

דו"ח דיווח מדעי

קוד זיהוי: 430079920

מס' תיק מקור מימון:

נושא המחקר: טיפול הסגר בקור כנגד זבוב-הפירות היס-תיכוני בפירות אבוקדו האס לאחר הקטיף

סוג דו"ח: מותנה בדו"ח מדעי סופי

חוקר ראשי: אלקן נועם

חוקרים משניים: פייגנברג אולג

מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח: מאורר דליה

120000

מועצת הצמחים ענף פירות

תקציר הדו"ח:

עם עליית הסחר העולמי בתוצרת חקלאית, עולה הסכנה של פלישת מיני חרקים לאזורים חדשים, שם הם נחשבים מזיקי הסגר. זבוב-הפירות היס-תיכוני הינו חרק הסגר אשר נמצא בישראל, ולכן מונע מחקלאי ישראל לייצא את תוצרתם למדינות בהן מזיקים אלה לא נמצאים, כמו אמריקה הצפונית (ארה"ב), דרום מזרח אסיה (יפן, סין), אוסטרליה, דרום אפריקה ועוד. על מנת לאפשר יצוא של תוצרת חקלאית טרייה מישראל למדינות אלו, ישראל מחויבת לפתח פרוטוקול הסגר שיאפשר לקטול את כל אותם חרקים על כל שלביהם מבלי לפגוע באיכות הפרי. טיפולי הסגר בקור המאושרים ע"י ה USDA הן טיפולי קור של 1.1°C למשך 14 ימים או 2.2°C למשך 18 ימים. בשנת 2015 נבחן שילוב הטיפולים של הורדה הדרגתית בטמפרטורות (3-5 ימים), אווירה מתואמת בשקית Xtend וטיפול בחומצה ג'סמונית לאחר הקטיף ונמצא כי שילוב הטיפולים האלה הפחית ניזקי צינה לאחר אחסון של הפרי (האס ואטינגר) ב 1.1°C למשך 15 ימים, לרמה מינימלית. בנוסף, הטיפול הפחית רקבון לאחר קטיף. עם זאת, הטיפול הזה לא נותן מענה מספק להובלה ליעדים מרוחקים כגון סין ויפן הדורשים אחסון למשך 4-5 שבועות. בנוסף, מחקר זה לא ניבחן באופן מסחרי. במחקר הנכחי נבחן שילוב של טיפולים שונים תוך מתן טיפול הסגר בקור (2.2 מעלות למשך 18 ימים) ואחסון למשך חמישה שבועות (באופן כולל) בכדי לאפשר הגעה ליעדים רחוקים (סין ויפן) בשלב ראשוני בסקלה קטנה. תוצאות השלב הראשוני הראו כי טיפולי הבחלה חלקית הפחיתו באופן אופטימלי את ניזקי הצינה אך הובילו לריבוי רקבון והחמה פנימית. שילוב של הורדה הדרגתית בטמפרטורה עם אווירה מבוקרת נראה כטיפול הפשוט ביותר שהוביל לתוצאה טובה מאוד. הטיפול אפשר הסגר בקור (2.2 מעלות למשך 18 ימים, ואחסון למשך חמישה שבועות בקור) תוך שמירה על איכות הפרי, הפחתה בניזקי צינה, בריקבון, ובהחמה פנימית. בבחינת הטיפול המוצלח (אווירה מבוקרת והורדה הדרגתית בטמפרטורה) בסקלה מסחרית (מכילה של 20 טון) נמצא כי טיפול של אווירה מבוקרת (5%O₂, 3%CO₂) והורדה הדרגתית בטמפרטורה הפחיתו באופן מספק את ניזקי הצינה ושמרו על איכות פירות האבוקדו האס של סוף עונה באופן טוב. שילוב של הטיפול המצטיין (אווירה מבוקרת והורדה הדרגתית בטמפרטורה) עם טיפול של ווקס קרנאובה הוביל להפחתה נוספת בניזקי הצינה ובריבון בפרי.

חתימות ואישורים:

היחידה לתכנון
 עבודה ותקציר

אמרכלות

מנהל המכון

מנהל המחלקה

חוקר ראשי

א.כ.ר




תאריך

דצמבר, 2020

דו"ח מחקר המוגש לשולחן האבוקדו

טיפול הסגר בקור כנגד זבוב-הפירות הים-תיכוני בפירות

אבוקדו האס לאחר הקטיף

מגיש: נעם אלקן, noamal@agri.gov.il, 03-9683605, 0506220566.

נעם אלקן, דליה מאור, אולג פייגנברג: המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מינהל המחקר החקלאי, ראשון לציון.

בשיתוף עם אודי גפני ובית אריזה גרנות: ערן רותם, עידו מולינה, יאיר עדות, שי צדקה.

