

דוח לתוכנית מחקר מס' 261-1147-16

זיהוי הגורמים לרגישות זני שקד לצרעת השקד כאמצעי לשיפור ממשק ההדברה

Detecting the causes for differences in the susceptibility of almond species to *Eurytoma amygdali*, as a means of improving the integrated pest management interface

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

מופק אבדאח: המחלקה למדעי הצמח, מרכז מחקר נווה-יער

חיים ראובני: המרכז להדברה משולבת, מו"פ צפון

דורון הולנד: המחלקה למטעים, מרכז מחקר נווה-יער

עירית בר יעקב: המחלקה למטעים, מרכז מחקר נווה-יער

זאב פרקש: המרכז להדברה משולבת, מו"פ צפון

Mwafaq Ibdah, Plant Science, Newe Yaar Research Center.

mwafaq@volcani.agri.gov.il

February-01-2017

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן/לא מחק את המיותר



חתימת החוקר

רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר:

תקציר

הצגת הבעיה - צרעת השקד *Eurytoma amygdali* היא מזיק ספציפי הגורם לנזק ישיר בפירות עצי השקד. השקדים הנגועים אינם מתפתחים באותה העונה ופקעי הפרי נפגעים לצמיתות. כך, נגרם נזק ליכול גם בעונות העוקבות. שקדים נגועים נשארים כמומיות על העצים ומהם מתפתחות הצרעות באותו מטע בעונה העוקבת. להדברת הצרעה נעשה שימוש בזרחנים אורגנים ותכשירים סיסטמיים רחבי טווח אחרים לקטילת הזחלים בתוך הפרי. במחקר הקדמי מצאנו הבדלים ברגישות זני השקד לצרעה ובכוונתנו להתמקד בבדיקת הגורמים לרגישות הזן.

השיבות ומטרות - צרעת השקד היא מזיק מפתח בגידול השקד וענף השקד נמצא בתנופת פיתוח ושואף להפחית את השימוש בתכשירים מסוכנים לאדם ולסביבה כחלק מהמגמה העולמית לשימוש באמצעים ידידותיים בחקלאות המודרנית. מטרת המחקר העיקרית היא לזהות את הגורמים להבדלים בעמידות זני השקד לצרעה כדי לפתח אמצעים בררניים לשיפור ההדברה וככלי לטיפול גנטי של הזן. מטרות המשנה להשגת המטרה העיקרית הן:

1. קביעת רמת הרגישות של זני השקד לצרעת השקד.
2. מיצוי וזיהוי נדיפים מזני שקד רגישים ועמידים.
3. קביעת ההשפעה של הנדיפים על התנהגות צרעת השקד באולפקטומטר.

מהלך ושיטות עבודה

1. בדיקת רגישות זני השקד לצרעה באוסף של מעל 60 זנים בחלקת המאגר הגנטי של עצי פרי נשירים בנווה יער על רקע חופשי מקוטלי חרקים.
2. בדיקת פרופיל הנדיפים המשוחרר בתקופת הפריחה והחנטה במדגם של שלושה זנים עמידים לעומת שלושה רגישים ובהשוואה לאפרסק ומכלואי שקד אפרסק שהוא מין הקרוב פילוגנטית לשקד ואינו רגיש כלל לצרעה.
3. קביעת ההשפעה של הנדיפים הצמחיים על התנהגות בוגרי צרעת השקד.

תוצאות עיקריות:

1. נמצאו הבדלים ברורים ברמת הרגישות של זני השקד לצרעת השקד.
2. יצורנו פרופילים מטבולומיים מפורטים לחומרים נדיפים מהחנטים של זנים וטיפוסים שונים של שקדים רגישים ועמידים תוך שימוש בשיטת ה-SPME-GC-MS

מסקנות והמלצות:

תוצאות של אנליזה לחומרים שהופקו מחנטים ובאופן כללי נמצאו מספר חומרים החשודים כמעורבים בדחייה וחומרים המעורבים במשיכה של הצרעה, להלן: המונוטרפן linalool והפנול Benzeneacetaldehyde מספקים עמידות לזן השקד כנראה, על ידי דחיית צרעת השקד. התרכובות האורגניות methoxy-phenyl-oxime נמצאו בזנים רגישים וכנראה מעורבים במשיכת צרעת השקד.

חומרים החשודים כמעורבים במשיכה ייבדקו, במסגרת המחקר, באולפקטומטר במטרה לבחון את מעורבותם במשיכת הצרעה. חומרים המעורבים בדחייה יכולים להיבדק בעתיד במחקר המשך בתנאים מבוקרים על עצי שקד בבית רשת המאוכלס בצרעה.

