

תקציר הדו"ח:

הצגת הבעיה:

פרי אבוקדו סובל מנזקי צינה באחסון בקור. הנזקים מופיעים הן בצורת שקעים שחורים על פני הקליפה והן בצורת האפרות של הציפה. במחקר זה בקשנו ללמוד מהם הגורמים להופעת נזקי הצינה וכיצד ניתן להפחיתם.

מהלך ושיטות:

בשנתיים הראשונות לפרויקט הניסויים נערכו על פירות אבוקדו מזני פוארטה והאס במשך העונה. הם היו מורכבים מטיפולים מקדימים לאחסון בקור ב-2 ו-5 מ"צ ביניהם: טיפול חום, חמצן נמוך ואדי אתנול. בשנה האחרונה עסקנו בעיקר במציאת אוירה מתואמת בשקיות אשר יאריכו את משך האחסון וימנעו את הנזקים בפוארטה ובהאס. כמו כן בחנו את השפעת האחסון באוירה מתואמת על פרי מובחל באתילן.

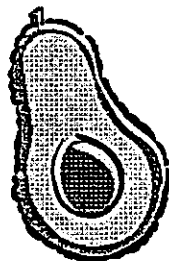
תוצאות עקריות:

טיפול חנקן, אתנול וחום, המקדימים את האחסון בקור, אכן מעכבים את הבשלת הפרי ומגבירים את עמידותו בטמפרטורות נמוכות ומונעים התפתחות של נזקי צינה ורקבונות. בהשוואה לבקורת ההפחתה בנזקי צינה היתה קורלטיבית לשינויים בפעילות האנזימים האנטיאוקסידטיבים. אוירה מתואמת שנוצרה בשקיות XF ובתוספת סופחי אתילן, היתה יעילה בעיבוד הבשלה ובהורדת רמת הרקבונות וההחממות הפנימיות בציפה. מסקנות והמלצות:

כל הטיפולים שניתנו מורידים את רמת נזקי הצינה אך יש למצוא את שיווי המשקל המיטבי בין מתן עקה לפרי על מנת להגביר את עמידותו הטבעית מבלי להזיק לו כתוצאה מהעקה. לדוגמא בטיפול חום, יש למצוא את אורך זמן הטיפול שאינו מזיק לפרי. בנוסף יש להמשיך וללמוד את הגורמים להופעת נזקים בפרי בקירור כאשר יש לבחון מחדש את תפקיד האתילן וה- CO2 הנוצרים בפרי על הופעת ההחממות הפנימיות בציפה.

הנושא: הגברת עמידות בפירות אבוקדו לנזקים החלים באיחסון בקירור

INDUCTION OF RESISTANCE TO DAMAGE IN AVOCADO AT LOW
TEMPERATURE



דו"ח לשנת 1997

מוגש לקרן המדען תכנית מס. 402-0224-97

מאת:

עדנה פסיס, רוזה בן אריה, אסיה וקסלר ויורם פוקס

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף

המכון לטכנולוגיה ואחסון של תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

Department of Postharvest Science of Fresh Produce, The Volcani Center

Institute for Technology and Storage of Agricultural Products

Edna Pesis email: vtedna@volcani.agri.gov.il

תאריך הגשה: פברואר 1998

מבוא

בשנתיים הראשונות לפרויקט הניסויים נערכו על פירות אבוקדו מזוני פוארטה והאס במשך העונה, הם היו מורכבים מטיפולים מקדימים לאחסון בקור ב 2 ו 5 מ"צ ביניהם: טיפול חום, חמצן נמוך ואדי אתנול. בנסיונות אלו הראנו כי הטיפולים המקדימים מונעים נזקי צינה.

בשנה האחרונה נסינו למנוע נזקים בעזרת אוירה מתואמת בשקיות. המטרה היתה לפתח שיטה קלה יחסית להארכת חיי האחסון של פירות פוארטה והאס ללא גרימת נזקים.

עקב הנשימה של פירות בשקית פלסטיק סגורה, רמת ה CO_2 בשקית עולה ורמת החמצן יורדת ועל ידי כך נוצרת בשקית אוירה מתואמת (MA).

בעבודות רבות שנעשו בעבר במקומות שונים בעולם ובמחלקתנו הוכח כי אוירה מתואמת יעילה בעיבוד הבשלה באבוקדו ובנוסף מפחיתה את נזקי הצינה בפרי

(Oudit & Scott 1973; Scott & Chaplin 1978; Chaplin & Hawson 1981; Gonzales et al. 1990; Joyce & Shorter 1992; Meir et al. 1996; 1995. ניימן וחוב' 1995)

אחת הבעיות העיקריות בשימוש באוירה מתואמת שהופיעה בשקיות פוליאאתילן היא הווצרות טיפות מים בשקית עקב הנשימה המוגברת. על כל מול של CO_2 שנוצר בתהליך הנשימה, נוצר גם מול של מים, אשר בגלל מבנה הפוליאאתילן מצטבר ולא יוצא מהשקית. הלחות המרובה בשקית במיוחד באחסון בטמפרטורה גבוהה היא מקור להגברת התפתחות רקבונות.

בכדי למנוע את הווצרות טיפות המים המוגברת בשקית בחנו שימוש באריזה חדשה של פילם שדוחה את טיפות המים. לשם כך בחנו אריזה חדשנית של יריעות שאינם פוליאאתילן המיוצרות ע"י חב' סטפאק בחבל תפן. יריעות אלו Xtend Film (XF) אשר יוצרות אוירה ולחות מתואמים, נמצאו בעבר מתאימים לאחסון מנגו (Pesis et al. 1997), לאחסון שזיפים, נקטרינות ודובדבנים (Lurie et al. 1997) ולאחסון ירקות שונים ביניהם מלפפונים, פלפלים, חצילים, תירס, תות שדה וכו' (Aharoni et al. 1997).

מטבוליט עיקרי אשר מזרז הבשלה, אבל יחד עם זה מזרז את התכלות האבוקדו והופעת הרקבונות הוא האתילן. אבוקדו הוא אחד מהפירות שמייצרים במהלך ההבשלה כמויות גבוהות של אתילן (Biale & Young 1971). הבחלת האבוקדו כדי לקבל פרי מוכן לאכילה נעשית ע"י אתילן. כמו כן הפרי הארוז בפילמים מייצר כמויות של אתילן שמצטבר באריזות. ידוע שהבחלה באתילן לפירות הדר מגבירה את הופעת הרקבונות (שלום וחוב' 1996; Brown & Lee 1993). כמו כן האתילן גורם להגברה ביצור אפרסוריות של פטרית הקוליטוטריקום מאבוקדו (Flaishman & Kolattukudy 1994)

בשנה החולפת בקשנו לבחון אוירה מתואמת אשר תשמור על איכות האבוקדו ותמנע הופעת נזקים למרות תנאי אחסון מחמירים. לשם כך בחנו האם האריזה החדשנית של יריעות Xtend Film (XF), אשר יוצרות אוירה ולחות מתואמים, תתאים לאחסון אבוקדו בקור, בהבחלה עם אתילן ובחיי מדף.

