

החברה למחקר ופיתוח קירור ואיסוס פירות ק"ש בע"מ
קרית שמונה 10200
טל. 04-6817421, 6940208 פקס. 04-6940113
www.mop-zafon.org.il
E-mail: fruitlab@netvision.net.il

שיפור כושר השתמרות רימוני 'וונדרפול' באחסון ממושך

דו"ח ניסויים עונת 2004

צוות המעבדה: אוהד נריה, אסיה גיזיס, אלה צבילינג,
דני גמרסני, עדי שרעבי-נוב, רות בן-אריה

יוני 2005

תקציר

נערך ניסוי חצי מסחרי שמטרתו היתה לאמת ממצאי ניסויים מעבדתיים בהם רימוני וונדרפול השתמרו היטב במשך 5 חודשי אחסון בתנאי אוויר מבוקר. פרי מ-3 אזורי גידול (שפלה, שומרון ועמק החולה) הובל במיכלי קטיף למעבדה בקרית שמונה לאחר טבילתם בספורטק 0.2%. הפרי קורר ל-7°C ומחצית המיכלים נעטפו בפוליאיתילן מחורר, לפני הפעלת האוויר המבוקר (2%O₂ + 3%CO₂). בחדר הופעל מערפל אופטיגייד ששמר על לחות יחסית ממוצעת של 92%. בתום 4 חודשי אחסון כל הפרי היה ראוי לשווק, הן במיכלים העטופים והן במיכלים שלא נעטפו. אולם, בתקופת שבוע ימים בחיי המדף איכות הפרי התדרדרה בגין התפתחות צרבון הקליפה, הצטמקות הפרי ועיפוש האבקנים. דינוג הפרי בעת ההוצאה מקירור מנע לחלוטין את הצטמקות הפרי ועיפוש האבקנים ודיכא במידת מה את עצמת התפתחות צרבון הקליפה, כך שעדיין כ-80% מהפרי היה ראוי לשווק. בניסוי מעבדתי, שנערך במקביל לניסוי הנ"ל, נבדקו השפעת CO₂ על התפתחות צרבון הקליפה ואמצעים שונים להפחתת ההפסד במשקל הפרי במהלך האחסון. להעלאת רמת ה-CO₂ באווירה היתה השפעה מסוימת, אך לא מובהקת, להקטנת עצמת הצרבון השטחי. דינוג הפרי לפני האחסון וערפול במהלך האחסון הפחיתו את הפסד המשקל במהלך האחסון בדומה לעטיפת הפרי בפוליאיתילן. אולם לכל שיטה חסרון משלה. הפרי שדונג לפני האחסון איבד ממוצקותו והערפול גרם להסתדקות פירות שנרטבו באופן ישר. לדינוג הפרי אחרי האחסון באוויר מבוקר היו יתרונות וחסרון אחד. החסרון היה בנטיה להגברת שעור הנגיעות בצרבון הקליפה, אך עצמת המחלה היתה קלה. היתרונות היו בשמירת מוצקות הפרי, מניעת הצטמקותו, הענקת ברק נאה לפרי וייבוש האבקנים שהיו מעופשים בעת ההוצאה מקירור.

תודות

לרוני הלל, גל פוקס ומשה פריגן עבור תרומת הפרי לניסויים.

לארנון קיזילשטיין - סייפ-פק בע"מ

לפסח מאור - Bio-Coat קצרון

לקרן המדען הראשי ושולחן מגדלי הרימון

מבוא

תוצאות אשתקד הצביעו על אפשרות אחסון רימון באוויר מבוקר בתנאי מעבדה במשך 5 חודשים. הפרי בחלקו דונג לפני האחסון ובחלקו היה עטוף במהלך האחסון, כאשר בעת הוצאתו מקירור הוסרה העטיפה. על מנת למנוע הצטמקות הפרי עקב הפסד מים במעבר לתנאי הסביבה, ללא עטיפה, נבדקה השפעת הדינוג לאחר הוצאת הפרי מאחסון. נמצא יתרון ברור במראה ובטעם של פרי שאוחסן כשהוא עטוף ודונג לאחר הוצאתו מקירור, בהשוואה לפרי שדונג לפני האחסון. לאור ממצאים אלה, המטרות שהוגדרו לשנת המחקר הנוכחית היו כלהן:

1. לבחון היתכנות אחסון באוויר מבוקר בתנאים מסחריים.
2. לבדוק השפעת ערפול במהלך האחסון על מניעת הפסד משקל והצטמקות הפרי, בהשוואה לעטיפה.

