

**שם התכנית: אפיון המיקרוביום וטיפול ברקבונות עוקץ בפירות אבוקדו לאחר קטיף.**

**חוקר אחראי: נעם אלקן,** המחלקה לחקר תוצרת טרייה לאחר הקטיף, מנהל המחקר החקלאי, [noamal@agri.gov.il](mailto:noamal@agri.gov.il),

0506220566, 03-9683605.

**תקציר:** אבוקדו הינו הגידול הסוב-טרופי הגדול בישראל. עם העלייה בכמויות הפרי המיוצרות, התרחבות היצוא לשווקים רחוקים והדרישה למכירת פרי בשל ומוכן לאכילה מתעורר הצורך לשמור על פרי איכותי לאורך תקופות ארוכות יחסית, תוך הארכת חיי המדף. עם הארכת חיי המדף ושיווק פירות מוכנים לאכילה חלה עליה משמעותית בכמות רקבונות בכלל ורקבונות עוקץ בפרט. במהלך השנתיים האחרונות ובמסגרת ניסויים שונים שנעשו, נערכו תצפיות על התפתחות סוגי הרקבונות בפירות אבוקדו. אחד הממצאים הבולטים ביותר היה התפתחות ריקבונות עוקץ בשיעור ניכר לאחר אחסון שבוע בחיי מדף ( $20^{\circ}\text{C}$ ), כלומר ימים ספורים לאחר ההבשלה. בנוסף, נמצא כי כל העוקצים של פירות האבוקדו הבריאים לפני ההבשלה נמצאו מאוכלסים בפטריות שונות עוד במטע, וזאת לאחר חיטוי שטח הפנים של רקמות העוקץ. פתוגנים אלה נמצאים בעוקץ הפרי במצב רדום וממתנינים לשעת כושר. עם ההבשלה של הפרי והזדקנות העוקץ פתוגנים אלה מתעוררים וגורמים לרקבונות בפרי. פתוגנים התוקפים עוקצים של פירות אבוקדו גורמים לירידה משמעותית באיכות המוצר ועקב כך יכולים לגרום להפסדים כספיים ניכרים. ריקבונות עוקץ בפירות אבוקדו נגרמים ע"י מספר פטריות אשר חודרות דרך פתחים טבעיים ומאכלסות את הפרי במהלך שלבי התפתחותו על העץ, פטריות אלה כוללות: *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Monilinia*, *Lasiodiplodia*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Dothiorella*, *Alternaria* עיקר הנזק באבוקדו בארץ נגרם מהפטריות *Lasiodiplodia* ו *Colletotrichum*. כאשר פטריית ה *Lasiodiplodia* (השייכת למשפחת הבוטריוספרה) הינה גורה המחלה העיקרי הגורם לרקבונות עוקץ, תמותת ענפים במטע ותמותת שתילים מורכבים. באפיון של למעלה מארבעים תבדידי *Lasiodiplodia* מכל הארץ נמצא כי קיימת שונות גבוהה בתוקפנות הפטריות השונות וברמת ההנבגה שלהן. בנוסף לפתוגנים, קיימים בעוקץ גם אנדופיטים אשר הינם מיקרואורגניזמים המאכלסים הרקמות הפנימיות ללא גרימת נזקים. לאנדופיטים מיוחסות תכונות להדברה ביולוגית. בשנה האחרונה בודדו חיידקים אנדופיטיים מעוקצי פירות מנגו אבוקדו והדרים ונמצא כי לקבוצת חיידקים מסוימת יש יכולת הדברה טובה נגד כל הפטריות הפתוגניות על מצעי מזון. בנוסף נמצא כי פרי אבוקדו 'ריד' מסוף העונה אשר טופל בחיידקים פיתח פחות רקבונות באופן משמעותי. שכיחות ריקבונות העוקץ נמצאת בקורלציה לעליה בלחות היחסית, להזדקנות המטע ולהזדקנות העוקץ. מעניין לציין כי אבוקדו 'פוארטה' ו'אטינגר' אשר נקטפו עם עוקץ קצר (5 מ"מ) פיתחו באופן משמעותי פחות רקבונות עוקץ לאחר אחסון ממושך. תוצאות אלה חזרו על עצמן בשנה שעברה ולכן אנו ממליציים לקטוף פירות אבוקדו עם עוקץ קצר לצורך שמירה על איכות הפרי לאורך אחסון ממושך ולצורך מניעת רקבונות עוקץ.

