

החברה למחקר ופיתוח קירור ואיסוס פירות ק"ש בע"מ

קרית שמונה

טל. 04-6817421, 04-6940208, פקס. 04-6940113

www.fruitlab.co.il

e-mail: fruitlab@netvision.net.il

אבוקדו פינקר טון, הבחלה באתילן

דו"ח מחקר לשנת 2014

מוגש למועצת הצמחים

צוות המעבדה:

טלי גולדברג, אוהד נריה, דני גמרסני, היבא גדבאן, אלה צבילינג,

לילך שיפמן, איה סיטרוק ורות בן-אריה

יוני 2014

תודות:

קדם אבוקדו גל – אמיר בכר

יאיר אליהו

צור קרידי

שה"מ – מיקי נוי

שולחן מגדלי אבוקדו

מבוא:

אבוקדו פינקרטון, הינו זן של אמצע העונה, קליפתו מחוספסת, צבעו ירוק כהה והוא בעל צוואר ארוך. זן זה מבוקש מאוד בשווקי העולם ומרבית התוצרת מישראל מיועדת ליצוא. אחד מיתרונותיו כזן יצוא זה משך הזמן הארוך עד להבשלתו, אשר מבטיח כי הפרי יגיע ליעדיו בחו"ל בעודו קשה. יתרון זה מהווה את חסרונו בשיווקו לשוק המקומי, שכן הפרי משווק בעודו קשה, עובר זמן רב עד שהפרי מתרכך ולעיתים ההבשלה אינה אחידה (באותה תיבה ישנם פירות קשים ורכים ולעיתים צוואר הפרי מתרכך בקצב שונה מהכרס). עובדות אלו פוגמות בהיקפי השיווק של פינקרטון בארץ.

מטרת המחקר היא לפתח שיטת הבחלה שתאפשר את התרככות הפרי לאחר הקטיף ותבטיח התרככות אחידה של הפרי ושמירה על איכות פנימית של ציפת הפרי.

ניסוי א': השפעת משכי החשיפה לאתילן וטמפרטורת חיי מדף על קצב ההתרככות

מהלך הניסוי:

אבוקדו מזן פינקרטון, גודל 12, ממטע קיבוץ דפנה נאסף מבית האריזה במחצית השנייה של עונת הקטיף (14.01.14), ללא כל טיפול מוקדם (תמונה 1). הפרי שהה בטמפרטורת החדר עד יום המחרת ולאחר מכן נחשף בטמפרטורה זו לאתילן (100ppm) למשך 24 שעות ו- 48 שעות. בכל טיפול היו 4 חזרות של 10 פירות והטיפול נערך בחביות 30 ליטר בהן הונחו שקיות סיד כבוי לספיחת CO₂ ולהן הוזרק אתילן מרוכז. בתום החשיפה לאתילן הועברו הפירות לחיי מדף בשתי טמפרטורות: 20°C ו-25°C, ונערך מעקב אחר התרככות הפרי במישוש ידני (הפירות הוגדרו כקשים, גמישים או רכים) במהלך 10 ימים. כמו כן, נבדקה מידת אחידות ההתרככות של הפירות.



תמונה 1: אבוקדו פינקרטון ביום הקטיף

לאחר 10 ימים בחיי מדף (ח"מ) חושב אינדקס השחרת הקליפה (ע"פ השחרה קלה, בינונית, קשה) (תמונה 2), וכן נבדקה ציפת הפרי להערכת רקבונות ומידת ההשחמה פנימית (internal browning), המתבטאת בשינוי צבע ציפת הפרי לחום-אפור עם הופעת פיגמנטים חומים.



תמונה 2 : דרגות השחרת הקליפה, משמאל לימין: ללא השחרה, השחרה קלה, השחרה בינונית, השחרה קשה.

מידת ההשחמה הוערכה על פירות רכים וגמישים שנחתכו לאורכם לשני חצאים. אינדקס ההשחמה ע"פ השחמה קלה, בינונית, קשה (תמונה 3) חושב מהמספר הכולל של פירות עם השחמה פנימית.