חומרים ושיטות

הנסיונות נערכו על אבוקדו מזני פוארטה והאס. כל הפרי לא עבר חיטוי בספורטק במטרה לבחון את התפתחות הרקבונות בטיפולים השונים. משך האחסון נע בין 3 ל 5 שבועות בקור ב 5 מ"צ בנסיונות השונים, לאחר מכן הפרי הועבר לחיי מדף ב 20 מ"צ. בחנו את האריזה בשקיות של פרי מיד בחיי מדף. בנוסף בחנו את התנהגות הפרי במהלך הבחלה באתילן עם השקית והמשך אחסון לאחר ההבחלה.

לאחר האחסון בקור ובחיי מדף הפרי נבדק לפי מגע יד ומראה עיניים בעת פתיחת השקיות תוך התייחסות למדדי איכות שונים הכוללים: מוצקות, צבע ומראה כללי, נזקים חיצוניים לקליפה, האפרות פנימיות ורקבונות, מוצקות נקבעה גם בצורה הרסנית בעזרת פנטרומטר (שטילון) ונמדדה ביחידות ניוטון. בזן האס נמדד גם מדד של צבע הקליפה (ירוק=1, שחור=10) בנוסף למדדים של מוצקות, נזקים בקליפה והחמות בציפה. מדד המוצקות (רד=1, מוצק=10), נזקים בקליפה (נוק קל=1, נוק קשה=10), החמות פנימיות (החמה קלה=1, החמה קשה=10) חושבו לפי הנוסחא הבאה:

$$\text{מדדי הבשלה או נזקים} = \frac{\sum_{i=1}^{10} X_i (\text{דרגה}) (\text{מס' פירות בקבוצה})}{\text{סה"כ פרי}}$$

לכל נסיון ונסיון מפורטים תנאי האחסון והטיפולים השונים בנפרד.

תוצאות

בנסיון הראשון שנעשה על הזן פוארטה רצינו לראות האם הבחלת פרי באריזת XF תביא ליצירת פרי איכותי יותר ותמנע את הופעת הנזקים שמופיעים בעקבות ההבחלה באתילן.

הפרי נארו במחלקה בתוך שקיות XF בקרטוני יצוא של 4 ק"ג, בכל קרטון נארו 16 פירות. הפירות לא טופלו בכל פונצייד ולא דוגנו. השתמשנו ב- XF 120 עם שתי רמות חירור נמוכה וגבוהה. בנוסף בחנו תוספת של סופחי CO₂ (קלציום אוקסיד 3 גר). טיפול באתילן ברכוז של כ- 130 ח"מ, ניתן לפרי ארוז ולפרי חשוף למשך 24 שעות בטמפרטורה של 20 מ"צ בתאריכים 26.11 - 27.11. פרי בקורת ללא אריזה ב XF נשאר ללא טיפול אתילן ב 20 מ"צ ואח"כ הועבר לאחסון בקור.

לאחר ההבחלה הפרי אוחסן ב- 5 מ"צ עד 15.12.96 (18 יום). לאחר הקירור; הפירות הועברו לאחסון ל- 20 מ"צ ונפתחו אחרי יום. הפירות בקרטונים נשארו ללא אריזה בפילם בחיי מדף.

הטיפול:

1. 120 XF עם רמת חירור נמוכה חורים (Low microperforation), הכנסה לחדר הבחלה ליממה ואח"כ העברה ל- 5 מ"צ (XF L).
2. 120 XF עם רמת חירור גבוהה (High microperforation), הכנסה לחדר הבחלה ליממה ואח"כ העברה ל- 5 מ"צ (XF H).
3. 120 XF עם רמת חירור נמוכה + סופח פחדו"ח (CaO 3 גר'), הכנסה לחדר הבחלה ליממה ואח"כ העברה ל- 5 מ"צ ($XF L + CaO$).
4. 120 XF עם רמת חירור גבוהה + סופח פחדו"ח (CaO 3 גר'), הכנסה לחדר הבחלה ליממה ואח"כ העברה ל- 5 מ"צ ($XF H + CaO$).
5. בקרת חשופה אוחסנה יום ב- 20 מ"צ באוויר ואח"כ הועברה ל- 5 מ"צ.
6. פרי חשוף מובחל באתילן בטמפרטורה של 20 מ"צ ולאחר ההבחלה מועבר ל- 5 מ"צ. בכל טיפול 3 קרטונים.

רמת האתילן בחדר ההבחלה היתה בין 118-134 ח"מ.

רמת האתילן בכל הקרטונים בזמן ההבחלה היתה גבוהה והגיעה לרמה של 190-210 ח"מ. מכאן שלאיתילן לא היתה שום בעיה לחדור דרך פילם ה- XF המחורר (טבלה 1). בהעברה לקור ב- 5 מ"צ רמת האתילן בשקיות ירדה לרמות נמוכות ביותר. לאחר יום בחיי מדף רמת ה- CO_2 עלתה ורמת החמצן ירדה בכל הטיפולים, כאשר בשקיות עם חירור גבוה יש פחות CO_2 ויותר חמצן. דבר זה השפיע על יצור רמות אתילן גבוהות יותר בהעברה לחיי מדף בשקיות עם חירור גבוה (טבלה 1).

גם רמות ה- CO_2 בשקיות שהיו גבוהות בזמן ההבחלה, הלכו וירדו. במעבר לקרור מההבחלה היתה הירידה הרבה ביותר. בשקיות עם הסופחים (CaO) רמת ה- CO_2 היתה נמוכה מאשר ללא סופחים (טבלה 1). דבר שמצביע על יכולת ספיחת CO_2 , גם במשך ההבחלה וגם באחסון, ע"י קלציום אוקסיד. רמת החמצן בכל הטיפולים הלכה ועלתה עם האחסון בקור והתיצבה על קרוב ל 20% (הפוך ל- CO_2) (טבלה 1).

טבלה 1: השפעת האריזות השונות על רמות אתילן (ח"מ), CO_2 וחמצן (%), בזמן תהליך ההבחלה ב- 20 מ"צ של פוארטה ובאחסון לאחר מכן (15 ימים) ב- 5 מ"צ ועוד יום ב- 20 מ"צ בחיי מדף.