מבוא

צרעת השקד היא מזיק ספציפי הגורם לנזק ישיר בפירות עצי השקד. השקדים הנגועים אינם מתפתחים באותה העונה ופקעי הפרי נפגעים לצמיתות. השקדים הנגועים נשארים כמומיות על העצים ומהם מתפתחות הצרעות באותו מטע בעונה העוקבת. למטעי השקד חשיבות מבחינה חקלאית וכלכלית. הפרי מועדף בשל יתרונותיו הבריאותיים והאפשרויות ליצוא. צמחים מייצרים מגוון גדול של נדיפים אורגניים, חלקם מושכים מזיקים פוטנציאליים וחלקם דוחים מזיקים ובכך מהווים הגנה ישירה לצמח. הנדיפים הנפוצים ביותר הינם טרפנים, פנולים ותרכובות המכילות חנקן. יתכן שהבדלים בחומרים הנדיפים המשוחררים מזני השקד השונים הם הגורמים לתגובה שונה של צרעת השקד ולהעדפותיה לזן מסוים. נוסף על כך ידוע כי זני האפרסק הקרובים פילוגנטית לשקד וזני מכלוא של שקד אפרסק, אינם נתקפים כלל על ידי צרעת השקד. על מנת להבין את ההבדלים בעמידות זני השקד לצרעת השקד, התמקדנו במחקר ביצור פרופילים מטבולומיים מפורטים להנטים על ידי GC-MS בתשעה זני שקד בעמידות שונות (רגיש, בינוני ועמיד) וכן, זן אפרסק ואפרסק מורכב על שקד.

מטרות המחקר:

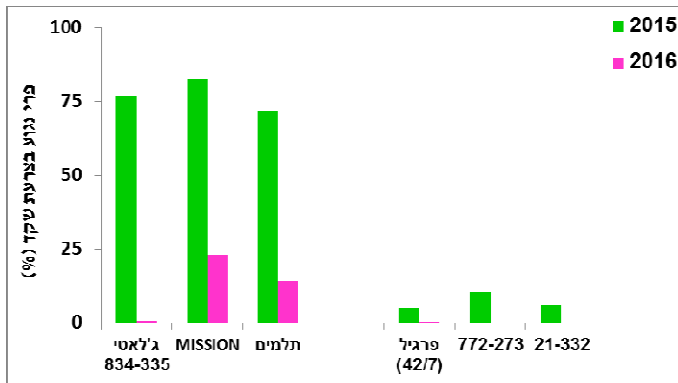
מטרת העל של תוכנית זאת היא לזהות את הזנים ואת הגורמים להבדלים בעמידות זני השקד לצרעה כדי לפתח אמצעים בררניים לשיפור ההדברה וככלי לטיפוח גנטי של הזן.

מטרות המשנה להשגת המטרה העיקרית הן:

- 1. קביעת רמת הרגישות של זני השקד לצרעת השקד.**
- 2. מיצוי וזיהוי נדיפים מזני שקד רגישים ועמידים.**
- 3. קביעת ההשפעה של הנדיפים על התנהגות צרעת השקד באולפקטומטר.**

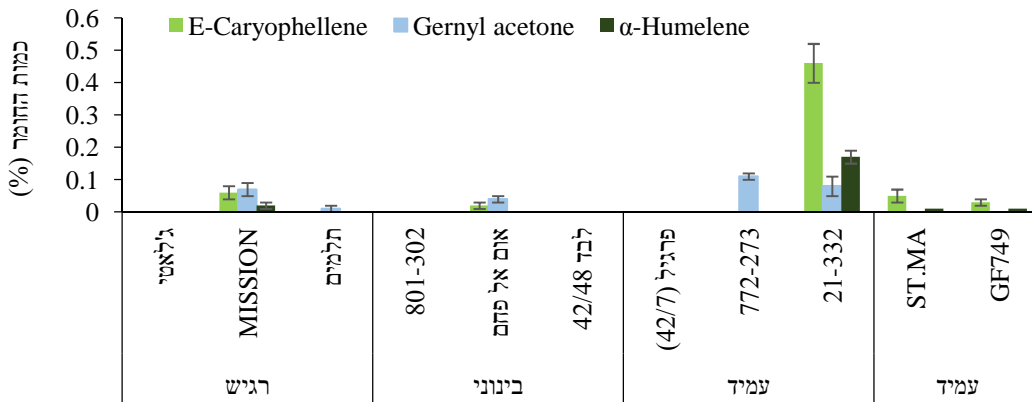
עיקרי הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לתקופת הדו"ח

למימוש מטרה 1- בדיקת רגישות זני השקד לצרעת השקד, נערך מעקב אחר רמת הנזק של צרעת השקד בזני השקד השונים (% מומיות) על רקע חופשי מקוטלי חרקים. נקטפו ונפתחו כל השקדים הנגועים כדי לבדוק את נוכחות זחל הצרעה בגלעין ולאמת את גורם הנזק. בבדיקה זאת התקבל בעונת 2016, גיבוי למידע ההקדמי מעונת 2015 המתייחס להבדלים ברמת הנגיעות ורמת הרגישות של זני השקד לצרעה (איור 1).