3. לאמת את השפעת הדינוג בתום האחסון בקירור.
4. להאריך, בתנאי מעבדה, את משך האחסון על-ידי העלאת רמת ה- CO_2 באווירת האחסון. לשם כך נערכו שני ניסויים: ניסוי חצי-מסחרי בחדר קירור בנפח 55m^3 וניסוי מעבדתי בתאי קירור בנפח 5.5m^3 .

חומרים ושיטות

ניסוי חצי-מסחרי

מיכלי פרי הובאו למעבדה בקרית שמונה מגדרה (10 מיכלים), מעין עירון (4 מיכלים) ומיסוד המעלה (4 מיכלים) ביום הקטיף (26/10/04) לאחר טבילתם בספורטק 0.2% . המיכלים נשקלו והוכנסו לקירור ל- 7°C . ב-28/10/04 כוסו מחצית המיכלים מכל מטע והחדר נאטם לאחסון באוויר מבוקר. תוך שבוע ימים התייצב הרכב האווירה ונשמר בממוצע $2.3\%\text{O}_2$ ו- $2.7\%\text{CO}_2$. הטמפרטורה בפרי היתה 6.8°C והלחות היחסית בחדר עם מערפל אופטיגייד התייצבה על 88.6% . החדר נפתח בפעם הראשונה ב-16/1/05 ולאחר דגימת פרי נסגר מחדש עד ל-22/2/05. בעת פתיחת החדר נשקלו המיכלים ולאחר מכן נדגמו פירות למעקב אחר איכות הפרי בחיי מדף. בעת הגעת הפרי למעבדה בקרית שמונה, נדגם פרי מ-3 המטעים לעריכת הניסוי המעבדתי, המתאר להלן.

ניסוי מעבדתי

הניסוי היה דו-גורמי לגבי אווירת האחסון (גורם א') ודינוג הפרי (גורם ב'). אווירות האחסון שנבדקו היו: אוויר רגיל, אוויר רגיל+"ערפל יבש" ממכשיר HUMICON של חברת אלקטרוטרם בע"מ (מגדל העמק), אוויר מבוקר $2\%\text{O}_2 + 3\%\text{CO}_2$ (CA3), אוויר מבוקר $2\%\text{O}_2 + 6\%\text{CO}_2$ (CA6), אווירה מתואמת על-ידי עטיפת משטח פרי ביריעת פוליאאתילן (LDPE 0.07 מ"מ) (MA).

הרכב האווירה הממוצע בשני המשטחים העטופים היה כמתואר בטבלה 1 עד לפתיחת אחד המשטחים באמצע ינואר. כמעט ולא היה הבדל בין המשטחים והערכים התייצבו תוך שבועים, ללא צורך בהתערבות חיצונית. בטיפולים CA3 ו-CA6 הפרי היה עטוף. בשני טיפולי האוויר הרגיל ניתנו גם 4 הטיפולים הבאים (גורם ב'):

1. בקורת
2. דינוג בדונג דבורים אורגני BeeCoat לפני האחסון - הטיפול ניתן בריסוס.
3. דינוג בדונג דבורים אורגני BeeCoat אחרי האחסון - הטיפול ניתן בריסוס.
4. דינוג בדונג הדורים "זיודר" של חברת סייפ-פק בע"מ, על-ידי טבילה.

תנאי הטמפרטורה והלחות היחסית בתאי הקירור נתונים בטבלה 1.