יום ב 20 מ"צ	ימים ב 5 מ"צ				הבחלה יום ב 20	טיפול/יום
19	15	11	5	1	0	
פחמן דו חמצני (%)						
13.57	3.05	3.07	3.95	4.60	16.37	XF L
10.20	0.79	0.87	0.97	1.28	13.09	XF H
11.40	2.14	2.28	1.63	1.28	10.56	XF L + CaO
9.06	0.43	0.51	1.08	1.03	10.45	XF H + CaO
חמצן (%)						
6.12	17.11	18.50	18.26	18.45	6.16	XF L
10.70	19.28	20.53	20.41	20.50	10.32	XF H
8.38	18.11	19.23	19.82	20.67	8.11	XF L + CaO
12.44	19.59	20.66	20.29	20.96	12.33	XF H + CaO
אתילן (ח"מ)						
4.10	0.09	0.02	0.31	7.42	191.9	XF L
5.50	0.06	0.04	0.15	2.33	192.4	XF H
3.72	0.07	0.09	0.17	1.91	209.2	XF L + CaO
5.68	0.04	0.05	0.09	1.87	210.3	XF H + CaO

לאחר יום בחיי מדף ב- 20 מ"צ נפתחו השקיות, כל הפירות הארוזים היו מוצקים וללא כל נזקים (טבלה 2). רק בפרי חשוף שקיבל אתילן ונשאר חשוף במהלך האחסון בקור, רמת הנזקים בקליפה היתה גבוהה יותר. יתכן שהפרי החשוף ניזוק יותר בגלל לחות נמוכה בחדר ההבחלה, אשר נמנעה בפרי הארוז. מעניין לציין שפרי הבקורת לאחר 5 ימים בחיי מדף היה רך מהפרי המובחל. הדבר נובע כנראה מהעובדה שפרי זה שהה למשך 24 שעות בחדר 20 מ"צ שיתכן והאיץ מאד את תהליך ההבשלה (טבלה 2). פרי זה היחיד שהתרכך לאחר 5 ימים, כל השאר היו עדיין מוצקים למגע.

טבלה 2: השפעת טיפול באתילן על מדדי מוצקות (1-10) והחמות חיצוניות (1-10) בקליפה של פרי פוארטה, ארוז בפילם XF עם וללא סופחי CO_2 . הבדיקות נעשו לאחר יומיים וחמישה ימים בחיי מדף ב- 20 מ"צ. הפרי טופל באתילן לפני האחסון בקור למשך 19 יום ב- 5 מ"צ. התוצאות הם ממוצעים של מדדים שהתקבלו מ- 3 קרטונים עם 16 פירות בכל קרטון $\pm \text{SE}$.

לאחר יומיים חיי מדף		לאחר 5 ימי חיי מדף		טיפול
מוצקות (מדד)	החמות (מדד)	מוצקות (מדד)	החמות (מדד)	
9.47 ± 0.38	0	8.31 ± 0.14	0.09 ± 0.03	XF L
8.00 ± 0.36	0.05 ± 0.03	5.92 ± 0.46	0.69 ± 0.39	XF H
9.35 ± 0.30	0.21 ± 0.20	6.42 ± 0.61	0.76 ± 0.62	XF L + CaO
8.64 ± 0.36	0.12 ± 0.08	6.00 ± 0.36	0.31 ± 0.33	XF H + CaO
8.60 ± 1.17	0.14 ± 0.14	1.64 ± 0.21	0.71 ± 0.07	בקרת חשוף
6.87 ± 0.33	2.57 ± 0.49	5.56 ± 0.28	4.27 ± 0.65	אתילן חשוף

לאחר 7 ימי חיי מדף, הפרי נבדק למוצקותו בעזרת מכשיר שטילון (התוצאות לִטְאוּ בניוטון-N) ונחתך לבחינת רמת ההשחרות הפנימיות. כל הפירות בכל הטיפולים היו רכים ומוכנים לאכילה, ההבדלים במוצקות בין הטיפולים היו קטנים. בכל הטיפולים המוצקות היתה מתחת ל-10 N, כאשר פרי הבקורת היה רך ביותר 4.1 N. למרות שכל הפירות היו רכים נמצא הבדל משמעותי ברמת ההשחרות הפנימיות. הפרי שקיבל טיפול באתילן ולא היה ארוז באריזת XF ניזוק בצורה הקשה ביותר, ואילו הפירות שלא קיבלו אתילן ואלו שקיבלו אתילן אך נשארו באריזת ה-XF היו כמעט ללא השחרה פנימית. (טבלה 3).

טבלה 3: השפעת האריזות השונות על מוצקות הפרי (N) ומידת ההשחרה הפנימית באבוקדו מין פוארטה לאחר 7 ימים בחיי מדף ב-20 מ"צ. הפרי טופל באתילן ב-20 מ"צ לפני האחסון בקור למשך 19 יום ב-5 מ"צ. הבקורת ללא אתילן הושארה יום אחד ב-20 מ"צ לפני האחסון בקור. התוצאות הם ממוצעים של 16 פירות \pm SE.

טיפול	מוצקות (N)	השחרות פנימיות (%)
XF L	6.75 ± 0.89	0
XF H	6.18 ± 1.15	14.3
XF L + CaO	8.13 ± 3.23	14.3
XF H + CaO	6.19 ± 0.97	0
בקרת חשוף	4.10 ± 0.83	0
אתילן חשוף	6.33 ± 1.19	61.5

מסקנות:

1. אפשר לתת טיפול באתילן לפרי פוארטה ארוז ב-XF מחורר, האתילן חודר לשקית ללא בעיות וגם מתנדף ממנה לאחר מכן.
2. הפרי הארוז לא התרכך בצורה מהירה כנראה בגלל כמות ה- CO_2 שהצטברה בשקיות במהלך ההבחלה ובהמשך במהלך האחסון ב-5 מ"צ.
3. קלציום אוקסיד (3 גר') ספח במעט את כמות ה- CO_2 שהצטברה בשקית עם 4 קג' פרי.
4. האריזה ב-XF עם רמת חירור נמוכה ללא סופחי CO_2 , היתה הטובה ביותר למניעת ההשחרה הפנימית של פרי מובחל באתילן. אחרי יומיים, 5 ו 7 ימים בחיי מדף היתה רמת ההחמות הפנימיות אפסית. באריזה זו נשמרה רמה של כ-3% CO_2 ורמת החמצן נשארה גבוהה (18%), במשך רב זמן האחסון בקור.
5. בפרי שטופל באתילן ונשאר חשוף הן במשך הטיפול והן אח"כ באחסון בקור נמצאה הרמה הגבוהה ביותר של נזקים והשחרות פנימיות.

בניסוי שני בחנו אחסון פרי מזן פוארטה, שעבר טיפול במים חמים, באריות XF כאשר המידגם כלל פירות גדולים - 12 פירות בארגז של 4 ק"ג ופירות קטנים - 16 פירות בארגז של 4 ק"ג. טיפולי המים חמים ניתנו ב- 22.11.96 וב- 25.11.96 בבית האריזה בצמח לפירות פוארטה מגודל 12 וגודל 16. גודל 12 או גודל 16 הכוונה לקרטון יצוא עם 12 או 16 פירות בהתאמה במשקל כולל של 4 ק"ג. כל הפירות לאחר טיפולי המים החמים עברו צינון.