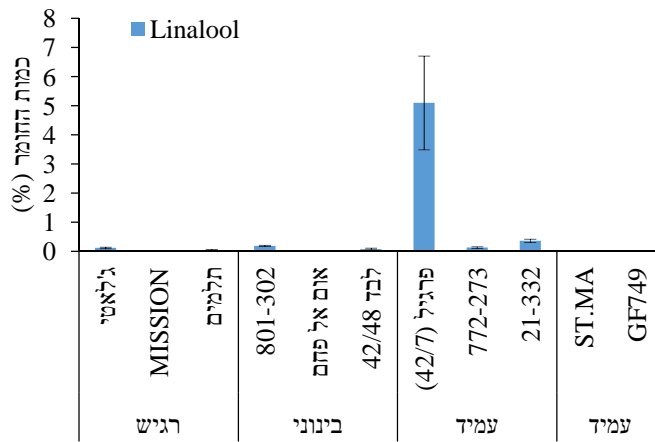


איור 1. רמת הרגישות של זני השקד על רקע רמות שונות של אוכלוסיית צרעת השקד, בחלקת אוסף זנים בנווה יער.

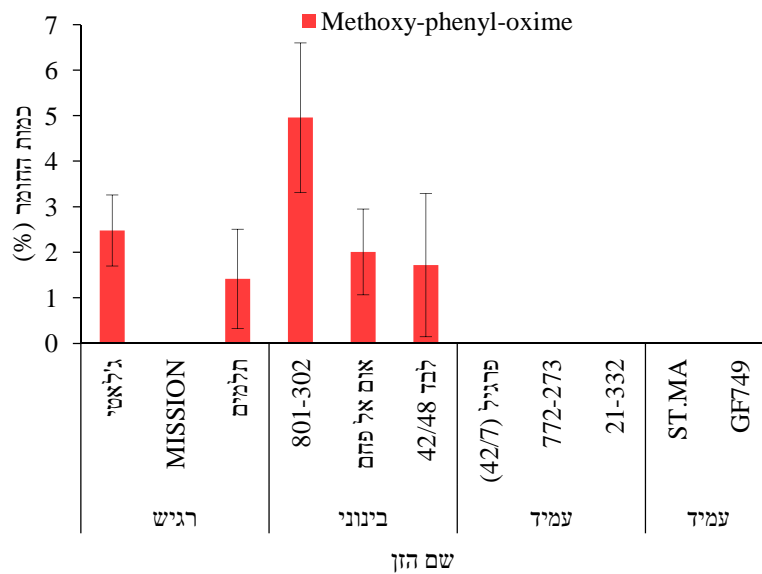
למימוש מטרה 2 - מיצוי וזיהוי נדיפים מזני שקד רגישים ועמידים, נאספו נדיפים מחנטים של אותם הזנים שביטאו הבדלים ברמת הנגיעות במחקר ההקדמי ומזנים נוספים שביטאו נגיעות נמוכה. יצרנו פרופילים מטבולומיים מפורטים לחומרים נדיפים מהחנטים של זנים וטיפוסים שונים של שקדים רגישים ועמידים תוך שימוש בשיטת ה-SPME-GC-MS. מתוך כל החומרים שהתקבלו נבחרו הנדיפים בעלי אחוזי השכיחות הגדול ביותר יחסית (איורים 2-4).



איור 2: אחוזי הסיסקוטרפנים E - β -Caryophellene; Gernyl acetone; α -Humelene השכיחים בזנים השונים.



איור 3: אחוזי ה- linalool ו-benzenacetaldehyde השכיחים בזנים השונים.



איור 4: אחוזי ה- methoxy-phenyl-oxime השכיחים בזנים השונים.

עבודה זו דנה בזיהוי הגורמים להבדלים בעמידות זני השקד לצרעת השקד. לשם כך, בדקנו בעזרת מכשיר ה-GC-MS את מהות המרכיבים הנדיפים בחנטים עבור 9 זני שקד (בעלי עמידויות שונות לצרעת השקד) וכן, בזן אפרסק ובזן אפרסק מורכב על שקד העמידים לצרעה ואשר היוו ביקורת חיובית לזני השקד העמידים. גילינו מגוון חומרים נדיפים בכל זן, מתוך אותם חומרים נדיפים נבחרו החומרים בעלי אחוז השכיחות הגבוה ביותר.

החומרים הנדיפים בצמחים נחשבים למטאבוליטים שניוניים במנגנון ההגנה הישירה אשר מאפשרת לצמח להתמודד עם התוקף ע"י דחייתו ו/או פגיעה בתפקודו או ע"י משיכת אויב טבעי למזיק.