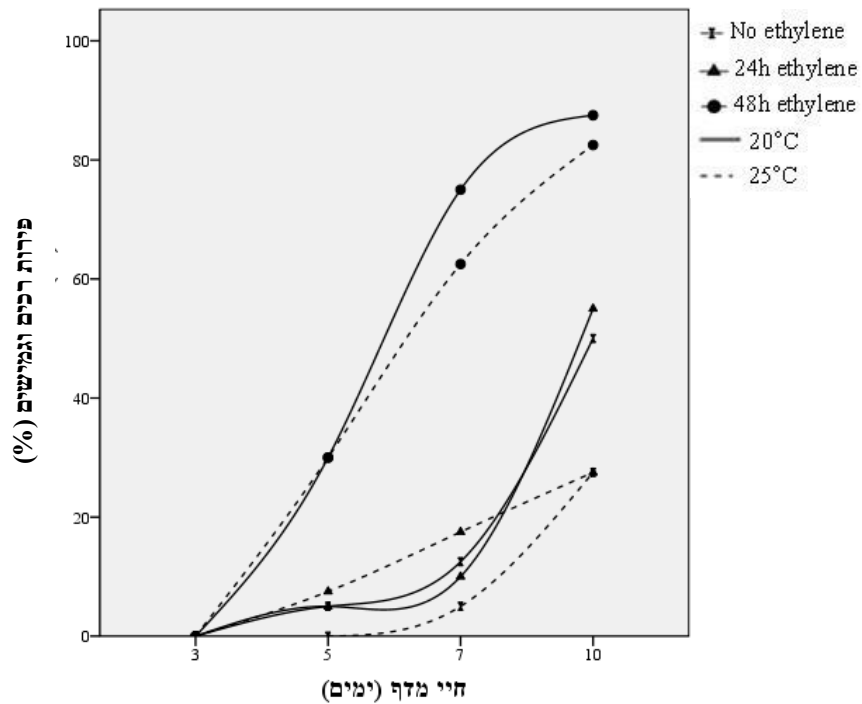
תמונה 3 : דרגות השחמה פנימית, משמאל לימין: ללא השחמה, השחמה קלה, השחמה בינונית.

תוצאות :

מצב הפרי בקטיף: תכולת החומר היבש להגדרת מצב הבשלת הפרי שנלקח לניסוי הינה $23.17 \pm 1.95\%$.

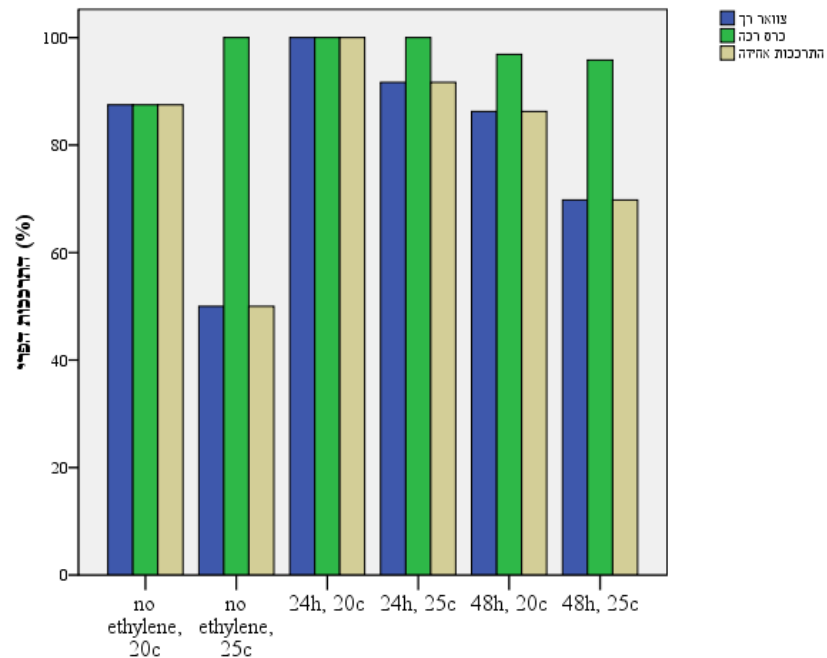
התרככות הפרי ומראה חיצוני: הטיפול באתילן זירז את קצב התרככות הפרי רק לאחר חשיפה של 48 שעות, ללא תלות בטמפרטורה בה שהה הפרי בחיי מדף. השפעת הטיפול הובחנה כבר לאחר 5 ימים ובתום 10 ימים כ-80% מהפירות היו רכים, לעומת כ-50% בפרי הביקורת. לחשיפה

הקצרה של 24 שעות, כמו גם לטמפרטורה בחיי מדף לא הייתה השפעה מובהקת על התרככות הפרי (איור 1).