עמי קינן מביא"ר צמח, ארז בביא"ר את הפירות לאחר טיפולי מים חמים ודינוג, בשקיות XF 100 או XF 120 מחוררים ברמת חירור בינונית. טיפולי המים החמים נעשו בהרשה חמה על המערך למשך 15 שניות. בחלק מהטיפולים הוספה שקית אחת של סופח אתילן (RETARDER) במשקל 7 גרם לשקית. הפרי הובא למחלקה ב- 25.11.96 ואוחסן ב- 5 מ"צ למשך 17 יום ואח"כ הועבר לחיי מדף ל- 20 מ"צ.

טיפולים:

1. XF 100 + סופח אתילן, גודל 12, מים חמים 40 מ"צ. תאריך טיפול 22.11.
 2. XF 120 + סופח אתילן, גודל 12, מים חמים 40 מ"צ. תאריך טיפול 22.11.
 3. XF 100, גודל 16, מים חמים 50 מ"צ. תאריך טיפול 25.11.
 4. XF 120, גודל 16, מים חמים 50 מ"צ. תאריך טיפול 25.11.
 5. בקרת חשופה, גודל 16, מים חמים 50 מ"צ. תאריך טיפול 25.11.
 6. בקרת חשופה, גודל 12, מים חמים 50 מ"צ. תאריך טיפול 25.11.
- בכל טיפול היו 3 קרטונים. סה"כ 18 קרטונים.

תוצאות:

האריזה בשקיות XF בפרי מגודל 16, הפחיתה במידת מה את הנזקים בקליפה, אך הגבירה את רמת הרקבונות (טבלה 4). בפרי מגודל 12 שנארז בשקיות עם סופחי אתילן היו יותר נזקים מאשר בבקורת החשופה. התוצאה המשמעותית ביותר שהתקבלה היא העובדה שפרי קטן יותר (גודל 16) יש לו פחות נזקים בקליפה מפרי גדול יותר (גודל 12). תופעה זו התקבלה הן בפרי החשוף והן בפרי הארוז ב-XF. מוצקות הפרי נשמרה יותר בפרי ארוז ב-XF 100 לעומת פרי שנארז ב-XF 120 (טבלה 4).

יש לציין שגודל 12 נארז ב XF עם סופח אתילן ולמרות זאת רמת הנזקים בו היתה גבוהה מרמת הנזקים בגודל 16 ללא סופחים. ניתן לראות בטבלה 4 שבפרי מגודל 12 לא היה יתרון בהפחתת הנזקים לאריזה ב XF לעומת זאת בפרי מגודל 16 חלה הפחתה ברמת הנזקים שהופיעו בקליפה בפרי הארוז ב XF (טבלה 4). גם בנסיונות שנערכו בשנה קודמת מפרי מגרנות בשני מועדי קטיף הראנו שרמת הנזקים והרקבונות שהתפתחה בפוארטה גבוהה יותר בפרי גדול מאשר בפרי קטן (פסיס וחובי 1997)

טבלה 4 : השפעת האריזה בשקיות השונות על מדדי מוצקות הפרי (מוצק=10, רך=1) ורמת הנזקים בקליפה (0=ללא נזק, 10 נזק קשה) כפי שנקבעו לאחר 17 יום ב 5 מ"צ ובתוספת 5 ימים בחיי מדף. הרקבנות הם סה"כ הרקבנות שנמצאו ב- 3 קרטונים של הטיפול. התוצאות הם ממוצעים של מדדים שהתקבלו מ- 3 קרטונים עם 12 או 16 פירות בכל קרטון $\pm SE$.

5 + ימים ב- 20 מ"צ			אחרי 17 יום ב- 5 מ"צ				
רקבון (סה"כ)	נזק (מדד)	מוצקות (מדד)	רקבון (סה"כ)	נזק (מדד)	מוצקות (מדד)	שקית	גודל פרי
1	3.77 ± 0.69	2.90 ± 0.74	1	3.97 ± 0.92	10	XF 100	12
1	4.53 ± 1.49	1.94 ± 0.28	0	2.85 ± 1.29	10	XF 120	12
1	1.42 ± 0.57	5.19 ± 0.67	2	0.52 ± 0.11	10	XF 100	16
4	1.81 ± 1.40	4.42 ± 0.52	1	0.54 ± 0.10	10	XF 120	16
0	2.29 ± 0.78	3.85 ± 0.53	1	1.45 ± 0.58	10	ללא	16
0	3.39 ± 0.96	3.06 ± 0.73	0	2.44 ± 0.27	10	ללא	12

בנסיון שלישי בחנו אחסון אבוקדו מזן האס בחיי מדף בשקיות XF.

המטרה היתה לבחון את איכות הפרי כאשר הפרי ארוז ב XF למשך זמן ארוך בחיי מדף. פירות האס הובאו מביא"ר ממנהדרין בקרטוני יצוא (גודל 16) מהקרור לאחר שהפרי שהה בבית האריזה כ 3-4 ימים ב- 5 מ"צ. הפרי עבר את הטיפול הרגיל בביא"ר כולל דינוג. הפרי ללא כל טיפול פונגצדי מוקדם, נארז עם הבאתו למחלקה בשקיות XF 100 והוכנס שוב לתוך אותם קרטוני יצוא של 4 ק"ג.

נעשו 4 טיפולים, בכל טיפול 3 קרטונים $4 \times 3 = 12$ קרטונים בכל קרטון 16 פירות.

הטיפולים:

1. XF 100 עם מעט חורים. Low micro perforation

2. XF 100 עם רמה בינונית של חורים. Medium micro perforation

3. XF 100 עם רמה גבוהה של חורים. High micro perforation

4. בקורת חשופה

לאחר האריזה הפרי אוחסן מיד בחיי מדף ב- 20 מ"צ ונידגמו ממנו דוגמאות לבדיקת הגזים.

תוצאות:

לאחר יומיים של שהיה ב 20 מ"צ, נקבעו רמות הגזים שהצטברו באריזות השונות בעזרת גז כרומטוגרף. באריזות עם דרגת החירור הנמוכה (LOW) הצטברה כמות ה- CO_2 הגבוהה ביותר של כ 16% ורמת החמצן הנמוכה ביותר של 5% (איור 1). בגלל רמת ה- CO_2 הגבוהה חל עיכוב ברמת האתילן שהצטברה בשקיות (איור 1). רמת ה- CO_2 בחירור הגבוה היתה הנמוכה ביותר (כ- 12%) ורמת החמצן הגבוהה ביותר (10%). רמת ה- CO_2 בדרגת החירור הבינוני היתה בין שניהם. יש לציין שבדרגת החירור הגבוהה והבינונית לא היה הבדל בהצטברות אתילן, בשניהם השיא

הקלימקטרי הופיע לאחר 4 ימים, בעוד שבפרי באריזה עם חירור נמוך השיא הקלימקטרי היה אחרי 6-7 ימים.

