

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

ניסויים באחסון תפוח

דו"ח לשנת 5-2004

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

ספטמבר 2005

תוכן

	1. מדדי הבשלה לקטיף פרי המיועד לאחסון
4	א. דלישס זהוב
10	ב. פינק לידי
17	2. השפעת סמארט-פרש על איכות הפרי מהזן דלישס זהוב

תודות

לצוות בית הקירור "פרי פסגות".
 לאייל יונאי - "פירות גולן"
 לנוטעים מיראון (נילי פנחסי), אלרום (דיוויד הרמן, שאול נשיץ ונורי מורג), ברעם (רמי וניצן דהן),
 סאסא, אודם, אורטל (יורם), מטולה (משק רזניק) ובוקעתא.
 לחברת "רימיי" עבור תכשיר הסמארט פרש והתמיכה התקציבית.
 לעודד רטנר ושולחן תפוח במועצה הצמחית.
 ולמדען הראשי של משרד החקלאות עבור התמיכה הכספית.

תקציר

מדדי הבשלה לקטיף פרי המיועד לאחסון

דלישס זהוב – מגדלי תפוח עדיין מתלבטים מהו המדד הנכון לקביעת מועד הקטיף, כדי להבטיח שמירת איכות מיטבית במהלך האחסון שנמשך כשנה. מטרת העבודה, שמומנה בתמיכת המדען הראשי של משרד החקלאות, היתה להגדיר מדד(ים) קטיף שיצביע(ו) על חלון הקטיף עבור מספר זני תפוח.

המחקר נמשך 3 שנים בזנים גאלה, סטרקינג, זהוב ופינק לידי. תפוחי גאלה וזהוב נדגמו במטעים בגליל ובגולן 10-11 פעמים, אחת לשבוע עד סוף הקטיף, לבדיקת הפרמטרים הבאים: אתילן ונשימה, עמילן כ.מ.מ. וחומצה, קשיות, צבע זרעים ומשקל. מ-3 הקטיפים האחרונים נלקח פרי לאחסון ב-CA שנבדק בהוצאה מקירור בשלושה מועדים שונים, בהתאם לזן, ולאחר 7 ימים בחיי מדף ב-20°C. בזן סטרקינג נערכה בדיקה דומה רק בשנה אחת, בעקבות כושר ההשתמרות הטוב של הפרי, שלא הושפע ממועד הקטיף גם מעבר לחלון המסחרי המקובל. בזן פינק לידי הוחל בבדיקה רק בשנה האחרונה.

בזהוב נמצא דימיון בין השנים בקצב השתנות מרבית מדדי ההבשלה לקראת הקטיף, למרות שנמצאו הבדלים בולטים, אך עקביים בין מטעי המדגם. בשלוש שנות המחקר בכל מועדי קטיף הפרי לאחסון הוא היה עדיין בשלב פרה-קלימקטרי. למרות זאת נמדדה ירידה באיכות הכוללת של הפרי, ככל שהתאחר הקטיף. לפיכך, חיזוי של מועד המינימום הקלימקטרי על פי נתוני טרום קטיף אינו עשוי לתרום להגדרת מועד הקטיף המיטבי לתקופת אחסון מוגדרת. ברם, בזהוב לא נמצא מתאם טוב בין קצב השתנות המדדים לקראת הקטיף לבין כושר השתמרות הפרי באחסון, שהיה טוב בכל מועדי הקטיף.

בזן גלה קצב הבשלת הפרי המהיר היה דומה באזורי הגידול ושנות הדיגום, וככל שהתקדם מצב ההבשלה התקצרה תקופת האחסון המירבית. המדד המיטבי לקשר בין מצב ההבשלה בקטיף לבין איכות הפרי באחסון היה היחס בין עמילן וקשיות.