מבוא, תיאור הבעיה ותוצאות מהשנים האחרונות

עם עליית הסחר העולמי בתוצרת חקלאית, עולה הסכנה של פלישת מיני חרקים לאזורים חדשים, שם הם נחשבים מזיקי הסגר. טיפולי הסגר מיועדים למנוע לחלוטין כניסה של מזיק הקיים בארץ המייצאת ולא קיים בארץ המייבאת את התוצרת החקלאית. זבובי הפירות השונים הינם מזיקי הסגר העיקריים בישראל ובעולם כולו המהווים בעיה חמורה בייצוא של תוצרת חקלאית ישראלית למרבית העולם. זבוב-הפירות הים-תיכוני הינו חרק הסגר אשר נמצא בישראל, ולכן מונע מחקלאי ישראל לייצא את תוצרתם למדינות בהן מזיקים אלה לא נמצאים, כמו אמריקה הצפונית (ארה"ב), דרום מזרח אסיה (יפן, סין), אוסטרליה, דרום אפריקה ועוד. על מנת לאפשר יצוא של תוצרת חקלאית טרייה מישראל למדינות אלו, ישראל מחויבת לפתח פרוטוקול הסגר שיאפשר לקטול את כל אותם חרקים על כל שלביהם מבלי לפגוע באיכות הפרי.

טיפולים המצמצמים את כמות המזיק במטע מבטיחים כמות קטנה של מזיקים בתוצרת. אך, על פי רוב אינם מספיקים כטיפול הסגר. טיפולים כימיים המשלבים יישום של מתיל-ברומיד או אתיל-ברומיד וכדומה, אינם קלים ליישום ועל פי רוב אסורים במדינות אירופה. טיפולי הסגר בחום פוגעים באיכות פירות אבוקדו ויכולים להוות כר גידול לחיידקים מזehמים ולכן אינם רלוונטים. טיפול קרינה, גורם לחק כבד

בפירות אבוקדו, הטיפול יקר, מסובך, ומדינות אירופה לא מקבלות פירות מוקרנים. כך, טיפול ההסגר היחיד שנשאר כאפשרות ברת קיימא כנגד זבובי הפירות בפירות אבוקדו הינו טיפול הסגר בקור. אכן, טיפול ההסגר בקור הינו הטיפול היחיד המיושם כיום בישראל בפירות שונים. אך הוא מיושם לפירות עמידים יחסית לקור. טיפולי הסגר בקור המאושרים ע"י ה USDA הם טיפולי קור של 1.1°C למשך 14 ימים או 2.2°C למשך 18 ימים. בפירות רגישים יחסית לקור כגון אבוקדו, המאוחסן ב 5°C , יש צורך בהגברת עמידות הפרי לקור. לצורך שיפור העמידות הפירות לקור ניתן לשלב טיפולים המפחיתים ניזקי צינה.

כדי להאריך את משך האחסון של פירות, נערכו מחקרים רבים בעבר במטרה להגביר את עמידות הפרי לטמפרטורות נמוכות. לדוגמה, אוירה מתואמת או אווירה מבוקרת גרמה להפחתה משמעותית בהתפתחות ניזקי צינה בפירות אבוקדו ולהארכה משמעותית במשך זמן האחסון. הורדה הדרגתית בטמפרטורות הגבירה את עמידות פרי האבוקדו לקור. מתן הורמון ההגנה הטבעי - חומצה ג'סמונית לפירות אבוקדו ופלפל הפחית את שיעור התפתחות נזקי הצינה. טיפול של טבילה למשך 20 דקות בחום של 38 מעלות גם כן נמצא כמפחית ניזקי צינה. בנוסף, הבחלה של הפרי הפחיתה ניזקי צינה. לכן, בשנת 2015 נבחן שילוב הטיפולים של הורדה הדרגתית בטמפרטורות (3-5 ימים), אווירה מתואמת בשקית Xtend וטיפול בחומצה ג'סמונית לאחר הקטיף, ונמצא כי שילוב הטיפולים האלה הפחית ניזקי צינה לאחר אחסון של הפרי (האס ואטינגר) בטיפול הסגר (1.1°C למשך 15 ימים) לרמה מינימלית. בנוסף, הטיפול הפחית רקבון לאחר קטיף. הטיפול הזה הינו טיפול המוכר כטיפול הסגר בקור ע"י ה USDA כנגד זבוב הפירות. עם זאת, הטיפול הזה לא נותן מענה מספק להובלה ליעדים מרוחקים כגון סין ויפן הדורשים אחסון למשך 4-5 שבועות. בנוסף, מחקר זה לא ניבחן באופן מסחרי.

זוח מדעי זה יתאר את הניסויים המקדימים ואת הניסוי המסחרי בפירות אבוקדו 'האס' לשנת 2020. בדוח זה נבחן השילוב של טיפולים שונים תוך מתן טיפול הסגר בקור (2.2 מעלות למשך 18 ימים) ואחסון למשך חמישה שבועות (באופן כולל) בשלב ראשוני בסקלה קטנה ובשלב שני, הטיפול המוצלח נבחן בסקלה גדולה יותר (מסחרית) במכולה של 20 טון פירות אבוקדו האס.