**מבוא:** אבוקדו הינו הגידול הסוב-טרופי הגדול בישראל. עם העלייה בכמויות הפרי המיוצרות, התרחבות היצוא לשווקים רחוקים והדרישה למכירת פרי בשל ומוכן לאכילה מתעורר הצורך לשמור על פרי איכותי לאורך תקופות ארוכות יחסית, תוך הארכת חיי המדף. עם הארכת חיי המדף ושיווק פירות מוכנים לאכילה חלה עליה משמעותית בכמות רקבונות בכלל ורקבונות עוקץ בפרט. במהלך השנתיים האחרונות ובמסגרת ניסויים שונים שנעשו, נערכו תצפיות על התפתחות סוגי הרקבונות בפירות אבוקדו. אחד הממצאים הבולטים ביותר היה התפתחות ריקבונות עוקץ בשיעור ניכר לאחר אחסון שבוע בחיי מדף ( $20^{\circ}\text{C}$ ), כלומר ימים ספורים לאחר ההבשלה. בנוסף, נמצא כי כל העוקצים של פירות האבוקדו הבריאים לפני ההבשלה נמצאו מאוכלסים בפטריות שונות עוד במטע, וזאת לאחר חיטוי שטח הפנים של רקמות העוקץ. פתוגנים אלה נמצאים בעוקץ הפרי במצב רדום וממתינים לשעת כושר. עם ההבשלה של הפרי והזדקנות העוקץ פתוגנים אלה מתעוררים וגורמים לרקבונות בפרי. פתוגנים התוקפים עוקצים של פירות אבוקדו גורמים לירידה משמעותית באיכות המוצר ועקב כך יכולים לגרום להפסדים כספיים ניכרים. ריקבונות עוקץ בפירות אבוקדו נגרמים ע"י מספר פטריות אשר חודרות דרך פתחים טבעיים ומאכלסות את הפרי במהלך שלבי התפתחותו על העץ, פטריות אלה כוללות: *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Monilinia*, *Lasiodiplodia*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Dothiorella*, *Alternaria*, *Lasiodiplodia* ו-*Colletotrichum*. בנוסף לפתוגנים, קיימים בעוקץ גם אנדופיטים אשר הינם מיקרואורגניזמים המאכלסים הרקמות הפנימיות ללא גרימת נזקים. לאנדופיטים מיוחסות תכונות להדברה ביולוגית. שכיחות ריקבונות העוקץ נמצאת בקורלציה לעליה בלחות היחסית, להזדקנות המטע ולהזדקנות העוקץ. עם זאת, הנושא של רקבונות עוקץ כמעט ואינו נחקר, מעט ידוע על מחוללי המחלות של ריקבונות העוקץ ועוד פחות מכך ידוע על אנדופיטים בפירות אבוקדו.

עם עליית הביקוש לפרי מוכן לאכילה, הארכת משך האחסון וחיי המדף נצפית עליה משמעותית ברקבונות עוקץ שאין כנגדם טיפולים יעילים. לכן, עולה הצורך בהבנה טובה יותר של מגוון המינים בעוקץ, דרכי התבססות ועוד, לצורך מציאת טיפולים פיזיקאליים (טמפרטורה, לחות יחסית, קיטום ועיקור של העוקץ), כימיים (חומרי הדברה, חומרים מונעי הבשלה הפועלים על כל הפרי או באופן מקומי) או ביולוגיים (אנדופיטים) להתמודדות עם ריקבונות עוקץ המתעוררים עם ההבשלה והזדקנות הפרי.

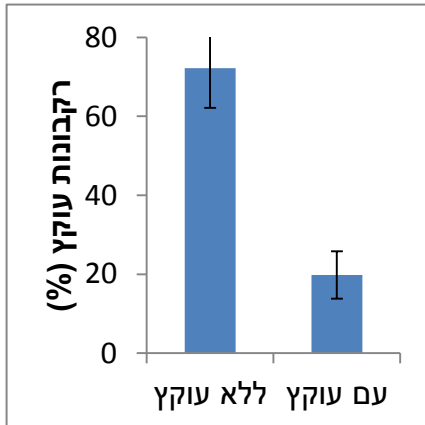
**מטרת המחקר:** מציאת טיפולים להפחתת רקבונות העוקץ בפירות אבוקדו.