טבלה 1 - תנאי הטמפרטורה, הלחות היחסית והאווירה הממוצעים בתאי אחסון הרימון.

הטיפול	טמפרטורת האוויר	טמפרטורת הפרי	לחות יחסית (%)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	אתילן (%)
אוויר רגיל (RA)	6.9	7.2	85-90	20.9	0	96
אוויר רגיל+ערפל יבש (RA+fog)	6.3	8.0	100	20.8	0.1	65
CA3	6.8	6.9	92	2.1	2.7	64
CA6	6.9	7.1	85-90	2.1	5.5	57
אווירת מתואמת (MA)	6.3	8.0	-	10.6	4.6	391

הפרי נבדק להפסד משקל ומראה חיצוני בעת הוצאתו מקירור אחרי 3 ו-4 חודשים ולאחר שבוע ימים ב-20°C. הפרי נפתח ומצבו הפנימי, כולל טעמו, נבדקו בתום חיי המדף.

תוצאות

ניסוי חצי-מסחרי

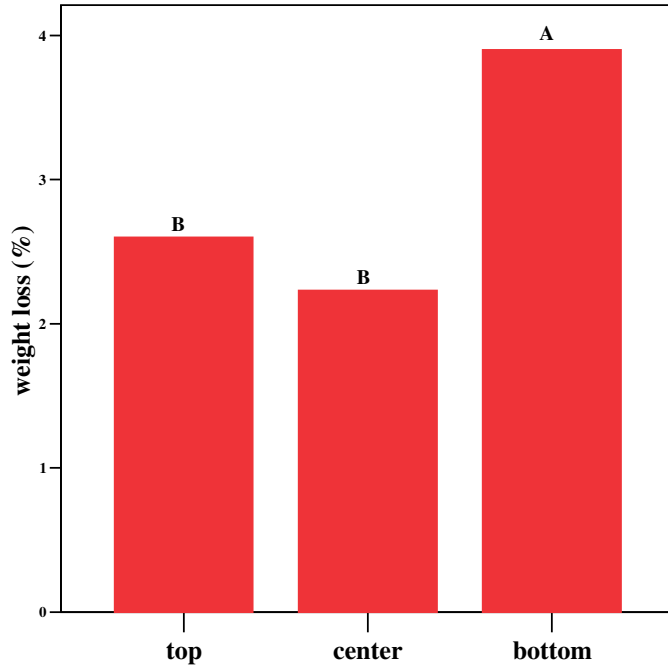
בעת פתיחת חדר האוויר המבוקר ב-16/1/05 להסתכלות על מצב הפרי, נמצא שבמיכלי הפרי העליונים שלא נעטפו, הפרי שנרטב מהערפל ספג מים והתפוצץ (תמונה 1). שכבת הפרי העליונה במיכלים אלה נזרקה והמיכלים הוחזרו לקירור כשהם מכוסים. שאר הפרי במיכלים האמצעיים והתחתונים ובמיכלים המכוסים היה תקין ויפה. החדר הנאטם שוב עד לסוף פברואר.

ההפסד במשקל הפרי נבדק בעת פתיחת החדר הסופית ב-24/2/05, רק במיכלים שהיו מכוסים בניילון. ההפסד במשקל היה פחות מ-5% ועל כן הפרי לא היה מצומק (ציור 1). ברם, למרות שכל מיכל נעטף לחוד (לא בשלשות), נמצא הפרש מובהק בהפסד המשקל בין המיכל התחתון למיכלים שהיה מעליו (ציור 1).



תמונה 1

מראה הפרי מהמיכלים העליונים שספג מים מהערפל.