היפותזת העבודה ומטרות המחקר

פירות אבוקדו האס מאוחסנים ב 5°C , בעוד שטיפול הסגר בקור כנגד זבובי הפירות מצריכים אחסון ב: 2.2°C למשך 18 ימים. לכן, יש צורך להגביר באופן משמעותי את העמידות של פירות האבוקדו לקור. ניסויים מוקדמים הראו כי ניתן להגביר את עמידות הפרי לקור ע"י טיפולי אקלוס, אווירה מבוקרת, חומצה

ג'סמונית, או טיפולי הבשלה. לכן, בכוונתנו לשלב את הטיפולים האלה ולאחסון את הפרי בטמפרטורת המטרה של 2 מעלות למשך 19 ימים בכדי לבדוק האם ניתן ליישם טיפולי הסגר בקור כנגד זבוב הפירות תוך כדי הובלה ימית ארוכה של כחמישה שבועות (ליעדים כגון סין ויפן).

מטרות המחקר: אנו מציעים לשלב טיפולים לצורך הגברת העמידות של הפרי לקור (אקלום, אווירה מבוקרת, חומצה ג'סמונית, והבשלה) ולאחסון פירות אבוקדו 'האס' בטמפרטורה של 2°C למשך 19 ימים ובסך הכול חמישה שבועות בקור (35 ימים), בתוספת של חיי מדף.

שיטות וחומרים

שלב א. ניסויים מקדימים.

ניסוי 1: שילובים שונים של הבחלה והורדה הדרגתית של הטמפרטורה.

זן האס שנקטף מכפר גליקסון, הגיע למכון וולקני ב- 19.11.19, לצורך דימוי הובלה של אבוקדו ליעדים רחוקים (יפן, סין וכדומה) 35 ימי אחסון, שמתוכם 19 ימים בהסגר של 2 מ"צ. כל טיפול הכיל ארבעה ארגזים, כעשרים פירות בכל ארגז. הטיפולים: 1. ביקורת אחסון בטמפ' אופטימאלית ב- 5 מ"צ. 2. אחסון מידי ב- 2 מ"צ ללא הבחלה וללא הורדה הדרגתית בטמפ'. 3. הבחלה (טיפול ב 150 ח"מ אתילן) למשך 15 שעות, יומיים ב- 20 מ"צ) ואח"כ העברה ישירות לאחסון ב- 2 מ"צ. 4. הבחלה (טיפול ב 150 ח"מ אתילן) למשך 15 שעות, יומיים ב- 20 מ"צ) + יומיים אחסון ב- 10 מ"צ + יומיים ב- 5 מ"צ והעברה ל- 2 מ"צ. 5. הבחלה (טיפול ב 150 ח"מ אתילן) למשך 15 שעות, יומיים ב- 20 מ"צ) + 4 ימים אחסון ב- 10 מ"צ + יומיים ב- 5 מ"צ והעברה ל- 2 מ"צ. 6. הבחלה (טיפול ב 150 ח"מ אתילן) למשך 15 שעות, יומיים ב- 20 מ"צ) + יומיים אחסון ב- 10 מ"צ + 16 ימים ב- 5 מ"צ והעברה ל- 2 מ"צ. בכל הטיפולים פירות האבוקדו אוחסנו למשך 19 ימים ב 2 מ"צ (הסגר כנגד זבובי פירות), ובסך-הכול 35 ימים אחסון בקור (דימוי משלוח ליעדים רחוקים). לאחר אותו אחסון בקור (CS) הפרי נבדק, והועבר לאחסון לשבוע נוסף ב-20 מ"צ בחיי מדף (SL) ונבדק בשנית.

ניסוי 2: הורדה הדרגתית של הטמפרטורה- אקלום (LTC) ובשילוב עם טיפולים שונים.

בניסוי נוסף (האס, כפר גליקסון, הגעה למכון 19.11.19), נבחנו הטיפולים: טבילה ב 5mM במתיל-ג'סמונט, הבחלה, ואחסון בתנאי אווירה מבוקרת (3%O₂ ו-5%CO₂). הפרי קורר באופן הדרגתי (בתחילה הוכנס ל- 10 מ"צ במשך 4 ימים אח"כ הועבר ל- 5 מ"צ למשך 11 ימים) ורק אז הועבר לטמפרטורת

הסגר בקור של 2 מ"צ למשך 19 ימים. הפירות מכל הטיפולים, אחסנו בסך-הכול ל 35 ימים בקור, מתוכם 19 ימים אחרונים ב 2 מעלות (הסגר כנגד זבוב). לאחר ההוצאה מאחסון בקור (CS), ולאחר שבוע בחיי-מדף (SL) הפירות נבדקו.

ניסוי 3: בחינת השילוב של CA ו LTC עם טיפולים שונים.

אבוקדו מזן האס הגיעה למכון ב- 2.2.20, הפרי נטבל 30 שניות ב 8mM פנילאלינין או בריכוזים שונים של prohydrojasmon (PDJ) (0.1% או 0.2%), וטיפול נוסף בווקס קרנאובה 18%. הפרי קורר בהדרגה (LTC): יומיים ב- 20 מ"צ (לצורך הפעלת מנגנוני ההגנה הטבעיים) + יום ב- 10 מ"צ + 11 ימים ב- 5 מ"צ באווירה מבוקרת + 21 ימים ב- 2 מ"צ (טיפול הסגר) באווירה מבוקרת. למעט הביקורת כל הטיפולים היו באווירה מבוקרת 3%CO₂ 5%O₂. בסוף האחסון בקור (CS; 35 ימי אחסון), ולאחר שבוע בחיי-מדף (SL) הפירות נבדקו. בכל טיפול 5 ארגזים עם 20 פירות בכל ארגז.