פינק לידי

נמצא הבדל בולט באיכות ובכושר השתמרות תפוחי פינק לידי מרמת הגולן ומרום הגליל. הפרי מהגולן היה פחות צבעוני, קטן יותר והבשיל פחות או יותר ביחד עם הפרי מברעם. על פי מועד הגעתו לשיא הקלימקטרי ומבחינת הרכבו הכימי (סוכר, חומצה ועמילן) הוא לכאורה היה פחות בשל, אך כושר השתמרותו באחסון בכל מועדי הקטיף נפל מזה של הפרי מברעם באותם מועדי הקטיף. בקטיף האחרון הפרי משני המטעים כבר עבר את המינימום הקלימקטרי. לרוב לא נמצאו הבדלים בולטים בכושר השתמרות הפרי בין מועדי הקטיף השונים, אך לפרי מהקטיף האחרון בשני המטעים היתה נטיה להתרככות ולהשחמה פנימית רבה יותר. הגורם המגביל את אחסון הפרי היה השחמת ציפתו, שהיתה רבה יותר בפרי מאורטל. לכן, בתנאי אוויר מבוקר שנבדקו חיי האחסון של הפרי מאורטל נמשכו עד פברואר לכל המאוחר ושל ברעם עד מרץ. יתכן שיש מקום לבחון הרכבים שונים של אוויר מבוקר לזן זה.

השפעת סמארט-פרש על איכות הפרי מהזן זלישס זהוב

הטיפול ב-1-MCP בתפוחי זהוב האט את קצב התרככות הפרי באחסון באוויר מבוקר בטמפרטורות אחסון של 0°C עד 2°C ובמהלך חיי המדף לאחר מכן, כנראה כתוצאה מעיכוב בייצור האתילן. לא נמצאו הבדלים בקשיות הפרי בין טמפרטורות האחסון השונות, אף ללא טיפול ב-1-MCP. השהיית הפרי המטופל ב-1-MCP באוויר רגיל לפני האחסון באוויר מבוקר, תוך הורדת טמפרטורה הדרגתית, אף היא לא הגבירה את קצב התרככות הפרי. לעומת זאת, שני טיפולי ההשהייה הפחיתו בצורה מובהקת את שעורי הנזק בקליפת הפרי, שנגרמו בעקבות הטיפול ב-1-MCP, בפרי שאוחסן מיידית בקירור לאחר הטיפול. לא נמצא הבדל מובהק בין השהיה של שבוע ימים ב- 10°C לבין השהיה של שבוע ב- 10°C ועוד שבועיים ב- 4°C , אם כי היתה נטיה לשעור נמוך יותר בטיפול האחרון. בשלב זה, לא ניתן לקבוע אם הפחתת הנזק לפרי נבעה מהורדה הדרגתית של טמפרטורת הפרי או מדחיית הפעלת האוויר המבוקר, או משניהם. מבחינת אפשרות אחסון תפוחי זהוב ב- 1°C , בלחות יחסית גבוהה, ללא עטיפה בפוליאאתילן, נמצא שהפרי אמנם איבד כפול במשקלו, אך עדיין לא הגיע לדרגת הצטמקות נראית לעין. התרומה של 1-MCP בתנאי אחסון אלה היתה בשמירת קשיות הפרי.

1. מדדי הבשלה לקטיף פרי המיועד לאחסון

מתוך הדו"ח המסכם ל- 3 שנות מחקר שהוגש למדען הראשי של משרד החקלאות, ספטמבר 2005

א. הזן דלישס זהוב

לאור תוצאות השנים הקודמות, בהן כושר השתמרות הפרי מזן זה בכל מועדי הקטיף ומכל המטעים היה טוב למדי ולא ניתן היה למצוא ירידה משמעותית באיכות עם דחיית מועד הקטיף, נעשה ניסיון בשנה זו להרע את תנאי האחסון. כלומר, לא היתה הקפדה יתרה על הפעלת האוויר המבוקר תוך 5 ימים מהקטיף, מצב שקורה לעיתים בכורח הנסיבות בבתי הקירור המסחריים. למרות זאת, לא נפגם כושר השתמרות הפרי במשך 9 חודשי האחסון ב- 0°C. להלן מובא סיכום של שלוש שנות המחקר בזן זה, שהוגש כדו"ח מסכם למדען הראשי של משרד החקלאות שתמך בנושא זה.