ציור 1

הפסד משקל של רימוני וונדרפול
לאחר 4 חודשי אחסון, באוויר
מבוקר ב- 7°C, בהתאם למיקום
המיכל בחדר.
A-B עמודות עם אותיות שונות
נבדלות ברמת מובהקות של
.p<0.05

מראה הפרי בעת פתיחת החדר היה נאה וכולו היה ראוי לשווק, למרות שהתחילו להופיע סימנים קלים של צרבון הקליפה בקרוב לשליש מהפירות (טבלה 2). לא נמצאו הבדלים באיכות הפרי במיכלים עטופים ובמיכלים שהיו חשופים לערפול, לאחר שסולקו הפירות המפוצצים בתום 3 חודשי אחסון. במהלך שבוע בחיי מדף שעורי צרבון הקליפה עלו וגם עצמת המחלה גברה, אם כי עדיין לא בהרבה (טבלה 3). פרי שכוסה ביותר מ- 25% משטח פניו בצרבון כבר לא נחשב כראוי לשווק. ההפסד במשקל הפרי גם כן עלה בתקופת חיי המדף וגרם להצטמקות. דינוג הפרי בעת ההוצאה מקירור מנע זאת לחלוטין וכך הביא לשעורים גבוהים יותר של פרי ראוי לשווק. תרומה נוספת של הדינוג למראה הפרי היה ייבוש האבקנים, שכבר לא נראו מעופשים (תמונה 2).

טבלה 2 - איכות רימוני וונדרפול בעת ההוצאה מקירור לאחר 4 חודשי אחסון באוויר מבוקר ב- 7°C.

עטיפת המיכל	צרבון קליפה ממד (1-4)* (%)	הצטמקות (%)	עיפוש אבקנים (%)	פרי ראוי לשווק (%)
-	2.9	1.00	0	80
+	2.8	1.02	0	99
מובהקות (p)	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

* 1 = צרבון קל – עד 25% משטח פרי הפרי . . . 4 = צרבון קשה – מעל 75% משטח פרי הפרי

טבלה 3 - איכות רימוני וונדרפול לאחר שבוע ימים בחיי מדף ב- 20°C, בתום 4 חודשי אחסון באוויר מבוקר ב- 7°C ודינוג בפרי בדונג זיודר לאחר ההוצאה מקירור.

עטיפת המיכל	דינוג	צרבון קליפה (%) מדד (1-4)	הצטמקות (%)	עיפוש אבקנים (%)	פרי ראוי לשווק (%)
-	-	1.4	45a	90a	10b
-	+	1.3	0b	0b	80a
+	-	1.4	74a	76a	20b
+	+	1.3	0b	0b	76a
מובהקות (p)		ל.מ.	0.000	0.000	0.000

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות המצוינת.



תמונה 2 - מראה רימוני וונדרפול לאחר אחסון ב- 7°C באוויר מבוקר (CA3) עם ערפול עד 24/2/05 ועוד שבוע ימים בחיי מדף ב- 20°C.
(+/-) ללא/עם דינוג בסוף האחסון

ניסוי מעבדתי

ההפסד במשקל בניסוי המעבדתי נקבע לפי ירידת המשקל של פירות בודדים (15 פירות ב-3 חזרות). נמצא שהערפול והעטיפה היו יעילים באותה מידה במניעת ההפסד במשקל הפרי במהלך האחסון בקירור (טבלה 4). עם העברת הפרי לחיי מדף ללא עטיפה עלה ההפסד במשקל, שהתווסף לפרי שהיה עטוף או בערפול, מעבר לזה של פרי שאוחסן ערום. את תוספת המשקל ניתן היה להפחית בצורה מובהקת על-ידי דינוג לפני או אחרי האחסון בקירור, זאת במיוחד בעזרת דונג הדריס "זיודר". הדינוג לפני האחסון לא הפחית את ההפסד במשקל הפרי במהלך האחסון (הנתונים אינם מוצגים).

טבלה 4 - הפסד המשקל באחוזים של רימוני וונדרפול במהלך האחסון ב-7°C, בתנאים שונים של לחות יחסית ובחיי מדף לאחר האחסון, בהשפעת דינוג.