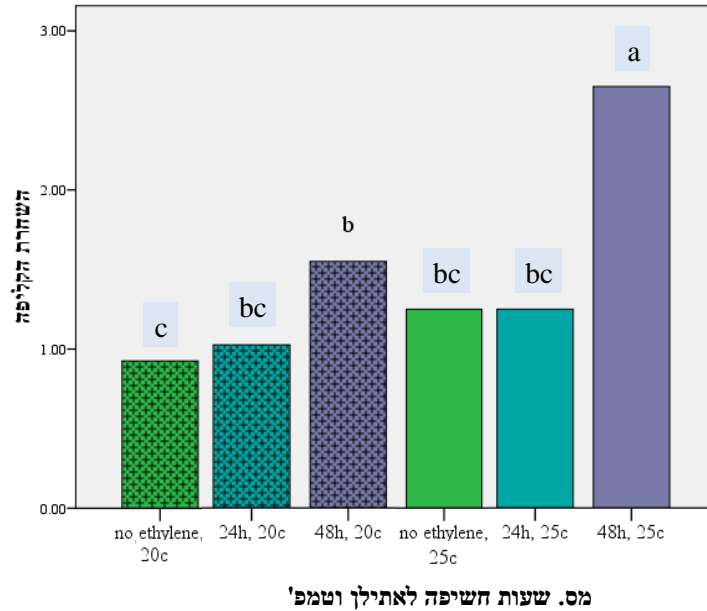
איור 1: % הפירות הרכים במהלך 10 ימים בח"מ לאחר טיפולי הבחלה באתילן.

בכל טמפרטורה, הארכת משך החשיפה לאתילן אמנם הגבירה את קצב התרככות הפרי, אבל הגדילה את חוסר אחידות ההתרככות (הבדלים לא מובהקים) (איור 2).



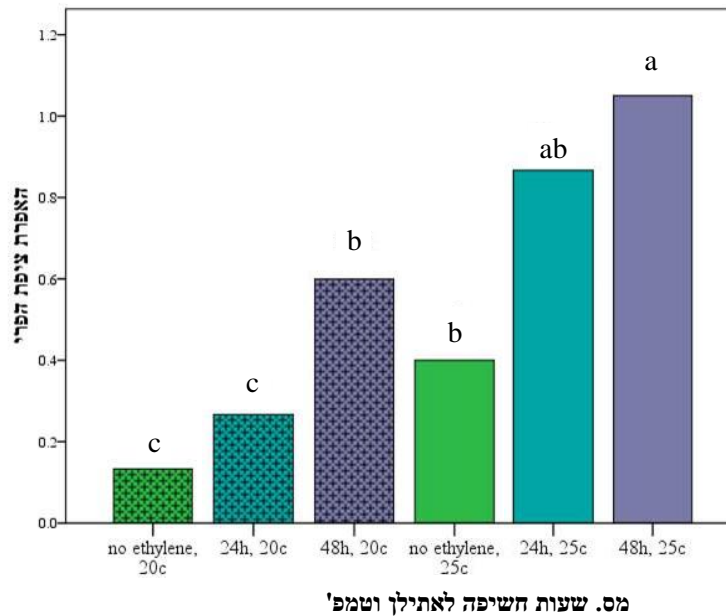
איור 2: התרככות צוואר הפרי, התרככות הכרס והתרככות אחידה של כל חלקי הפרי בתום 10 ימי ח"מ.

במהלך הזמן שהפרי שהה בח"מ, לאחר הבחלתו, חלה עליה במידת השחרת קליפתו, כאשר בתום 10 ימי ח"מ, בעת שהפרי התרכך והיה ראוי לאכילה, הובחן כי הארכת משך ההבחלה באתילן ל-48 שעות הגבירה את השחרת הקליפה, ביחס לטיפולים האחרים (איור 3). בטמפרטורת חיי המדף של 25°C הבדל זה אף נמצא מובהק סטטיסטית.



