאשר הוא לא נימצא בצימוח אין למעכבי הצימוח השפעה על הפסילה. עובדה זו מצמצמת את אפשרות השימוש ברגליס כמשרה עמידות כנגד הפסילה לתקופות הצימוח בלבד.

- Bell, R.L and L.C. Stuart. 1990. Resistance in eastern European *Pyrus* germplasm to pear psylla nymphal feeding. *HortScience* 25:789-791
- Bruessow, F., Asins, M.J., Jacas, J.A. and A., Urbaneja, 2010. Replacement of CTVsusceptible sour orange rootstock by CTV-tolerant ones may have triggered outbreaks of *Tetranychus urticae* in Spanish citrus. *Agri. Ecosys. and. Environ.* 137:93-98.
- Edelstein, M., Tadmor, Y., Abo-Moch, F., Karchi, Z. and F. Mansour 2000. The potential of *Lagenaria* rootstock to confer resistance to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) in Cucurbitaceae. *Bull. of Entomol. Research.* 90:113–117.
- Heil, M, Lion, U. and Boland W. 2008. Defense-Inducing Volatiles: In Search of the Active Motif . *J. Chem Ecol.* 34(5):601–604.
- Miller, R.L., Bills, D.D., and Utterys, R.G. 1989. Volatile components from Bartlett and Bradford pear leaves. *J.l of Agri.l and Food Chem.* 37:1476-1479.
- Pfeiffer, D.G. and E.C. Burts. 1983. Effect of tree fertilization on numbers and on development of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *Environ. Entomol.*:895-901.
- Rademacher, W. 2004. Prohexadione-ca: and crop protection in pomefruit trees Proceedings of the 31 st Annual Meeting of the Plant Growth. http://www.griffin.peachnet.edu/pgrsa/Charleston_PGRSA_Proceedings_2005/papers/035.pdf griffin.peachnet.edu
- Raveh E. and Y. Levy. 2005. Analysis of xylem water as an indicator of current chloride uptake status in citrus trees. *Scientia Horticulturae* 103 :317–327
- Roemmelta, S., Zimmermann N., Rademacher W., and D. Treuttera. 2003. Formation of novel flavonoids in apple (*Malus domestica*) treated with the 2-oxoglutarate-dependent dioxygenase inhibitor prohexadione-Ca. *Phytochemistry.* 64: 709–716.
- Webster A.D 1995. Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 23: 373-382.
- Wei, J. and L. Kang. 2011 .Roles of (Z)-3-hexenol in plant-insect interactions. *Plant Signal Behav.* 6(3):369–371.