מובהקות בחיי מדף (p)	תוספת ההפסד במשקל בחיי מדף (%)			פרי ערום	משך האחסון (חודשים)	משך האחסון תנאי האחסון
	דונג זיודר אחרי אחסון	דונג ביקוט אחרי האחסון	לפני האחסון			
0.000	C2.6bc	B3.4	B4.0	A5.1b	9.4a	RA 3
0.000	C2.2c	B3.4	B4.1	A6.4a	0.7b	RA+ערפול
	-			4.4b	1.0b	MA
0.000	B3.4a			A6.6a	1.4b	CA3
0.000	B3.1a			A5.6ab	1.7b	CA6
	0.001	ל.מ.	ל.מ.	0.000	0.000	מובהקות (p)
0.026	B2.7	A4.4	A5.1	A4.8b	12.6a	RA 4
0.000	B3.2	A5.3	B4.1	A4.5b	1.5b	RA+ערפול
	-			6.0ab	1.8b	MA
0.002	B3.9			A7.3a	1.6b	CA3
0.007	B3.6			A6.1a	2.4b	CA6
	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	0.005	0.000	מובהקות (p)

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות המצויינת.
A-B ערכים עם אותיות שונות בכל שורה נבדלים ברמת המובהקות המצויינת בטור השמאלי.

צרבון הקליפה הופחת הן בשעוריו והן בעוצמתו על-ידי האחסון באוויר מבוקר, בשתי הנוסחאות, אך לא הושפע על-ידי אווירה מתואמת עם חמצן גבוה (~13%) או על-ידי ערפול (ציור 2). הסתמנה אף החמרה לא מובהקת בהשפעת הערפול לאחר 3 חודשי אחסון, אך שעורי הצרבון השתנו במובהק לאחר 4 חודשים. באוויר מבוקר הופחתו שעורי הפגם ועצמתם היתה קלה ביותר. היה יתרון מסוים לאווירה עם רמת CO₂ גבוהה (5.5%) לעומת הנמוכה (2.7%), אולם ההפרשים לא היו מובהקים בשני מועדי הבדיקה. בתקופת חיי המדף לאחר 3 חודשי אחסון הוחמרה עצמת הפגיעה והיקפה גדל במקצת והם הגיעו לרמות שנמדדו בעת ההוצאה מקירור אחרי 4 חודשי אחסון. בתקופת חיי המדף אחרי 4 חודשים, היתה עליה בשעורי הצרבון בפרי מדונג לאחר אחסון באוויר מבוקר, אך לא בעצמת הצרבון אף בהשפעת הדינוג (טבלה 5).

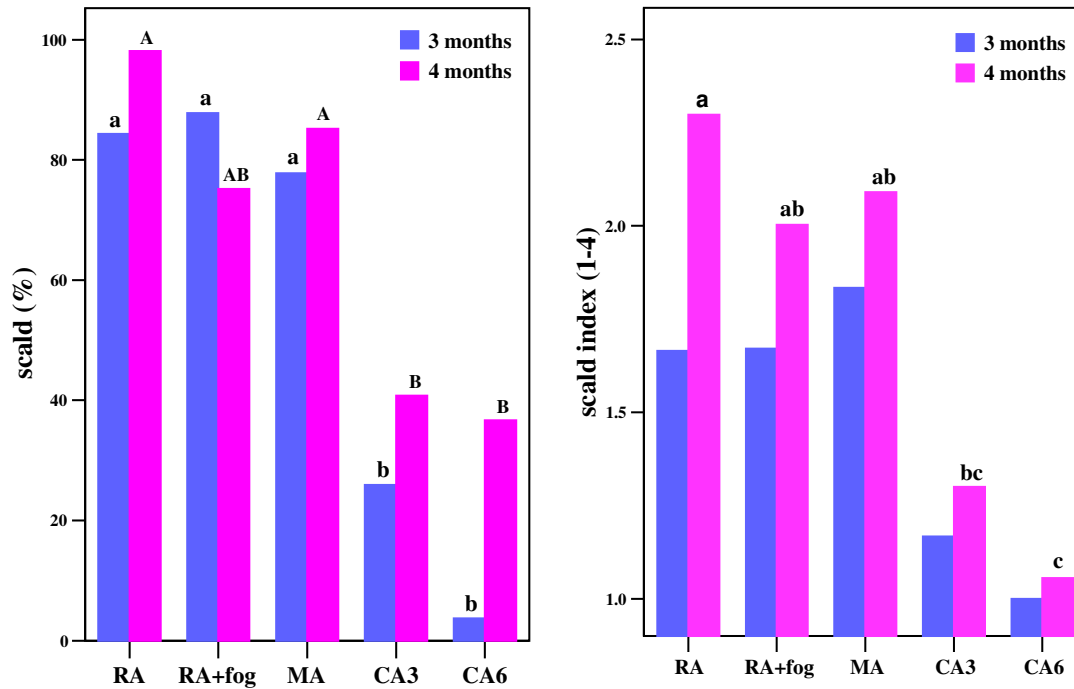
טבלה 5 - שעורי הצרבון הקליפה ועצמתה ברימוני וונדרפול אחרי 4 חודשי אחסון ב- 7°C ולאחר שבוע ימים בחיי מדף ב- 20°C.