איור 3: אינדקס השחרת הקליפה בתום 10 ימי ח"מ (0-4).
 a-c הבדלים מובהקים במידת השחרת הקליפה ($p < 0.05$).

ציפת הפרי: אחוז הפירות שסבלו מהאפרת ציפת הפרי נע בין 25% בקורת ללא אתילן, 20°C לבין 70%, בטיפול החשיפה לאתילן, 48 שעות 25°C. מידת החומרה של האפרה היתה עפ"י קלה. ע"פ אינדקס האפרת הציפה, בחשיפה לאתילן של 24 שעות וח"מ בטמפרטורה של 25°C גברה מידת האפרת ציפת הפרי ביחס לח"מ של 20°C (הבדל מובהק) והבחלה למשך 48 שעות הגבירה אף היא את מידת האפרה ביחס לחשיפה למשך 24 שעות בלבד (הבדל לא מובהק) (איור 4).



איור 4: אינדקס האפירת ציפת הפרי בתום ח"מ. הבדלים מובהקים במידת האפירת ציפת הפרי ($p < 0.05$).

סיכום:

בניסוי זה בוצעה הבחלה (אתילן 100ppm) לאבוקדו מזון פינקרטון למשך 24 ו-48 שעות והפרי הועבר לח"מ בטמפרטורה 20°C ו-25°C למשך 10 ימים. בחשיפת הפירות ל-24 שעות אתילן וח"מ בטמפרטורה של 20°C, התקבלו כ-50% פירות רכים, ערך הדומה לאחוז הפרי הרך ללא טיפול באתילן, אולם כל הפרי התרכך באופן אחיד ועם נזק פנימי נמוך. הארכת משך החשיפה ל-48 שעות האיצה את קצב התרככות הפרי אבל חוסר אחידות ההתרככות גבר, כמו גם השחרת הקליפה והאפירת ציפת הפרי. בנוסף, נראה שכשצוואר הפרי רך, הרי שעפ"י ההתרככות היא אחידה / מלאה.

ניסוי ב': השפעת טמפרטורות החשיפה לאתילן וטמפרטורת חיי מדף על קצב ההתרככות

מטרת הניסוי: היות ובמסחר הפרי המיועד לשוק המקומי הינו הפרי הגדול בלבד, עובר כל הפרי המגיע מהמטע מיון לגודל ודינוג. לכן, כדי לבחון את יישומו המסחרי של טיפול ההבחלה, נבחנו טיפולי ההבחלה על פירות אבוקדו לאחר דינוג. בנוסף, בניסיון לצמצם את מידת השחרת הקליפה והאפירת ציפת הפרי הופחת ריכוז האתילן ל-50ppm. כמו-כן נבחנה ההשפעה של הורדת טמפרטורת החשיפה לאתילן והורדת טמפרטורת חיי מדף ל-13°C על קצב ההתרככות ועל מידת האחידות של התרככות הפירות.

מהלך הניסוי: אבוקדו פינקרטון נאסף מבית האריזה, בסוף עונת הקטיף (03.02.14), לאחר דינוג ונחשף לאתילן (50ppm) בטמפרטורה של 20°C ו-13°C. בכל טיפול היו 3 חזרות של 7-10 פירות והטיפול נערך בחביות 30 ליטר בהן הונחו שקיות סיד כבוי לספיחת CO₂, והוזרק אתילן מרוכז. לאחר 24 שעות של חשיפה לאתילן הועברו הפירות מכל טיפול לחיי מדף בשתי טמפרטורות: 20°C ו-13°C. נערך מעקב התרככות הן ע"י בדיקת מוצקות אלסטית במכשיר ה-Sinclair והן ע"י מישוש ידני עד ש-50% מהפירות