כל טיפול הכיל 4 ארגזים (4 ק"ג) של פירות אבוקדו האס באיכות ייצוא מתחילת העונה (גודל 18 או גודל 20). הפירות אוחסנו בקור למשך 35 ימים ולאחר האחסון בקור הועברו לאחסון בחיי-מדף ב 20 מעלות צלסיוס למשך שבוע. הפירות נבדקו בשלושה מועדים: לאחר הקטיף, לאחר האחסון בקור ולאחר חיי המדף. המדדים שנבדקו: משקל יבש (מדד הבשלה, בקטיף), קושי/התרככות (הערכה עפ"י אינדקס 1-10, ומכשיר פנטרומטר), שינוי צבע (אינדקס 1-10), ניזקי צינה על גבי הקליפה (אינדקס 0-10, ואחוז פירות), כיבים (אינדקס 0-10, ואחוז פירות), רקבון עוקץ (שכיחות ועוצמה לפי אינדקס 0-10), רקבון צד (שכיחות ועוצמה לפי אינדקס 0-10), החמה בכוד (שכיחות ועוצמה לפי אינדקס 0-10). בסוף הניסוי הפירות נפתחו ונעשתה הערכה של החמה פנימית והערכה סנסורית לבחינת איכות הפרי.

על פי התוצאות הראשוניות, נמצא כי שילוב של טיפולים של אווירה מבוקרת עם הורדה הדרגתית בטמפרטורה הובילה להגברת עמידות פירות אבוקדו 'האס' לקור ואפשרה טיפול הסגר מספק בקור כנגד זבוב הפירות לצורך יצוא ליעדים רחוקים (כדוגמת יפן).

שלב ב. ניסוי משקי.

פירות אבוקדו האס מסוף עונה באיכות יצוא נקטפו מ 20 משקים (9.2) והובלו באותו יום לבית אריזה אבוקדו גרנות. הפירות עברו הורדה הדרגתית בטמפרטורה עד לטמפרטורה של 2 מעלות צלסיוס (מהירה: יומיים ב 10 מעלות ויומיים ב 7 מעלות; איטית: יומיים ב 20 מעלות, יומיים ב 10 מעלות ויומיים ב 7 מעלות). לאחר ההורדה ההדרגתית בטמפרטורה הפירות הוכנסו למכולה (14.2) עם אווירה מבוקרת

(CO₂ 5%; O₂ 3%) ואוחסנו ב 2 מעלות למשך 19 ימים (טיפול הסגר בקור). לאחר מכן, הטמפרטורה במכולה הועלתה ל 4.5 מעלות למשך 16 ימים (כדי להשלים 35 ימי הובלה במכולה).

בנוסף, הוכנסו למכולה 5 ארגזים (4 ק"ג) מהטיפולים השונים: 1. ווקס קרנאובה לאבוקדו (סייפ-פאק). 2. פירות נטבלו למשך 30 שניות ב 8 מילימולר פנילאלינין. 3. פירות נטבלו למשך 30 שניות ב 0.2% PDJ. 4. הפירות טופלו ב 1-MCP 250ppm למשך יום ולפני ההורדה ההדרגתית בטמפרטורה. 5. הפירות נטבלו בפרוביוטיקה (מיקרוביום) לפני הכניסה למכולה.

לאחר הטיפול המסחרי המדמה משלוח ליפן הכולל טיפול הסגר בקור, 20 ארגזים מאזורים שונים במכולה נבחנו והועברו למכון וולקני לשבוע של חיי מדף. שאר הפירות נמכרו בשווקים השונים בארץ.

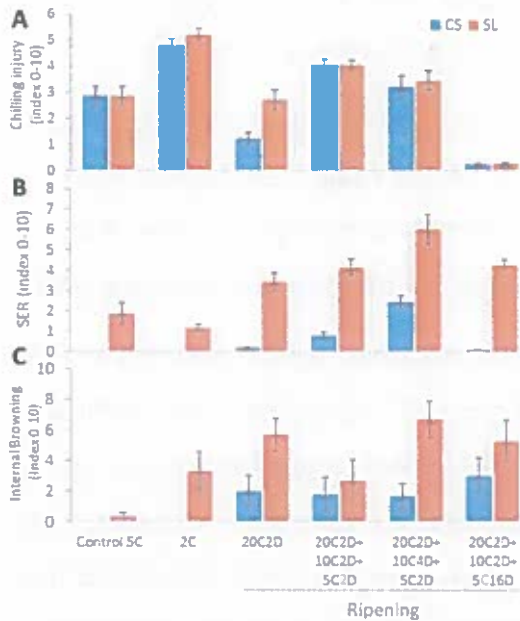
הפירות נבדקו בשלושה מועדים: לאחר הקטיף, לאחר האחסון בקור ולאחר חיי המדף. המדדים שנבדקו: משקל יבש (מדד הבשלה, בקטיף), קושי/התרככות (הערכה עפ"י אינדקס 1-10, ומכשיר פנטרומטר), שינוי צבע (אינדקס 1-10), ניזקי צינה: נקודות על גבי הקליפה (אינדקס 0-10, ואחוז פירות), כיבים (אינדקס 0-10, ואחוז פירות), רקבון עוקץ (שכיחות ועוצמה אינדקס 0-10), רקבון צד (שכיחות ועוצמה - אינדקס 0-10), החמה בכוד (שכיחות ועוצמה - אינדקס 0-10). בסוף הניסוי הפירות נפתחו ונעשתה הערכה של ההחמה הפנימית.