הרמה הגבוהה של CO_2 בפרי הארוז בדרגת חירור נמוכה, עיכבה את ההבשלה בחיי מדף. לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ הפרי בשקיות עם דרגת החירור הנמוכה היה במוצקות של 60 ניוטון (N) בעוד שבביקורת החשופה הפרי היה כבר רך במוצקות של 10 N. הפירות שנארו בשקיות XF עם חירור הביניים והחירור הגבוה התרככו מהר יותר מאלו שבחירור הנמוך.

הפירות שנארו באריזת ה-XF בכל רמות החירורים נראו מצוין והיו בעלי מירקס וטעם מצוינים. הפירות בטיפול הביקורת גם כן היו בעלי מירקס טוב וטעם טוב אך הם התרככו כבר אחרי 4 ימים. בנסוי זה נמצא יתרון לפרי ארוז בפילס על פרי חשוף שנשמר בטמפרטורה גבוהה למשך 9 ימים (לא היה נזק לפרי). פרי הבקורת היה כבר רך לאחר 4 ימים ב-20 מ"צ ואילו הפירות הארוזים שמרו על מירקס מצוין גם אחרי 9 ימי חיי מדף.

בכל הקרטונים הארוזים לא הצטברו טיפות מים באריזות כך שבסוף הנסוי, לאחר 9 ימים ב-20 מ"צ, לא הופיעו כלל רקבונות. אי לכך שמרנו מכל טיפול 25 פירות לאחר הפתיחה ביום ה-9 להמשך מעקב על התפתחות הרקבונות. בפירות שנארו ב-XF כמעט ולא הופיעו רקבונות, רק בפרי החשוף הופיעה רמת רקבונות גבוהה (טבלה 5). בכל הטיפולים לא נמצאו כלל החמות פנימיות, מה שמרמז שיתכן וההחמות הפנימיות שמופיעות בציפה הם כתוצאה מהאחסון בקור.

טבלה 5: אחוזי הרקבונות (מתוך 25 פרי שנשארו בכל טיפול) בהאס לאחר 11-13 יום בחיי מדף ב-20 מ"צ. הפירות הארוזים ב-XF היו באריזה עד היום התשיעי, בעוד שהביקורת היתה חשופה מהיום הראשון.

ימים ב-20 מ"צ			טיפול
13	11	10	
4	0	0	LOW 100 XF
4	0	0	MEDIUM 100 XF
12	8	0	HIGH 100 XF
32	16	16	בקורת חשופה

בניסוי הרביעי בחנו את האפקט של סופחי אתילן באחסון האס באריזות XF ו PE ב-5 מ"צ. פרי האס שנקטף ב 27.3.97 הובא ממהדרין ב-28.3.96 מהמיכל ללא כל טיפול ונארו מיד בטמפרטורת הסביבה במחלקה. מיד לאחר האריזה הפרי אוחסן ב-5 מ"צ. כל השקיות של XF או PE היו עם חירור ברמה נמוכה. בחלק מהאריזות הוספו שתי שקיות של סופחי אתילן (במשקל 7 גר' כל שקית) של חברת RETARDER. השקיות עם הפירות נארו בקרטוני יצוא במשקל 4 ק"ג לקרטון.

המטרות היו לבחון:

1. האם ניתן להשאיר את הפרי ארוז בשקיות בחיי מדף, לאחר שהפרי שהה ארוז באחסון בקור.
2. האם ניתן לאחסן פירות האס לזמן ממושך של 5 שבועות בקירור ושהפרי ישאר באיכות טובה גם בחיי מדף.

הטיפולים:

1. 100 XF
2. 100 XF + 2 סופחי אתילן
3. PE בעובי 40μ
4. PE בעובי 40μ + 2 סופחי אתילן
5. בקורת חשופה

בכל טיפול נארוזו 6 קרטונים: 3 קרטונים נפתחו לאחר 3 שבועות בקור ב- 5 מ"צ + 6 ימים בחיי מדף (ב- 20 מ"צ) ואח"כ נשארו פתוחים בחיי מדף ללא אריזה. 3 קרטונים נוספים מכל טיפול נשארו 5 שבועות בקירור באריזה, הועברו לחיי מדף ב- 20 מ"צ ורק שניים מהם נפתחו. השקית בקרטון אחד נשארה סגורה, בחיי מדף, לעוד 6 ימים. נלקחו דגימות של גזים הן בקור והן בחיי מדף.

תוצאות:

רמת ה- CO_2 במשך 3 שבועות בקור ב 5 מ"צ היתה דומה בפרי הארוז ב- XF וב- PE והתיצבה על כ- 10%. באריזות שהכילו סופחי אתילן רמת ה- CO_2 היתה נמוכה יותר בשני סוגי האריזה: כ- 7% באריזות ה- XF וכ- 6% באריזות ה- PE. במשך האחסון ב 20 מ"צ רמת ה- CO_2 עלתה באריזות ה- XF והגיעה ל 18%, בעוד שבאריזות הפוליאאתילן הרמה היתה נמוכה יותר כ- 14%. רמת החמצן היתה נמוכה יותר באריזת ה- PE ללא סופחים, בעוד שבאריזת ה- XF עם וללא סופחים ובאריזת ה- PE עם סופחים, הרמה היתה דומה, בסביבות 14% וירדה בחיי מדף ל 8% (איור 2).

רמת האתילן בכל האריזות בקור היתה נמוכה ביותר, רק במעבר לחיי מדף חלה קפיצה ברמת האתילן והגיעה לאחר 4 ימים ל- 35 ח"מ. באריזות שכללו סופחים רמת האתילן היתה פחותה בהרבה (איור 2).

לאחר 3 שבועות ב- 5 מ"צ ועוד 6 ימים בחיי מדף נפתחו האריזות. הפרי המוצק והירוק ביותר היה הפרי שנארוז באריזת XF עם סופחים. יש לציין שבזן האס אפשר לראות את מידת ההבשלה גם בשינוי הצבע מירוק לשחור. באריזות XF עם סופחים רמת הצבע היתה רק 6 (בסקלה בה 1 = ירוק, 10 = שחור). לעומת זאת בפרי שנארוז ב- XF ללא סופחים התקדמות הצבע היתה מהירה יותר והגיע לדרגה 9. רמת הרקבונות היתה נמוכה בכל הטיפולים כ- 11% ורק באריזת PE עם סופחים רמת הרקבונות היתה גבוהה יותר 23%.