#### **תוצאות ניסויים:**

##### 1. השפעת קטיף עם וללא עוקץ:

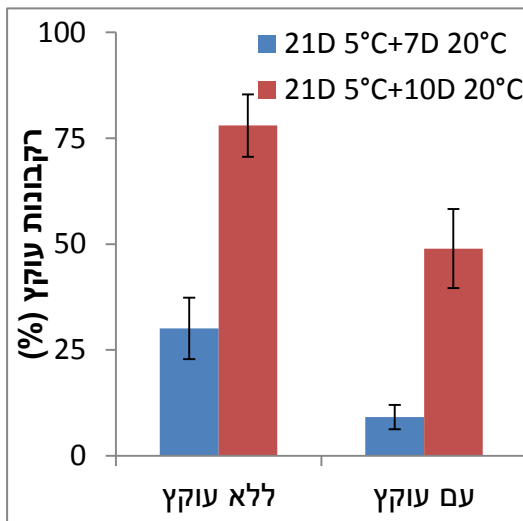
1. אבוקדו מהזן 'אטינגר' ו'פוארטה' נקטף עם עוקץ באורך של 0.5 ס"מ או ללא עוקץ (בתלישה). הפרי אוחסן ב 5 מ"צ למשך שלושה שבועות ותוספת של שבוע חיי מדף ב 20 מ"צ. בבדיקה של הפרי לאחר אחסון בקור (5 מ"צ) בתוספת של שבוע חיי מדף (20 מ"צ) נמצא כי אבוקדו 'פוארטה' אשר נקטף עם עוקץ קצר (0.5 ס"מ) עיכב באופן משמעותי ביותר את ההופעה והתפתחות של רקבונות העוקץ (איור 1). באופן דומה, נמצא כי פירות אבוקדו 'אטינגר' אשר נקטפו עם עוקץ קצר הראו באופן מובהק התפתחות של פחות רקבונות עוקץ לאחר 7 או עשרה ימים של חיי מדף (איור 2). לא נמצא הבדל משמעותי בהרכב המיקרוביום בפירות אשר נקטפו עם או ללא עוקץ (תוצאות

לא מוצגות). כלן, ניתן להניח כי הפחיתה בכמות ובחומרת הרקבונות הינה התוצאה של הגברת העמידות הטבעית של פרי האבוקדו. בנוסף, לא נצפתה השפעה של קטיף עם עוקץ קצר על פציעות של הפרי במערך האריזה. הקטיף עם העוקץ הקצר גם לא השפיע על מדדי ההבשלה (התרככות וצבע, תוצאות לא מוצגות). בעוד שנצפתה השפעה קלה על הורדת כמות רקבונות הצד (תוצאות לא מוצגות).



לכן, מסיכום התוצאות האלה, אני ממליץ לקטוף אבוקדו 'אטינגר' ו'פוארטה' ואולי אף זנים נוספים עם עוקץ קצר לצורך הפחתת רקבונות המופיעים באחוזים ניכרים כיומיים ושלושה לאחר הבשלת הפרי.

איור 1: אחוז רקבונות עוקץ של פירות אבוקדו פוארטה אשר נקטפו בתלישה לעומת עם עוקץ בעזרת מזמרה (0.5 ס"מ) לאחר אחסון של שלושה שבועות בקור ושבעה חיי מדף.



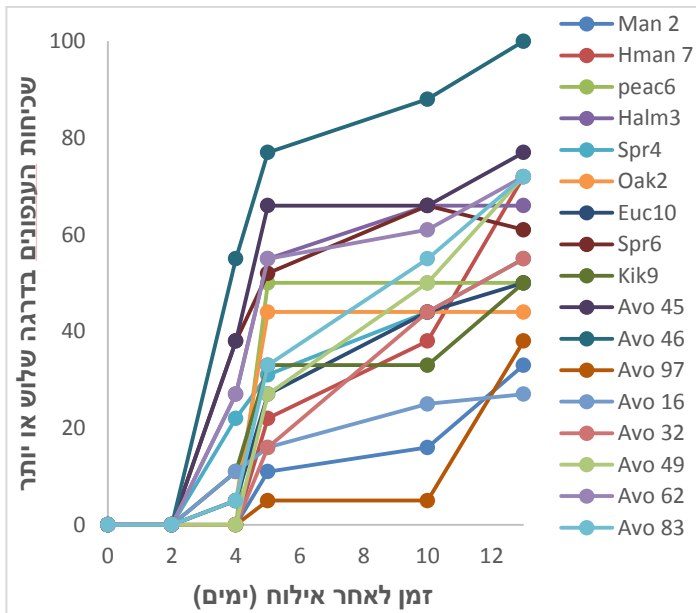
איור 2: אחוז רקבונות עוקץ של פירות אבוקדו אטינגר אשר נקטפו בתלישה לעומת עם עוקץ בעזרת מזמרה (0.5 ס"מ) לאחר אחסון של שלושה שבועות בקור ושבעה (כחול) או עשרה ימים (אדום) בחיי מדף.