תוצאות

ניסוי ראשון: ניסוי הבחלה לפני הסגר ליעדים רחוקים

תוצאות ניסוי זה מראות כי טיפול בהבחלה מפחית ניזקי צינה. מצד שני, ניתן לראות כי ההבחלה הובילה לעליה ברקבון עוקץ והחמות פנימיות (איור 1B, 1C).

בנוסף, ניתן לראות כי השילוב של הבחלה עם האקלום הארוך ביותר, בעמודה הימנית, מראה את ההפחתה הטובה ביותר בניזקי צינה (איור 1).

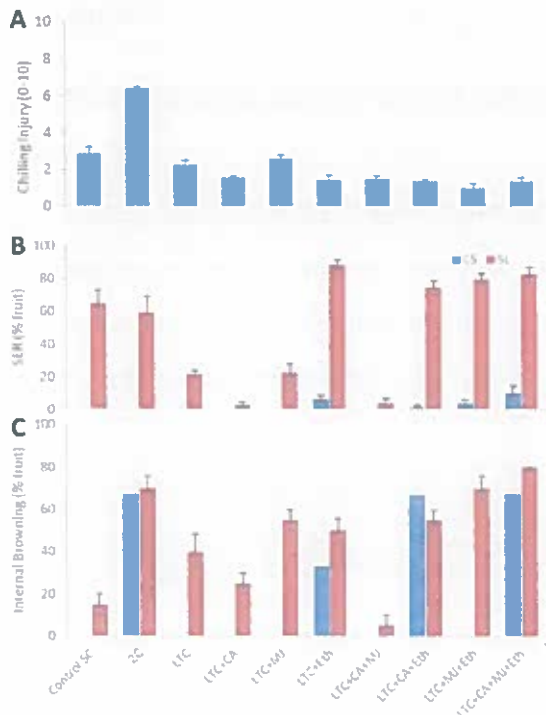


איור 1: בחינת הורדה הדרגתית של הטמפרטורה בשילוב טיפולים נוספים למניעת נזקי קור ורקבון באחסון בטיפולי הסגר בקור. A. עוצמת נזקי צינה (0-10). B. עוצמת ריקבון בעוקצים (0-10). C. עוצמת השחמה פנימית של ציפת הפרי. בהוצאה מהאחסון (CS) ולאחר חיי מדף (SL). מוצגים ממוצעים ושגיאת תקן.

ניסוי שני: CA, LTC, אתילן ו-MJ

מתוצאות הניסוי ניתן לראות כי הורדה הדרגתית בטמפרטורה הייתה הטיפול אשר הפחית באופן המשמעותי ביותר את ניזקי הצינה. שילוב של הורדה הדרגתית בטמפרטורה עם אווירה מבוקרת (CA) או עם הבחלה הוביל לתוצאות הטובות ביותר מבחינת ההפחתה בצמצום ניזקי הצינה (איור 2). עם זאת,

כל הטיפולים בהם היה שילוב של הבחלה הובילו לריבוי של רקבון עוקץ (SER) והחמות פנימיות (איור 2).



השילוב של אקלימציה ארוכה עם אווירה מבוקרת (CA) אפשרה אחסון ארוך של הפרי למשך 35 ימים כמעט ללא ניזקי צינה, עם הפחתה משמעותית ברקבון ועם מעט החמה פנימית (איור 2, ותמונה 1).

איור 2: בחינת הורדה הדרגתית של הטמפרטורה (LTC) בשילוב טיפולים נוספים למניעת נזקי צינה באחסון הסגר. A. נזקי צינה שנראו לאחר הוצאה מהאחסון, עוצמת הנזק (index 0-10). B. אחוז הפירות עם ריקבון עוקץ, בהוצאה מהאחסון (CS) ולאחר חיי מדף (SL). C. אחוז פירות עם השחמה פנימית בהוצאה מהאחסון (CS) ולאחר חיי מדף (SL). מוצגים ממוצעים ושגיאת תקן.