פרי הבקורת היה כבר רך לגמרי לאחר 6 ימי חיי מדף, בעוד שכל הפירות הארוזים בחיי מדף שמרו על מוצקות. הפירות שנארוזו ב-PE עם סופחים וללא סופחים שמרו על מוצקות טובה, לעומת זאת הפרי החשוף היה הרך ביותר, ברמה של 1.5 וצבע מתקדם ברמה 9. פרי שהיה ארוז עם XF + סופחים שמר על המוצקות הגבוהה ביותר לאחר 6 ימים ב 20 מ"צ.

לאחר פתיחת האריזות (בתום 6 ימים ב 20 מ"צ), נשאר הפרי ב 20 מ"צ לעוד 4 ימים (סה"כ 10 ימים). בפתיחת השקיות לאחר 6 ימי חיי מדף הפרי הארוז שמר על מוצקות גבוהה אך לאחר תוספת 4 ימי חיי מדף (10d at 20C) ב-20 מ"צ, כאשר הפרי שהה מחוץ לשקית, חלה התרככות רבה. הפרי שנארוז עם הסופחים הן ב-XF והן ב-PE שמר על מוצקות גבוהה יותר מאשר ללא סופחים.

לאחר 10 ימי חיי מדף (מהם 6 ימים בשקית) רב הפרי היה כבר עם אחוז רקבונות גבוה כ 80%. רקבונות הצד אופינו בעיקר כרקבונות של קוליטטריקום שהיא פטריה לטנטית באבוקדו. בפירות שנארוזו ב-XF, רמת הרקבונות צד היתה 37% ורקבונות העוקץ 40% ואילו באריזות PE רב הרקבונות היו רקבונות עוקץ (71%) כנראה בגלל הלחות הגבוהה יותר שגרמה לרכוז טיפות מים ליד שקע העוקץ (טבלה 6). נראה בברור שתוספת סופחי אתילן הורידה את רמת הרקבונות בפרי הארוז הן ב-XF והן ב-PE. בפרי שנארוז עם סופחים רמת האתילן היתה נמוכה יותר (איור 2), דבר שהאט את ההתרככות לאחר פתיחת השקיות (טבלה 6) ואי לכך רמת הרקבונות שהתפתחה היתה נמוכה יותר. בפירות הביקורת שהיו חשופים במשך כל הקרור וחיי המדף, רמת הרקבונות היתה הגבוהה ביותר, אבל פרי זה היה גם הרך ביותר (טבלה 6). בפירות שנארוז 6 ימים בחיי מדף באריזה (בתוך השקיות) נמצאו החמות רציניות כנראה בגלל הצטברות האתילן ורמת החמצן הנמוכה (איור 2).

מעניין שבניסוי השלישי בו הזן האס נארוז והושאר בחיי מדף (איור 1), רמות האתילן היו גבוהות בהרבה, ורמות החמצן וה- CO_2 היו דומות לאלו שהצטברו בניסוי האס בקירור + חיי מדף. למרות זאת בנסיון שכלל רק חיי מדף לא הופיעו החמות, כנראה בגלל משך האחסון הכללי הקצר. לעומת זאת בפרי הארוז בחיי מדף, לאחר 3 שבועות בקור הופיעו החמות רציניות. מכאן שהאתילן ורמות החמצן הנמוכות ורמות ה- CO_2 הגבוהות משפיעות בצורה שונה על פרי ששהה זמן קצר בקרור (3-4 ימים חשוף כביא"ר) לעומת פרי ששהה זמן ארוך בקרור (3 שבועות ארוז בשקיות).

יש לציין שבפרי הבקורת (ללא זוג או אריזה בשקיות) שנשאר בריא לא הופיעו החמות פנימיות כי חילוף הגזים בפרי זה היו טובים. בפרי הבקורת הופיעו הרבה רקבונות שגרמו להחמות בגלל הרקבון. הרקבון הנפוץ ביותר בפירות הבקורת נגרם על ידי הפטריה קוליטטטריקום המופיעה בעיקר בהזדקנות. כל הפירות הארוזים שמרו על מוצקות גבוהה מזו של פירות הביקורת (טבלה 6), אך העובדה שהפרי נרקב עוד לפני שהתרכך לגמרי בפירות הארוזים מראה שהפרי נחלש ואיבד מעמידותו.

טבלה 6: מדד מוצקות בהאס (10=מוצק, 1=רך) ואחוזי הרקבונות שהתפתחו בפרי לאחר 4 ימים מפתחת השקיות בחיי מדף. אחוזי ההחממות הפנימיות נבדקו בפירות בריאים ללא רקבונות. אחסון הפרי בשקיות XF או PE היה למשך 3 שבועות ב- 5 מ"צ + 6 ימים בחיי מדף ב- 20 מ"צ.

טיפול	רמת הרקבונות (%)			מוצקות (מדד)
	צד	עוקץ	סה"כ	
XF	36.5	40.2	76.7	3.29
XF + סופחי אתילן	23.6	23.0	46.6	4.57
PE	12.1	71.4	83.5	3.62
PE + סופחי אתילן	29.0	18.7	47.7	5.16
בקורת חשופה	52.9	38.1	91.0	1.08

במשך האחסון של 5 שבועות ב- 5 מ"צ, רמת ה- CO_2 בפירות שהיו ארוזים ב- PE בתוספת סופחים היתה המועטה ביותר כ- 5%. הדבר תואם לרמת החמצן הגבוהה יותר באריזה זו בסוף האחסון כ- 15%. במקביל רמת אתילן אפסית נמצאה בפירות הארוזים ב- PE עם סופחים כאשר בפירות הארוזים ב- XF עם סופחים הרמה גבוהה במקצת 0.2 PPM. לאחר 5 שבועות אחסון בקור ב- 5 מ"צ, כל השקיות נפתחו ולא נשארו סגורות באריזה (כמו שנעשה לאחר 3 שבועות). הפירות המוצקים ביותר היו הפירות שאוחסנו עם PE וסופחים. פירות אלו גם לאחר תוספת של 3 ימי חיי מדף באוויר נשארו המוצקים ביותר (טבלה 7). תוצאה זו מוסברת בכך שבאריזה זו נשמרה כל הזמן רמה נמוכה של אתילן בגלל הסופחים ולמרות שרמת ה- CO_2 לא היתה גבוהה נשמרה המוצקות. ההבדלים בין הטיפולים בהתקדמות הצבע לא היו ניכרים (ירוק=1, שחור=10). יש לציין שמוצקות הפרי הארוז ב- XF או ב- PE ללא סופחים היתה זהה לזו של הבקורת לאחר 3 ימים בחיי מדף (טבלה 7).