## 2. השפעת ריסוס תפרחות בחומר הדברה על רקבונות עוקץ בפירות אבוקדו.

מתוצאות ראשוניות נראה כי הפטריות הפתוגניות חודרות לעוקץ הפרי בעיקר בזמן הפריחה. לכן, נעשו ארבעה ריסוסים בחומרי הדברה ('טיופאנט' ו'פלוטריאפול') בזמן הפריחה של אבוקדו 'ריד'. תוצאות ראשוניות מראות כי בעוקצים של חנטים בני חודש אשר רוססו בכל אחד משני חומרי ההדברה נמצאו באופן מובהק פחות פטריות בוטריוספרה. עם זאת ריסוס ב'פלוטריאפול' היה פיטוטוקסי לצמח ובדיקתו הופסקה. בהמשך, הפירות יקטפו (מרץ 2017) ויאוחסנו למשך שלושה שבועות ב 5 מ"צ בתוספת של שבוע חיי מדף ורמת רקבונות העוקץ תיבדק.

3. אפיון תוקפנות של תבדידי פטריות לסיודיפלודיה:

מבידודי פטריות מכל אזורי הארץ נמצאו פטריות בוטריוספרה שונות הכוללות גם: *Lasiodiplodia theobromae* ו *Lasiodiplodia pseudotheobromae*. בודדו כ 40 תבדידים שונים. נראה כי הפטרייה גורמת לתמותת ענפים במטעי אבוקדו וזאת מכיוון שהצלחנו לבודד את הפטרייה הזאת מענפים מתים ותפרחות מתות. מבחני כוך, הראו כי לתבדידים שונים יש רמות אלימות שונות, המבחנים התבצעו על ענפונים, עצים ופירות אבוקדו. בבחינת אלימות

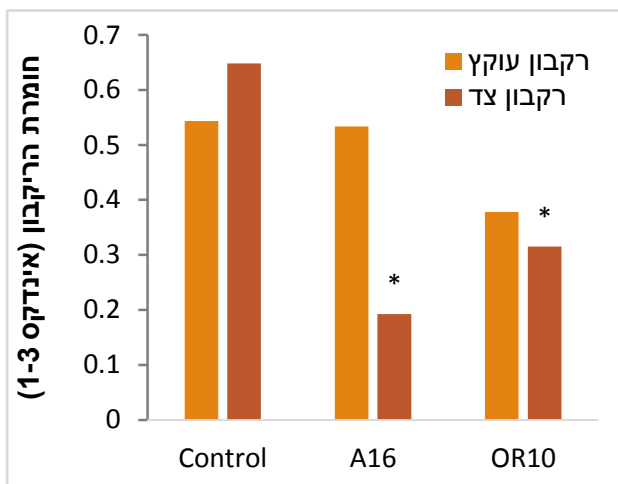


התבדידים על ענפי אבוקדו 'האס' מנותקים, נמצא כי יש שונות רבה ברמת האלימות של התבדידים השונים (איור 3). בימים אלו אנו מנסים לבחון את ההתאמה בין רמת האלימות של תבדידים שונים לסמנים מולקולריים (בשיתוף פעולה עם המעבדות של פרופ' דני שטיינברג ודר' עומר פרנקל). מבחני כוך נוספים הראו כי הפטרייה הינה גורם משמעותי ביותר בגרימת רקבונות עוקץ בפירות מנגו ואבוקדו.

איור 3: אפיון דרגת האלימות של תבדידי לסיודיפלודיה שונים על ענפוני אבוקדו 'האס'.

4. הדברה ביולוגית:

בודדו חיידקים אנדופיטים שונים מפירות מנגו אבוקדו והדרים. החיידקים אופיינו בצורה מולקולרית על פי רצף S16 ונבדקו לפעילות אנטי-פטרייתית על גבי מצע מזון PDA נגד הפתוגנים הגורמים לרקבונות עוקץ בפירות מנגו ואבוקדו. לאחר הסינונים השונים נמצאו שלושה חיידקים עם פעילות ביולוגית טובה. פירות 'ריד' מסוף עונה הובחלו והוטבלו בחיידקי בצילוס או במים ואוחסנו ב 20 מ"צ למשך שבוע. נמצא כי טבילה בחיידקי בצילוס הפחיתה באופן



משמעותי את אחוז והומרת רקבונות הצד הטבעיים של פירות 'ריד' בשלים, בעוד שהטבילה בחיידקים הפחיתה את רקבונות הצד באופן לא משמעותי (איור 4).

איור 4: הדברה ביולוגית של רקבונות טבעיים בפירות 'ריד' של סוף עונה ע"י טבילה בחיידקי בצילוס, חומרת ריקבון העוקץ וריקבון הצד נבחנה (אינדקס 0-3).