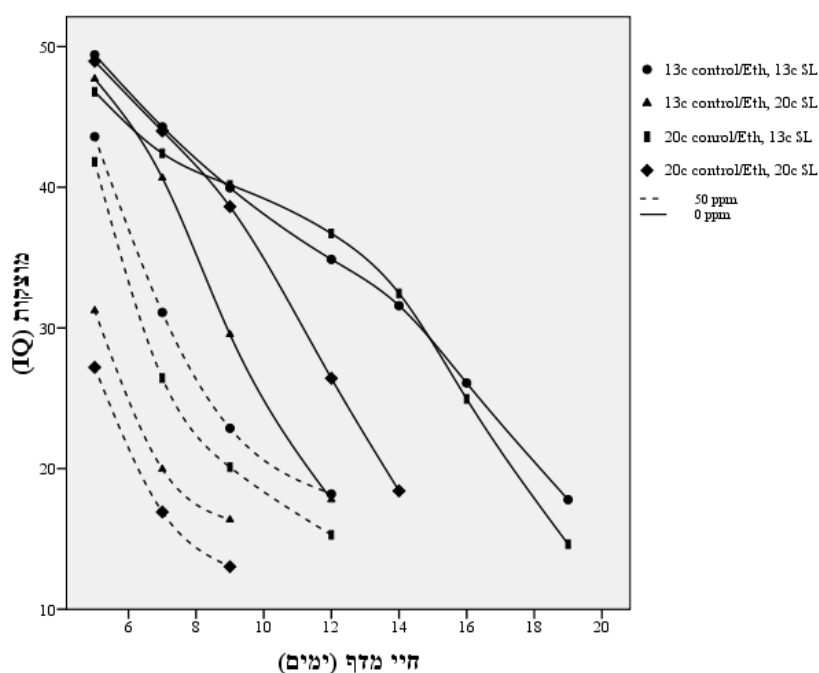
מכל טיפול הוגדרו כרכים או גמישים. בתום ח"מ חושב אינדקס התרככות צוואר הפרי והכרס (1)- התרככות קלה, עד 25%; 2- התרככות בינונית, 25-50%; 4- התרככות רבה, מעל 50%, אינדקס ההשחמה הפנימית (ע"פ השחמה קלה, בינונית, קשה) ואינדקס השחרת הקליפה (ע"פ השחרה קלה, בינונית, קשה). התרככות אחידה הוגדרה כאשר צוואר הפרי והכרס התרככו במקביל וציפה בריאה הוגדרה כציפה ללא רקבונות ועם השחמה קלה בלבד.

תוצאות:

מצב הפרי בקטיף: תכולת החומר היבש להגדרת מצב הבשלת הפרי שנלקח לניסוי הינה $25.90 \pm 1.02\%$. **התרככות הפרי ומראה חיצוני:** החשיפה לאתילן קיצרה את משך ח"מ בשתי הטמפרטורות, ב-3 עד 7 ימים, ביחס לטיפולי הביקורת שלא נחשפו לאתילן (טבלה 1, איור 1). בנוסף לכך, כצפוי, חיי מדף בטמפרטורה של 20°C קיצרה את משך ח"מ ביחס לטמפרטורת ח"מ של 13°C . חשיפה לאתילן בשילוב חיי מדף בטמפרטורה של 20°C גרמה לירידה בשיעור הפירות שהתרככו באופן אחיד (טבלה 1). הורדת טמפרטורת חיי המדף שיפרה את אחידות ההתרככות הן בפרי שנחשף לאתילן והן בפירות הביקורת שלא נחשפו לאתילן (טבלה 1). אחד הגורמים הבעייתיים בתהליך ההבחלה וההמתנה עד התרככות הפרי הינו איבוד משקל, העלול לגרום להצטמקות הפרי הפוגעת במראהו. בבחינת השפעת החשיפה לאתילן וטמפרטורת החשיפה וחיי המדף, לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים כאשר במוצע איבוד המשקל של פירות כל הטיפולים: $3.45 \pm 1.11\%$ (תוצאות לא מוצגות).