טבלה 7: השפעת אריזה בשקיות שונות על רמת הרקבונות וההחממות הפנימיות שהתפתחו לאחר 5 שבועות ב- 5 מ"צ, בתוספת 3 ימים ב- 20 מ"צ ו 7 ימי חיי מדף ב- 20 מ"צ לאחר פתיחת השקיות. התוצאות הם ממוצעים משלשה קרטונים, בכל קרטון 18 פירות.

טיפול		רקבון (%)		סה"כ	החמה (%)	קושי (מדד)	צבע (מדד)
צד	עוקץ						
5 שבועות + 3 ימים							
XF	0	23.53	23.53			7.47	7.96
XF + סופחי אתילן	5.88	0	5.88			9.26	6.82
PE	0	32.353	32.35			8.23	8.23
PE + סופחי אתילן	0	0	0			10	4.98
בקורת חשופה	0	2.94	2.94			7.23	7.05
5 שבועות + 7 ימים							
XF	0	66.67	66.67	67.52	4.99	8.89	
XF + סופחי אתילן	2.94	20.58	23.52	21.56	6.26	7.94	
PE	11.76	88.23	99.99	74.96	4.65	9.55	
PE + סופחי אתילן	8.66	14.54	23.2	40.19	8.44	7.13	
בקורת חשופה	2.77	49.49	52.26	88.52	4.44	8.99	

מסקנות

לאחר 5 שבועות אחסון בקור ב- 5 מ"צ ובתוספת 3 ימי חיי מדף, רמת הרקבנות בפרי הארוז ב-XF או ב-PE היתה הגבוהה ביותר. בפירות שנארו עם הסופחים רמת הרקבנות היתה דומה לזו שבבקורת החשופה. לאחר 5 שבועות בקור ו-7 ימי חיי מדף, רמת הרקבנות הנמוכה ביותר היתה ב-PE או ב-XF עם הסופחים (טבלה 7). הדבר תואם לרמות האתילן הנמוכות יותר בטיפולים אלו לעומת שאר הטיפולים. מעניין לציין שרמת ההחמות לאחר 5 שבועות בקור ועוד 7 ימים בחיי מדף היתה נמוכה יותר באריזת XF + סופחי אתילן (21%), לעומת ההחמות (40%) באריזת PE + סופחי אתילן. בכל מקרה, עם הסופחים רמת ההחמות נמוכה בהרבה מאשר ללא סופחים (טבלה 7). תוצאה זו מרמזת שיתכן מאד והאתילן שהצטבר והגיע ל 5-8 ח"מ באריזה בקור של 5 שבועות, הוא הגורם הראשי בגרימת ההחמות ובעידוד התפתחות הרקבנות. גם לאחר 5 שבועות כמו לאחר 3 שבועות בקור בתוספת חיי מדף באריזת PE יש יותר רקבנות עוקץ מאשר באריזת XF כנראה בגלל הצטברות אדי מים ליד העוקץ.

רשימת ספרות

- ניימן ד, אקרמן מ, היימן י, זאוברמן ג, פוקס י, מאיר ש. 1995. אחסון ממושך של פירות אבוקדו מהזן האס בתנאים של אווירה מתואמת. עלון הנוטע 49: 109-118.
- שלום י, שפירא ב, כהן א. 1996. שיפור הצבע באשכולית אדומה סן רייז ובתפוזי טבורי וושינגטון. עלון הנוטע 50: 528-531.
- פסיס ע, וקסלר א, פוקס י. 1997. השפעת גודל הפרי בזן פוארטה על הופעת נזקים ורקבנות באחסון. דו"ח אבוקדו מוגש לקרן המדען מס. 96-1065-402 עמ' 25-27.
- Aharoni N, Aharoni Y, Fallik E, Dvir O, Chalupowicz D, Aharon Z, Copel A, Grinberg S, Alkalai S, Nir MM, Ben-Tzur I. 1997. Effect of modified atmosphere and modified humidity packaging on mango quality. International Congress for Plastics in Agriculture, pg. 99, Tel Aviv.
- Brown GE, Lee HS. 1993. Interactions of ethylene with citrus stem-end rot caused by *Diplodia natalensis*. Phytopathology 83: 1204-1208.
- Chaplin GR, Hawson MG. 1981. Extending the postharvest life of unrefrigerated avocado (*Persea americana* Mill.) fruit by storage in polyethylene bags. Scientia Horticulturae 14: 219-226.
- Flaishman MA, Kolattukudy PE. 1994. Timing of fungal invasion using host's ripening hormone as a signal. Plant Biology 91: 6579-6583.
- Gonzales G, Yahia EM, Higuera I. 1990. Modified packaging (MAP) of mango and avocado fruit. Acta Horticulturae 269: 335-344.
- Joyce DC, Shorter AJ. 1992. Modified atmosphere packaging to extend avocado green life: preliminary investigation. Conference '92 "management into the future", Australian Avocado Growers' Federation Inc.
- Lurie S, Aharoni N. 1997. Effect of modified atmosphere and modified humidity packaging on mango quality. International Congress for Plastics in Agriculture, pg. 106, Tel Aviv.
- Meir S, Naiman D, Akerman M, Hyman JY, Zauberman G, Fuchs Y. 1997. Prolonged storage of 'Hass' avocado fruit using modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology 12: 51-60.

- Oudit DD, Scott KJ. 1973. Storage of "Hass" avocados stored in sealed polyethylene bags. Trop. Agric. (Trinidad) 50: 241-243.
- Pesis E, Weksler A, Aharoni N, Fuchs Y. 1997. Effect of modified atmosphere and modified humidity packaging on mango quality. International Congress for Plastics in Agriculture pg. 93, Tel Aviv.
- Scott KJ, Chaplin GR. 1978. Reduction of chilling injury in avocados stored in sealed polyethylene bags. Trop. Agric. (Trinidad) 55: 87-90.

סיכום לדו"ח תכנית מס. 402-0227-97

מטרת המחקר: פרי אבוקדו סובל מנזקי צינה באחסון בקור. הנזקים מופיעים הן בצורת שקעים שחורים על פני הקליפה והן בצורת האפרות של הציפה. במחקר זה בקשנו ללמוד מהם הגורמים להופעת נזקי הצינה וכיצד ניתן להפחיתם בעזרת שימוש באוירה מתואמת MA.

עיקרי הניסויים והתוצאות: בשנה האחרונה עסקנו בעיקר במציאת אוירה מתואמת בשקיות אשר יאריכו את משך האחסון וימנעו את הנזקים בפוארטה ובהאס. כמו כן בחנו את השפעת האחסון באוירה מתואמת על פרי מובחל באתילן. אוירה מתואמת שנוצרה בשקיות XF ובתוספת סופחי אתילן, היתה יעילה בעכוב הבשלה ובהורדת רמת הרכבונות וההחמות הפנימיות בציפה.