מדד צרבון הקליפה (1-4)**			צרבון הקליפה (%)			תנאי האחסון
אחרי חיי מדף	בהוצאה	מקירור	אחרי חיי מדף	בהוצאה	מקירור	
פרי מדונג*	פרי ערום		פרי מדונג*	פרי ערום		
2.9a	2.9a	2.2a	100	83a	100a	RA
2.2ab	2.5a	2.1ab	82	71a	78ab	RA+ערפול
-	1.5b	2.1ab	-	83a	85a	MA
1.7b	1.3b	1.3bc	87	28b	41b	CA3
1.5b	1.3b	1.1c	87	52ab	37b	CA6
0.012	0.005	0.030	ל.מ.	0.010	0.018	מובהקות (p)

* דונג זיודר בתום האחסון.

** 1 = צרבון קל – עד 25% משטח פרי הפרי . . . 4 = צרבון קשה – מעל 75% משטח פרי הפרי

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות המצויינת.



ציור 2 - שעורי צרבון הקליפה (משמאל) ועצמת הפגם (מימין) בעת הוצאת הפרי מאחסון ב-7°C.
 A-B, a-c עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה נבדלות ברמת מובהקות של $p < 0.05$.

בעת ההוצאה מקירור צרבון הקליפה היה הגורם העיקרי לפסילת הפרי לשווק, ואף כשפרי עם דרגת נגיעות קלה נחשב כראוי לשווק בתקופת חיי המדף אחרי 3 חודשי אחסון ואחרי 4 חודשי אחסון, מרבית פרי הבקורת לא היה ראוי לשווק (טבלה 6). הערפול והאחסון באווירה מתואמת העלו במקצת את שעורי הפרי הראויים לשווק, אך לא במובהק. לעומת זאת, בפרי מאחסון באוויר מבוקר למעלה מ-80% היה ראוי לשווק בשני מועדים. שעורי הפרי הרקוב והמצומק היו זניחים. לדינוג אחרי האחסון היה יתרון מבחינת שמירת מראה הפרי המבריק, מוצקותו והפחתת עיפוש האבקנים (תמונה 3, טבלה 7), אך שעורי הפרי הראויים לשווק הופחתו בגלל העליה בשעורי צרבון הקליפה ועצמתה אחרי 4 חודשי אחסון (טבלה 6).

טבלה 6 - שעורי הפרי הראויים לשווק (באחוזים) בעת ההוצאה מקירור ולאחר 7 ימים בחיי מדף ב- 20°C.