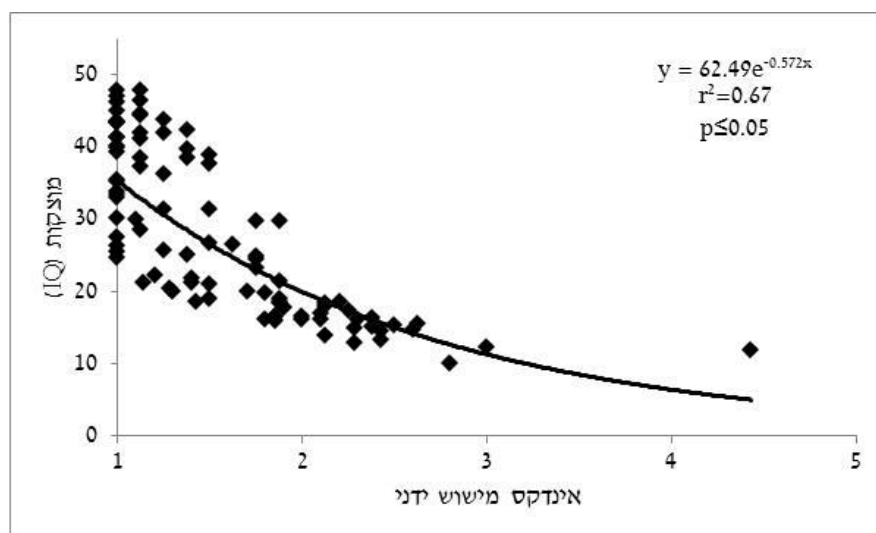
טבלה 1: מספר ימים בח"מ עד התרככות 50% מהפירות ואחוז ההתרככות האחידה של הפירות.

טיפול	טמפי הטיפול	טמפי ח"מ	מס. ימים עד 50% התרככות	התרככות אחידה (%)
חשיפה לאתילן	20°C	20°C	9	47.6
	13°C	20°C	9	36.7
	20°C	13°C	12	61.9
	13°C	13°C	12	60.0
ללא חשיפה אתילן	13°C	20°C	12	66.7
	20°C	20°C	14	58.3
	20°C	13°C	19	87.5
	13°C	13°C	19	70.8



איור 1: קצב התרככות הפרי במהלך 19 ימים בח"מ בבדיקת מוצקות כרס הפרי במכשיר Sinclair.

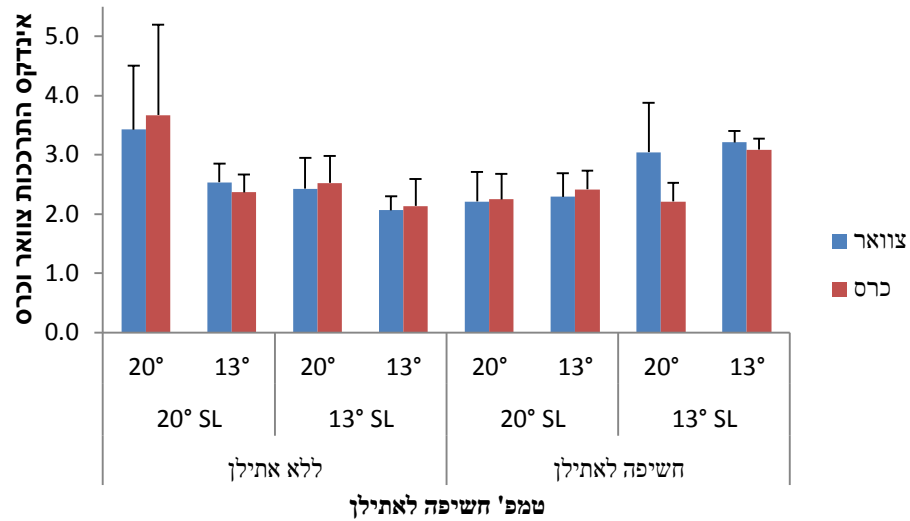
המתאם המובהק שנמצא בין בדיקת מוצקות כרס הפרי במכשיר ה-Sinclair והבדיקה הידנית, $r^2=0.67$, $(p \leq 0.05)$ (איור 2) מצביע על כך שמכשיר זה עשוי לשמש כמדד להתרככות הפרי ולהחליף את בדיקת המוצקות הידנית שהינה סוביקטיבית.



איור 2: מתאם בין מוצקות במכשיר ה-Sinclair לבין אינדקס המישוש הידני.