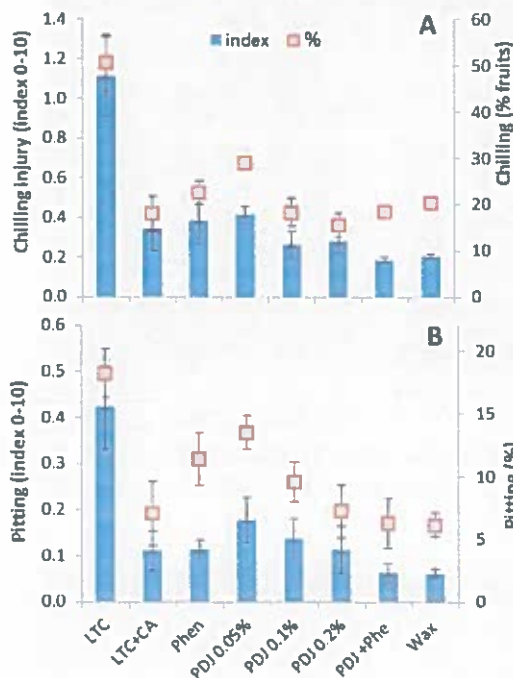


תמונה 1: תמונה מייצגת (ניסוי 2) של פירות אבוקדו האס לאחר טיפול הסגר בקור (CS) כנגד זבוב פירות ופרי פתוח לאחר חיי-מדף (SL). מוצגים הטיפולים 5°C ביקורת, 2°C ביקורת, הורדה הדרגתית של הטמפ' בשילוב עם אווירה מבוקרת (LTC+CA).

ניסוי שלישי: LTC, CA ושילוב עם פנילאלנין או PDJ או ווקס

הניסוי הקודם מצא כי השילוב של אווירה מבוקרת (CA) עם הורדה הדרגתית בטמפרטורות (LTC) הוביל לתוצאה הטובה ביותר. לכן, בניסוי זה, בחנו את השילוב של CA ו LTC עם טיפולים שונים: פנילאלנין-פרקורסר של מסלול ההגנה פנילפרופנואיד; פרוהידרוג'סמון- אנלוג של חומצה ג'סמונית (Blush), או ווקס קרנאובה. כל הטיפולים האלה מוכרים כטיפולים המפחיתים ניזקי צינה. אבוקדו מזן האס הגיעה למכון ב- 2.2.20, הפרי נטבל 30 שניות ב 8mM פנילאלנין או בריכוזים שונים של prohydrojasmon (PDJ) (0.1% או 0.2%), וטיפול נוסף בווקס קרנאובה 18% (סייפ-פאק). הפרי קורר בהדרגה (LTC): יומיים ב- 20 מ"צ (לצורך הפעלת מנגנוני ההגנה הטבעיים) + יום ב- 10 מ"צ + 11 ימים ב- 5 מ"צ באווירה מבוקרת + 21 ימים ב- 2.2 מ"צ (טיפול הסגר) באווירה מבוקרת. למעט הביקורת כל הטיפולים היו באווירה מבוקרת 3%CO₂ 5%O₂. בסוף האחסון בקור (CS; 35 ימי אחסון), ולאחר שבוע בחיי-מדף (SL) הפירות נבדקו. בכל טיפול 5 ארגזים עם 20 פירות בכל ארגז.

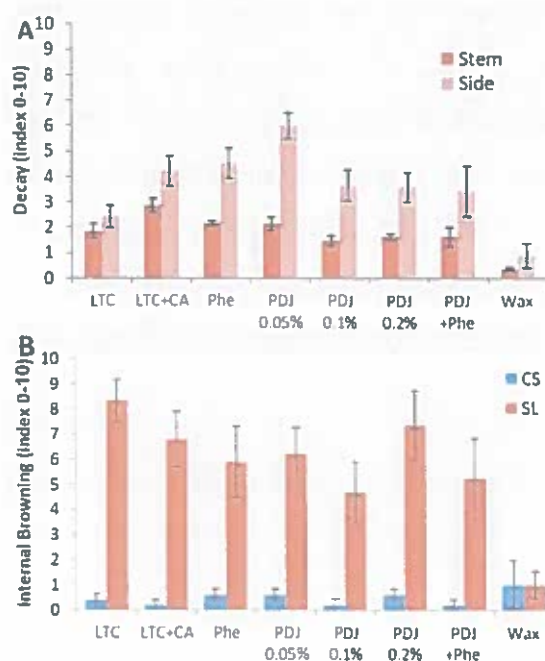
השילוב של אווירה המבוקרת עם הורדה הדרגתית בטמפרטורות הפחיתה באופן מספק את מזקי הצינה, הבאים לידי ביטוי כנתמים שחורים על קליפת הפרי ובמצבים קשים יותר גם בהיווצרות כתמים שקועים הקרויים כיבים (איור 3). תוספת של טיפול בווקס הובילה להפחתה נוספת בשכיחות ובעוצמת ניזקי הצינה.



לעומת הטיפולים האלה, נראה כי תוספת של טיפול בפנילאלינין או טיפול ב PDJ גרמו להפחתה מינורית ולא משמעותית בניזקי הצינה בנוסף לטיפולים המצטיינים של הורדה הדרגתית בטמפרטורה (LTC) ואווירה מבוקרת (CA).

איור 3: מזקי צינה אחרי הוצאה מאחסון 11 ימים ב 5 מ"צ + 21 ימים ב- 2 מ"צ באווירה מבוקרת 5% O₂, 3% CO₂. A. נקודות שחורות עוצמה (index 0-10) ואחוז הפירות עם מזקים. B. עוצמה (0-10) ואחוז הפירות עם כיבים.