בשנת המחקר הראשונה, נאספו 78 מדגמי פרי (כ- 25 ק"ג) מחלקות מטע שונות במטעי רמת הגולן (22) ומרום הגליל (18) ב- 2 או 3 מועדי קטיף. נבדקו מדדי הקטיף של הפרי בכל מדגם והפרי אוחסן בתנאי אוויר מבוקר לבדיקה כעבור כ- 30, 35 ו- 40 שבועות. לגבי כל מדגם נקבע משך האחסון המרבי על פי מדד האיכות הכוללת (טבלה 1.1) והערכים שנתקבלו הושוו למשך האחסון החזוי על פי נתוני הקטיף בהתבסס על המודל שהוצע בתקופת המחקר הראשונה (99-1997).

טבלה 1.1 - המדדים והערכים לחישוב מדדי איכות מרבית ומינימלית.

המדד	הדירוג	ערך מרבי אפשרי	ערך מינימלי סוף קירור חיי מדף
אגס			
קשיות (ל"יכ)	נקודה לכל ליברה מעל 6	10	4
פרי בריא (%)	נקודה לכל 5% פרי בריא מעל 50%	10	9
ציפה בריאה (%)	נקודה לכל 10% פרי עם ציפה בריאה מעל 50%	5	4
כ.מ.מ. (%)*	נקודה לכל 1% מעל 11%	3	1
טעם (1-10)	נקודה לכל דרגת טעם	10	7
	סה"כ	38	25
			18

* לא נכלל במדד של 2002 עבור ספדונה (ערך מירבי 35, ערך מינימלי 24)

תפוח			
קשיות (ל"יכ)	נקודה לכל ליברה מעל 10	7	4
פרי בריא (%)	נקודה לכל 5% פרי בריא מעל 50%	10	9
ציפה בריאה (%)	נקודה לכל 10% פרי עם ציפה בריאה מעל 50%	5	4
כ.מ.מ. (%)*	נקודה לכל 1% מעל 12%	3	1
חומצה (%)	נקודה לכל 0.1% מעל 0.4%	2	1
טעם (1-10)	נקודה לכל דרגת טעם	10	7
	סה"כ	37	26
			18