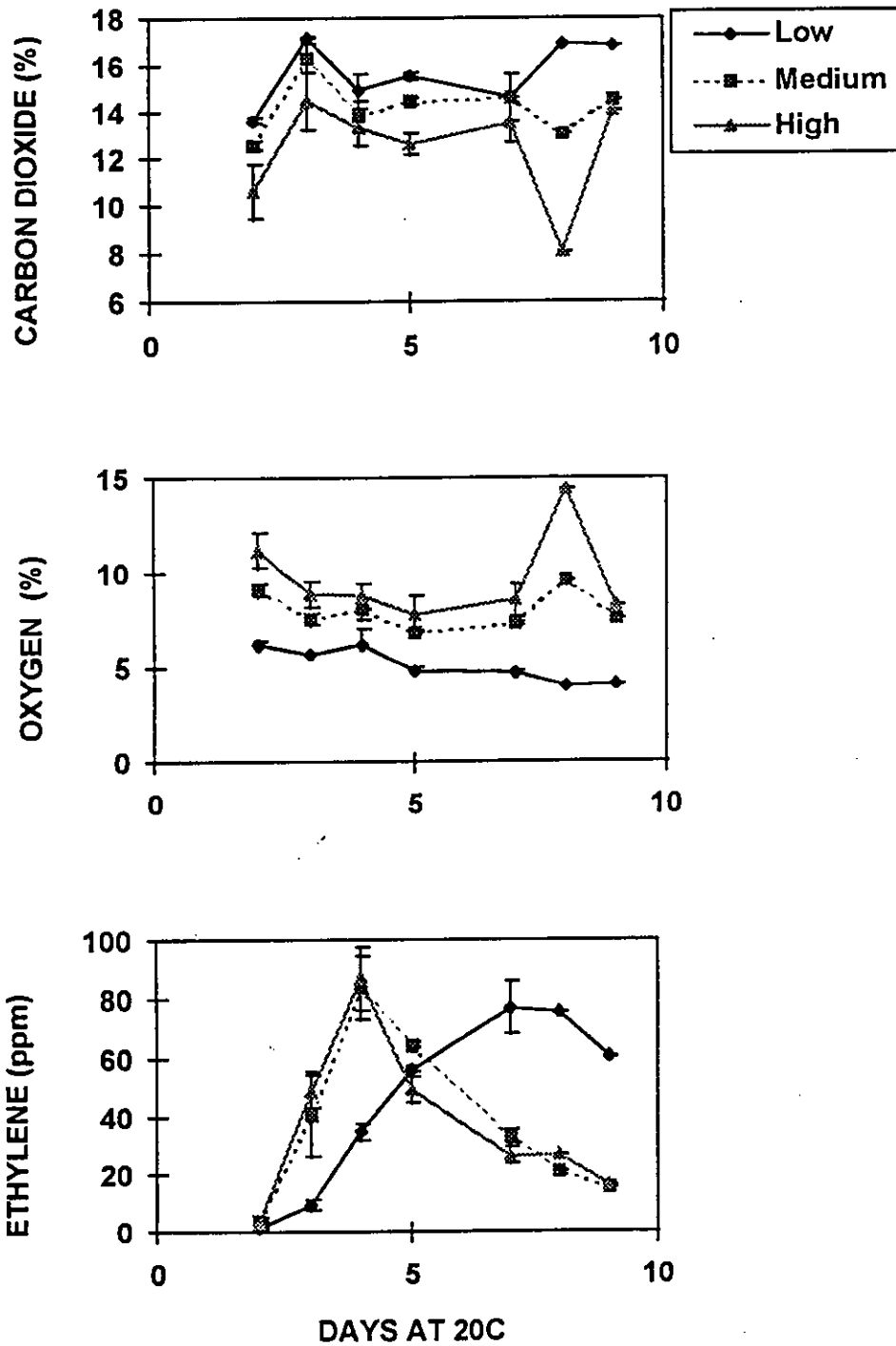
המסקנות המדעיות: לאור התוצאות בשנתיים הראשונות למחקר נראה כי טיפולי חנקן, אתנול וחום, המקדימים את האחסון בקור, אכן מעכבים את הבשלת הפרי ומגבירים את עמידותו בטמפרטורות נמוכות ומונעים התפתחות של נזקי צינה ורכבונות בהשוואה לבקורת ההפחתה בנזקי צינה היתה קורלטיבית לשינויים בפעילות האנזימים האנטיאוקסידטיבים. לאור התוצאות בשנה האחרונה למחקר נראה שגם אריזה מתואמת יעילה בהפחתת נזקי צינה.

הבעיות שנתקו: למרות שהראנו שאוירה מתואמת שומרת על איכות האבוקדו ומפחיתה את הנזקים החיצוניים והפנימיים, יש צורך לישים את השיטה לאריזה בקנה מידה גדול יותר. אנו ארזנו קרטוני יצוא במשקל 4 ק"ג, יש צורך לישים את השיטה של MA במשטחים גדולים דבר שיהיה מעשי יותר ויאפשר שמירה של הפרי ליצוא לאורך זמן.

פרסומים שנבעו מתכנית המחקר

- Faiman D, Pesis E, Goren R. 1995. Effect of acetaldehyde vapors on avocado fruit ripening. Alon Hanotea 49: 472-477.
- Pesis E, Faiman D, Goren R. 1995. Effect of sulfhydryl compounds and acetaldehyde vapor on ethylene production in avocado fruit. World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel. Pg. 124.
- Dori, S., Burdon J.N., Lomaniec, E. and Pesis E. 1995. Effect of anaerobiosis on aspects of avocado fruit ripening. Acta Hort. 379: 129-136.
- Pesis, E., Marinansky-Ben-Arie, R., Faiman D., Goren, R. 1996. Ethylene biosynthesis in mango and avocado as affected by free sulphhydryl groups or acetaldehyde and ethanol vapors. Nato advanced research workshop, Biol. Biotech. of the Plant Hormone Ethylene. Chania, Crete, pg. 73, No. 23.
- Pesis E, Faiman D, Dori S. 1998. Postharvest effects of acetaldehyde vapour on ripening-related enzyme activity in avocado fruit. Postharvest Biol. and Technol. (in press).

איור 1: השפעת אריזה ב- 100 XF עם רמת חירור שונה (HIGH, MEDIUM, LOW), על רכוזי הגזים שהצטברו באבוקדו מזן האס (4 קג) במהלך חיי מדף ב- 20 מ"צ.



איור 2: השפעת אריזה ב- XF 100 או ב- PE עם סופחי אתילן (ABS) וללא סופחי אתילן על רכוזי החמצן והאתילן שהצטברו בשקיות עם אבוקדו מזן האס (4 קג) במהלך האחסון ב- 5 מ"צ ובחיי מדף ב- 20 מ"צ.