התוספת של אווירה מבוקרת להורדה ההדרגתית בטמפרטורה לא הצליחה למנוע את הופעת הריקבון



בפירות (איור 4). התוספת של אווירה מבוקרת הפחיתה באופן לא משמעותי את התופעה של ההחמה הפנימית (איור 4). לעומת זאת, הוספת הטיפול של ווקס הוביל לתוצאה הטובה ביותר של הפחתה טובה בניזקי הצינה, ברקבון ובהחמה הפנימית (איור 3 ו איור 4).

איור 4: בחינת השפעת טיפולים שונים: אווירה מבוקרת בתוספת טיפולי טבילות בפנילאלינין או פרוהידרו-ג'סמון על כושר ההשתמרות של אבוקדו לאחר טיפול הסגר בקור וחיימ דף. A. עוצמת רקבון בעוקץ (Stem) ורקבון בצד (Side) אחרי חיי מדף. B. החמות פנימיות של האבוקדו אחרי אחסון (CS) ואחרי חיי מדף (SL).



תמונה 2. תמונה מייצגת של ארגז ושישה פירות פתוחים מטיפול ווקס (עם הורדה הדרגתית בטמפרטורה ואווירה מבוקרת) וטיפול ביקורת של הורדה הדרגתית בטמפרטורה.

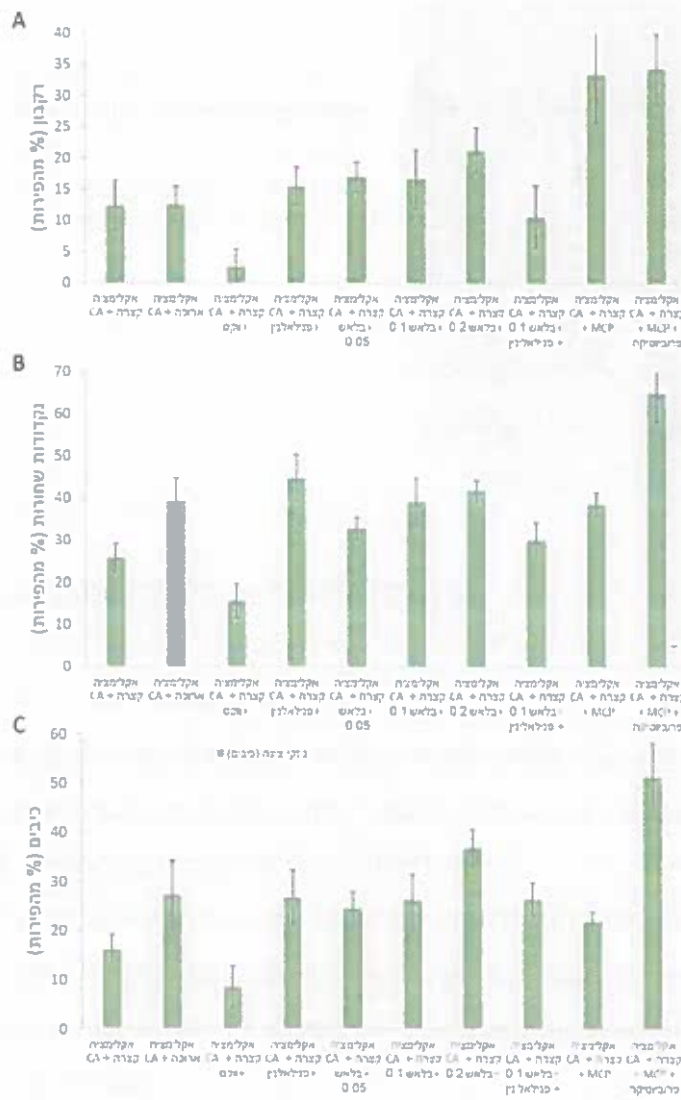
ניסוי משקי במכולה: דימוי משלוח לסין וליפן

על בסיס התוצאות הקודמות נראה היה כי ניתן ליישם טיפול הסגר בקור כנגד זבוב הפירות באבוקדו תוך הורדה הדרגתית בטמפרטורות ושמירה על אווירה מתואמת או מבוקרת. לפני פרסום פרוטוקול, הועלתה בקשה ע"י החקלאים ובתי האריזה כי טיפול ההסגר בקור ליעדים רחוקים (לדוגמת יפן) יבחן באופן מסחרי. לצורך בדיקה בהיקף מסחרי נסגרה מכולה ב 2.2 מעלות למשך 19 ימים ותוספת של 16 ימים ב 4.5 מעלות, בבחינה של שילוב עם טיפולים שונים.