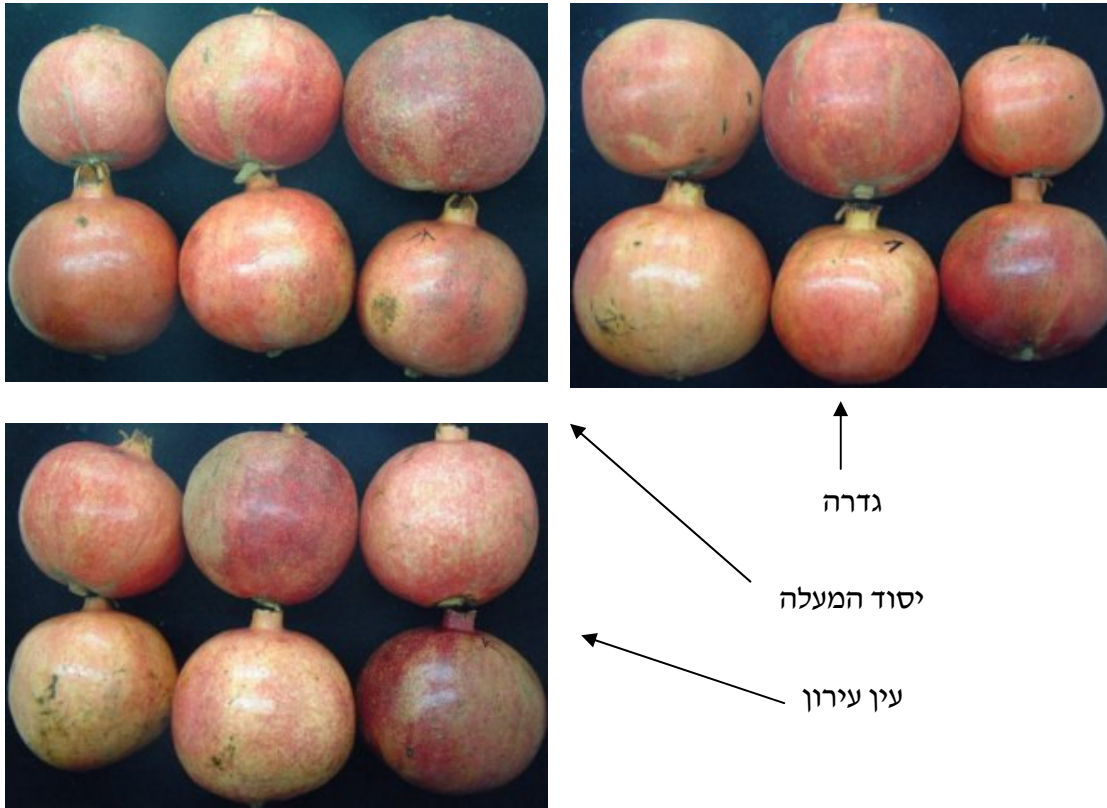
פרי ראוי לשווק לאחר חיי מדף (%)				בהוצאה מקירור (%)	תנאי האחסון	משך האחסון (חודשים)
דונג זיודר אחרי אחסון	דונג ביקוט אחרי האחסון לפני האחסון		פרי ערום			
11b	7	22	0b	73	RA	3
43b	32	33	22b	77	RA+ערפול	
-			33b	44	MA	
93a			83a	96	CA3	
87a			85a	100	CA6	
0.008	ל.מ.	ל.מ.	0.004	ל.מ.	מובהקות (P)	
0	0	0	0c	15c	RA	4
28	29a	31	54ab	41bc	RA+ערפול	
-			24bc	41bc	MA	
58			75a	86ab	CA3	
48			75a	86a	CA6	
ל.מ.	0.037	ל.מ.	0.010	0.009	מובהקות (p)	

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות המצויינת.

טבלה 7 - עיפוש אבקנים (באחוזים) ברימוני וונדרפול אחרי 4 חודשי אחסון בתנאי אחסון שונים, בעת ההוצאה מקירור ב- 7°C ואחרי שבוע ימים ב- 20°C.