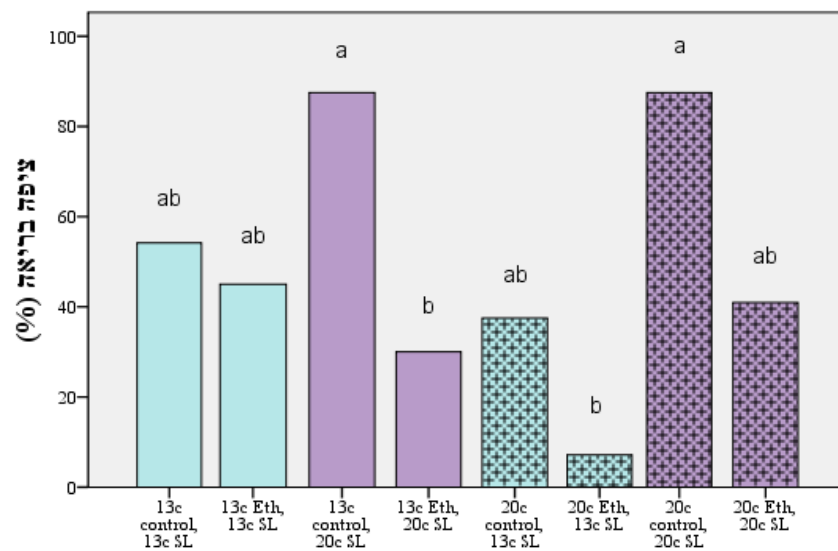
עפי"ר אין הבדלים בין אינדקס התרככות הצוואר והכרס בכל אחד מטיפולי ההבחלה, אולם מסתמן שבח"מ בטמפרטורה של 13°C אינדקס התרככות הצוואר והכרס גבוה יותר ביחס לח"מ בטמפרטורה

של 20°C (הבדלים לא מובהקים) (איור 3). בכל טיפולי הניסוי נשמרה קליפת הפרי ירוקה, ללא השחרה כלל (תוצאות לא מוצגות).



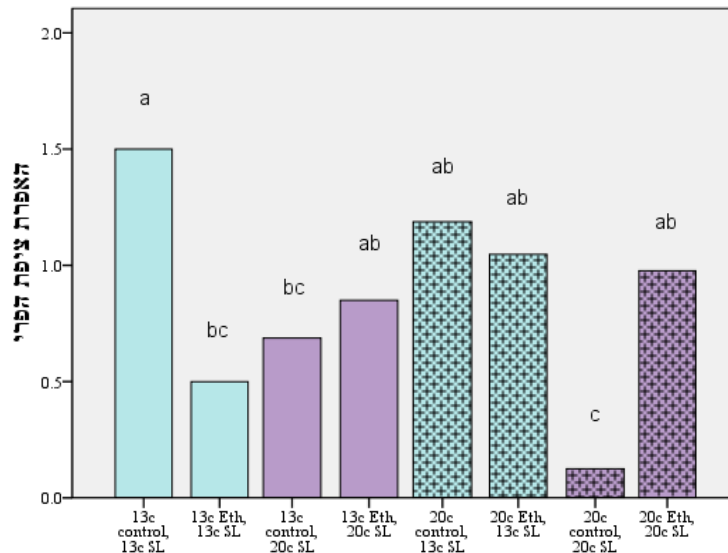
איור 3: אינדקס התרככות צוואר הפרי וכרס הפרי בתום ח"מ.

ציפת הפרי: תקינות ציפת הפרי נבחנה רק בתום חיי המדף, כאשר הפרי הוגדר כראוי לאכילה ע"י מישוש. בהשוואה בין טיפולי האתילן לביקורת, ללא אתילן באותם תנאי טמפרטורה, ניתן להבחין כי חשיפה לאתילן הפחיתה את אחוזי הפירות להם ציפה הבריאה, אולם הבדל מובהק בין הזוגות נמצא רק בטיפול ההבחלה בטמפרטורה של 13°C וח"מ בטמפרטורה של 20°C (איור 4).



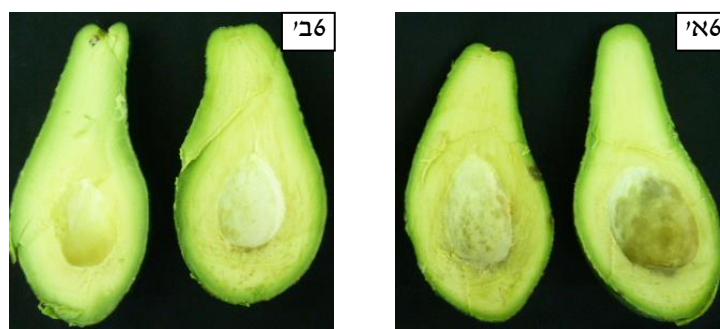
איור 4: אחוז הציפה הבריאה בסוף ח"מ. a-c הבדלים מובהקים במידת האפרת ציפת הפרי ($p < 0.05$).