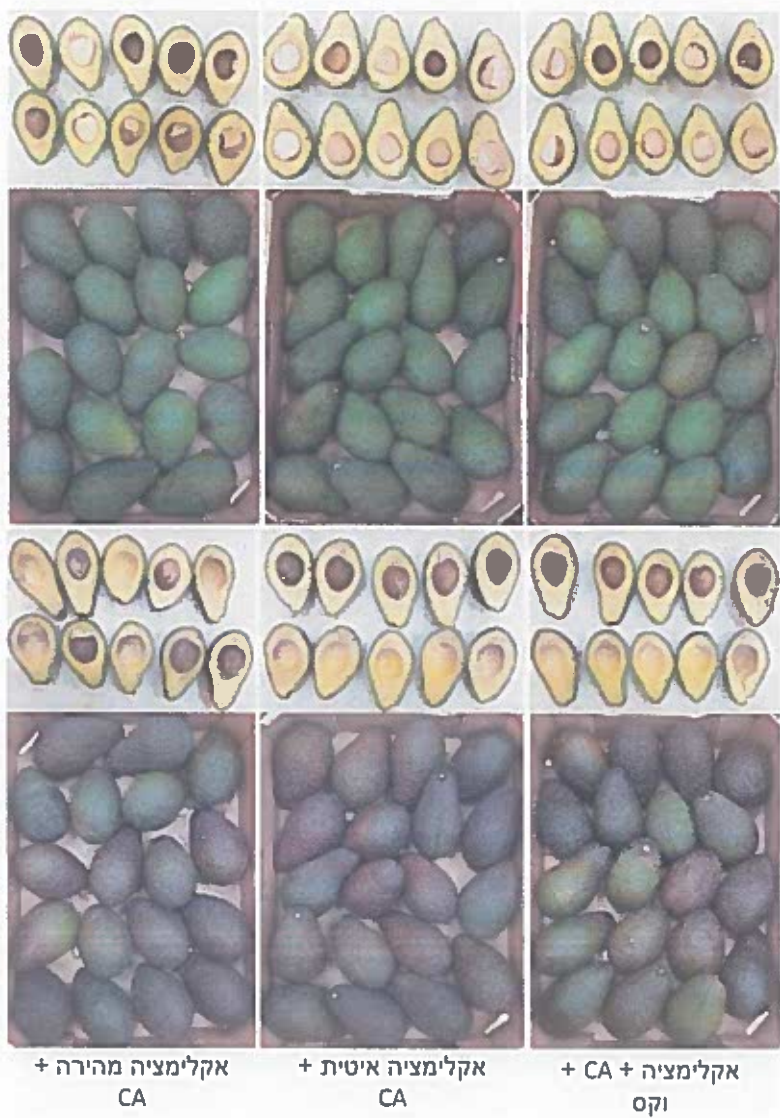
השילוב של אווירה המבוקרת עם הורדה הדרגתית בטמפרטורות הפחיתה באופן מספק את נזקי הצינה, הבאים לידי ביטוי ככתמים שחורים על קליפת הפרי ובמצבים קשים יותר גם בהיווצרות כתמים שקועים הקרויים כיבים (איור 5). תוספת של טיפול בווקס הובילה להפחתה נוספת בשכיחות ובעוצמת ניזקי הצינה (איור 5).

לעומת הטיפולים המצטיינים (אקלימציה, CA ווקס), נראה כי טיפול בפנילאלינין, ב PDJ, טיפול ב 1-MCP או טיפול בפרוביוטיקה לא גרמו להפחתה נוספת בניזקי הצינה בהשוואה לטיפולים המצטיינים (LTC+CA). פרוביוטיקה שניתנה בטבילה לפני האחסון ב 2 מעלות אף גרמה לחק נוסף - כנראה עקב יבוש לא מספיק טוב של הפרי.

חשוב לציין כי בפירות הביקורת מאותם 20 משקים אשר אוחסנו ב 5 מעלות למשך 3 שבועות ותוספת של שבוע בחיי מדף היה ריבוי של החמה פנימית חמורה בעקבות התחלה של נביטת הזרע (תוצאות לא מוצגות). לעומת הביקורת שאוחסנו ב 5 מעלות, הפירות שאוחסנו במכולת ההסגר האווירה מבוקרת והורדה הדרגתית בטמפרטורה כמעט ולא סבלו מהחמה פנימית (תמונה 3).



איור 5: זקי צינה ורקבון לאחר אחסון באווירה מבוקרת, 3% O₂, 5% CO₂ בטמפרטורה של 2.2 מעלות במבולה למשך 19 ימים ותוספת של 16 ימים ב 4.5 מעלות. ותוספת של שבוע בחיי מדף 22 מעלות. A. אחוז פירות עם רקבון. B. נקודות שחורות (אחוז מהפירות). C. כיבים (אחוז מהפירות).



תמונה 3. תמונה מייצגת של ארגז וחמישה פירות מייצגים פתוחים מטיפול ווקס (עם אקלימציה ואווירה מבוקרת) וטיפול ביקורת של הורדה הדרגתית מהירה (4 ימים) או איטית (6 ימים) בטמפרטורה.

מסקנות

מהתוצאות של ניסויים אלה עולה כי טיפול משולב של הורדה הדרגתית בטמפרטורה, אווירה מבוקרת, ווקס הובילה לתוצאה הטובה ביותר. כך, נפתחה לראשונה האפשרות של משלוח ימי ארוך של פירות אבוקדו ישראלי ליעדים רחוקים כגון סין ויפן, תוך שילוב של טיפול הסגר בקור במהלך ההפלגה. על בסיס תוצאות אלו אושר לאחרונה ייצוא האבוקדו הישראלי ליפן.