מובהקות בחיי מדף (p)	אחרי חיי מדף (%)			פרי ערום	בהוצאה מקירור (%)	תנאי האחסון
	דונג זיודר אחרי אחסון	דונג ביקוט אחרי האחסון לפני האחסון				
ל.מ.	0	22	17	37	76	RA
0.008	0b	3b	22a	22a	56	RA+ערפול
	-			36	63	MA
0.07	0b			75a	71	CA3
0.04	0b			67a	63	CA6
	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובהקות (p)

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל שורה נבדלים ברמת המובהקות במצוינת בטור השמאלי.



תמונה 3 – מראה רימוני וונדרפול לאחר 4 חודשי אחסון + שבוע בחיי מדף
(פרי ערום = שורה עליונה בכל תמונה ופרי מודנג = שורה תחתונה בכל תמונה).

טעם הפרי

חלה ירידה בטעם הפרי הכולל מחודש שלישי לחודש הרביעי באחסון (טבלה 8). אחרי 3 חודשי אחסון נמצא יתרון קל לפרי מדונג אחרי אחסון באוויר מבוקר ברמת ה- CO_2 הנמוכה, אך היתרון פג אחרי 4 חודשי אחסון. דינוג הפרי אחרי האחסון לא השפיע על טעם הפרי או על תכולת תוצרי הנשימה האנאירובית - אצטאלדהיד ואתנול.

טבלה 8 - טעם פירות וונדרפול בתום שבוע בחיי מדף 20°C אחרי אחסון ב-7°C.

אצטאלדהיד (ח"מ)		אתנול (ח"מ)		מדד טעם (1-10)		תנאי אחסון	משך האחסון (חדשים)
פרי ערום	פרי מדונג	פרי מדונג	פרי ערום	פרי מדונג	פרי ערום		
11	12	457	664	8.7	8.8	RA + ערפול	3
18	9	1238	530	9.0	8.7	CA3	
16	16	940	1033	7.8	7.8	CA6	
12	8	691	792	8.0	6.7	RA + ערפול	4
15	12	707	632	8.0	8.0	CA3	
9	16	934	870	7.7	8.5	CA6	
13	13	828	680	8.1	8.1	ממוצעים	

סיכום

על אף הבדלים מובהקים בתכונות הפרי בעת הקטיף בין שלושה מטעים באזורי גידול שונים (שפלה, שומרון ועמק החולה), שהתבטאו בכושר השתמרות שונה של הפרי באחסון באוויר רגיל, התקבל פרי באיכות טובה מכל המטעים לאחר אחסון באוויר מבוקר במשך 4 חודשים. הפגם העיקרי שהופיע בפרי שאוחסן בקירור רגיל היה צרבו הקליפה. התפתחות פגם זה עוכבה על-ידי שינוי אווירת האחסון - בעיקר הורדת רמת החמצן. להעלאת רמת ה- CO_2 באווירה היתה השפעה מסוימת, אך לא מובהקת, להקטנת עצמת הצרבו השטחי. דינוג הפרי לפני האחסון או ערפול מנעו הפסד משקל במהלך האחסון בדומה לעטיפת הפרי בפוליאאתילן. אולם לכל שיטה חסרון משלה. הפרי שדונג לפני האחסון איבד ממוצקותו והערפול גרם להסתדקות פירות שנרטבו באופן ישיר. לדינוג הפרי אחרי האחסון באוויר מבוקר היו יתרונות וחסרונות. החסרון העיקרי היה בנטיה להגברת שעור הנגיעות בצרבו הקליפה, אך עצמת המחלה היתה קלה. היתרונות היו בשמירת מוצקות הפרי, מניעת הצטמקותו, הענקת ברק נאה לפרי וייבוש האבקנים שהיו מעופשים בעת ההוצאה מקירור. בהמשך המחקר מוצע לבדוק ריכוזי CO_2 גבוהים יותר באחסון, לשפר את טכנולוגיית הערפול ולבחון דינוג לאחר האחסון בדונגים אחרים ו/או בדונג זיודר מדולל.