לא נמצאו הבדלים במידת האפרת ציפת הפרי בין טיפולי האתילן בטמפרטורות השונות, אך טיפול הבחלה ב-13°C שכלל ח"מ באותה טמפרטורה הפחית את מידת האפרת ציפת הפרי ביחס לטיפול הביקורת באותם תנאי טמפרטורה ואילו הבחלה ב-20°C וח"מ ב-20°C הגבירה את מידת האפרה ביחס לביקורת באותם תנאי טמפרטורה (איור 5). נראה שההאפרה היא תוצאה של נזק צינה ושל חשיפה לאתילן, שהוא בעל ההשפעה החזקה יותר, והעלאת הטמפרטורה לא מצליחה למנוע את השפעת האתילן החיצוני.



איור 5: אינדקס האפרת ציפת הפרי בסוף ח"מ לאחר החשיפה לאתילן. הבדלים מובהקים במידת האפרת ציפת הפרי ($p < 0.05$).

נוק ציפה נוסף שנמצא בפרי הינו השחמת בית הגלעין (תמונה 3), אשר נמצאה בשכיחות נמוכה ובדרגת חומרה נמוכה רק בשני טיפולי הבחלה, 13°C ו-20°C שהוחזקו בח"מ ב-20°C, בעוד שביתר הטיפולים לא נמצאה התופעה כלל (נתונים אינם מוצגים).



תמונה 6: השחמת בית הגלעין בפירות מטיפול הבחלה ב-13°C וח"מ ב-20°C (א'6) ומטיפול הבחלה ב-13°C וח"מ ב-13°C (ב'6).

סיכום :

חשיפת הפירות לאתילן (50ppm, 24 שעות) האיצה את קצב ההתרככות ושמרה את צבע הקליפה ירוק. טיפולי ההבחלה הורידו את אחוז ההתרככות האחידה אולם בטמפרטורה של 13°C ח"מ, עם וללא הבחלה, נצפתה עלייה באחוז ההתרככות האחידה.

בהשוואה בין טיפולי ההבחלה, נמצא כי בחשיפה לאתילן בטמפרטורה של 13°C וח"מ בטמפרטורה של 13°C התקבל אחוז הפרי הבריא הגבוה ביותר ואחוז האפרת הציפה הנמוך ביותר (הבדלים לא מובהקים), ללא השחמה של בית הגלעין (הבדל מובהק). בנוסף לכך, נראה שההאפרה היא תוצאה של נזק צינה ושל חשיפה לאתילן, שהוא בעל ההשפעה החזקה יותר, והעלאת הטמפרטורה לא מצליחה למנוע את השפעת האתילן החיצוני.

ממצאי ניסוי זה תואמים לתוצאות ניסוי שנערך בזן *Monroe*, בו גם-כן נחשפו הפירות לאתילן בטמפרטורה של 13°C וב-20°C, הועברו לח"מ בטמפרטורה של 13°C ונערך מעקב אחר מידת התרככות הפירות (Jeong J. et al 2002).

היות וב-13°C איכות הפרי שהתקבלה הייתה אופטימלית, אך משך הזמן עד התרככות הפרי היה ארוך מאוד, יש לבחון מבחינה מסחרית, האם פרוטוקול שכזה, בו הפרי ימתין בבית האריזה כשבועיים עד שיווקו, הינו סביר, בכדי שלצרכן יגיע פרי באיכות גבוהה עם חיי מדף שאינם ארוכים מדי. לפיכך מומלץ לחזור על ניסויים ראשוניים אילו כדי לבסס את התוצאות שהתקבלו. בנוסף לכך הננו מציעים לשלב את מדידת המוצקות במכשיר ה-Sinclair לקביעת משך חיי המדף הצפויים לפרי בכל אחד מתנאי חיי המדף ולאפיון האחידות בהתרככות.

בבליוגרפיה :

Jeong J., Donald J.H. and Sargent S.A 2002, Postharvest ethylene treatment for uniform ripening of West Indian type Avocado fruit in Florida. Proc. Fla State Hort. Soc 115: 68-71