מתוצאות ה-GC-MS מצאנו שזני השקד העמידים בעלי אחוזים יותר גבוהים בתרכובות המונוטרפנים מהזנים הרגישים. כך שמרכיבי המונוטרפן והססכוטרפים השכיחים ביותר הם: *E-β-Caryophellene*; *Gernyl acetone*; *α-Humelene* (איור 2) ו-*linalool* (איור 3A). מכאן אנו מסיקים שייתכן וחומרים אלו מקנים עמידות לזני השקד על ידי כך שהם דוחים את צרעת השקד.

יתר על כן, מצאנו שמרכיב הפנול השכיח ביותר היה ה-*Benzeneacetaldehyde* הנמצא בזני השקד העמידים ואינו נמצא כלל בזנים הרגישים (איור 3B). מכאן אנו מסיקים שייתכן וה-*Benzeneacetaldehyde* מקנה עמידות לזני השקד על ידי דחיית צרעה השקד.

כמו כן, מצאנו שהתרכובת האורגנית *methoxy-phenyl-oxime* נמצאת בזנים הרגישים ואינה נמצאת כלל בזנים העמידים. מכאן אנו מסיקים שייתכן ותרכובות אלו אינן מקנות עמידות לזני השקד אלא יש להן אפקט הפוך והן גורמים לרגישות הזן על ידי כך שהן מושכות את צרעת השקד (איור 4).

כפי שצוין, זן אפרסק וזן אפרסק מורכב על שקד הם עמידים לצרעה והיוו ביקורת חיובית לזני השקד העמידים. כך שאם החומר הנדיף נמצא גם בזנים האלה ובאותה רמה כמו בזני השקד העמידים, נוכל לקבל תמונה יותר כוללת וודאית לגבי תפקידו של אותו חומר. לפי התוצאות באיורים 2, 3 ו-4 לא קיבלנו את החומרים הנדיפים בזן האפרסק וזן אפרסק מורכב על שקד, לפיכך אנו מניחים שייתכן והדבר נובע מההבדלים הפילוגנטיים. ייתכן שישנם נדיפים אחרים, או שילוב של תערובת נדיפים המקנה עמידות לאותם זנים.

המשך המחקר

1. בכדי לברר את השפעת הנדיפים על התנהגות צרעת השקד יש צורך לבצע ניסוי ביולוגי במכשיר האולפקטומטר. צורת מכשיר האולפקטומטר הוא כ-Y-tube. בניסויים אלו נחשוף נקבות מופרות של צרעת השקד לנדיפים שיוספגו בצמר גפן. כך שהפרטים יוצבו בצינור הראשי של המערכת כאשר בזרוע אחת יהיה החומר הנבדק מוספג בצמר גפן ובזרוע השנייה צמר גפן מוספג בממס בלבד. אל המערכת מוזרם אויר בקצב קבוע ובטמפרטורה קבועה מכיוון הזרועות אל כיוון הצינור הראשי. לפי מספר הפרטים הנמשכים לאחת הזרועות ניתן לקבוע אם הזרוע עם הנדיפים הועדפה על נקבות הצרעה לעומת זרוע הביקורת עם הממס בלבד.
2. כדי לבסס את המידע על הגורמים הנדיפים השונים נבצע נאסוף נדיפים מעלים, פרחים וחנטים של אותם הזנים שביטאו הבדלים ברמת הנגיעות לצרעת השקד.

יכום עם שאלות מנחות

| |
|---|
| מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה. |
| זיהוי הגורמים לרגישות זני שקד לצרעת השקד כאמצעי לשיפור ממשק ההדברה המשולבת : 1. קביעת רמת הרגישות של זני השקד לצרעת השקד. 2. מיצוי וזיהוי נדיפים מזני שקד רגישים ועמידים |
| עיקרי התוצאות |
| 1. נמצאו הבדלים ברמת הרגישות של הזנים השונים לצרעת השקד. 2. . 3. יצרנו פרופילים מטבולומיים מפורטים לחומרים נדיפים מהחנטים של זנים וטיפוסים שונים של שקדים רגישים ועמידים תוך שימוש בשיטת ה-SPME-GC-MS 4. |
| המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח. |
| מטרות המחקר לתקופת הדו"ח הושגו במלואן. |
| בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר |
| ביצוע המחקר נמשך ללא תקלותו יימשך כמתוכנן. |
| הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; |
| תוצאות המחקר פורסמו עד כה בכנס מדעי ובכנס של מגדלי השקד. |
| פרסום הדוח: • ניתן לפרסם ללא הגבלה |
| <input type="checkbox"/> חסוי - לא לפרסום |