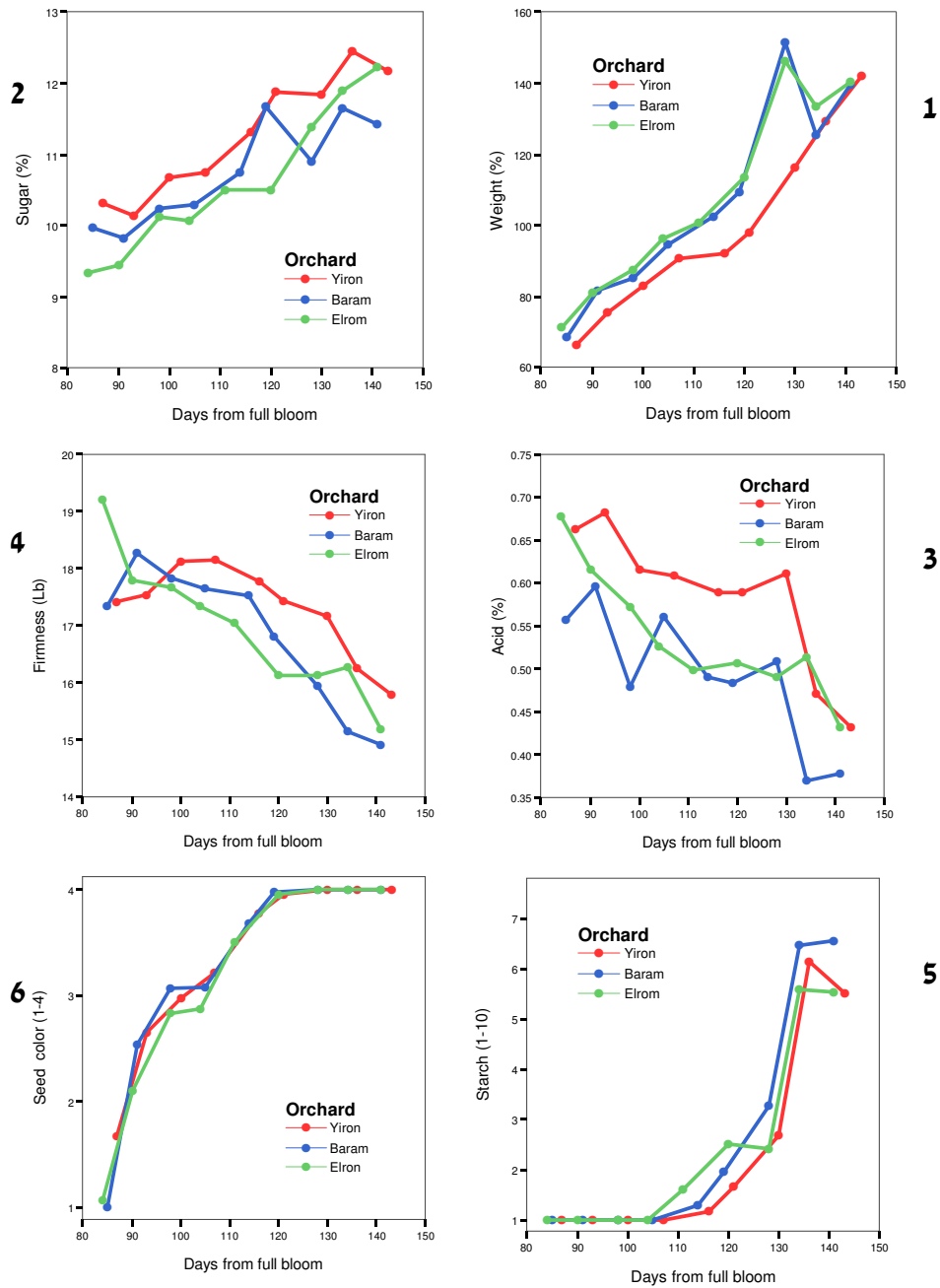
מאחר שהתוצאה לא היתה מספקת, בהמשך נערך ניסוי במתכונת פרטנית עם עצים מסומנים בפרי ממוטעים של אלרום, ברעם ויראון. הדיגום החל מסוף יוני ונערכו 9 קטיפים כולל 3 קטיפים לאחסון. הפרי אוחסן לאחר קירור מהיר ועטיפה בבטנות פוליאאתילן מחוררות ב- 0°C ובאוויר מבוקר (2% CO₂, 1.5% O₂) עד יוני-יולי בשנה העוקבת. מועדי הדיגום, הקטיפה וההוצאה מקירור מתוארים בטבלה 1.2. בדיקות הפרי נערכו בעת הדיגום, בהוצאה מקירור ואחרי חיי מדף. בהוצאה מקירור נבדקו 20 פירות לכל חזרה ושאר הפרי (כ- 30 פירות) לאחר שבוע בחיי מדף ב- 20°C. הבדיקות כללו צבע, קשיות, כ.מ.מ. וחומצה במיץ סחוט בכל המועדים. עד הקטיפה התווספו בדיקות משקל הפרי, צבע הזרעים, פירוק העמילן וקצב הנשימה וייצור אתילן. הערך המרבי האפשרי של מדד האיכות הכוללת הוגדר - 35 והערכים המינימליים בהוצאה מקירור ובחיי מדף 22 ו- 18 בהתאמה.

טבלה 1.2 - מועדי שיא פריחה, קטיפה לאחסון והוצאה מקירור של תפוחי דלישס זהוב במטעי המדגם ב- 3 שנות המחקר.

אלרום (1100 מ')		יראון (800 מ')			ברעם (700 מ')		שיא פריחה	
2003	2002	2004	2003	2002	2004	2003		
29/4	11/4	6/4	25/4	8/4	8/4	27/4	11/4	
4/9	26/8	30/8	2/9	26/8	30/8	2/9	26/8	קטיפה 1
10/9	3/9	7/9	8/9	3/9	7/9	8/9	3/9	קטיפה 2
17/9	10/9	14/9	15/9	10/9	14/9	15/9	10/9	קטיפה 3
18/4	3/4	10/4	18/4	3/4	10/4	22/4	3/4	הוצאה 1
16/5	14/5	-	16/5	14/5	-	-	14/5	הוצאה 2
13/6	3/7	8/6	13/6	3/7	8/6	14/6	3/7	הוצאה 3

על פי הנוסחאות של קוי הרגרסיה שנתקבלו מ- 3 שנות נתונים בין מדדי הקטיפה עם $R^2 > 0.5$ לבין משך האחסון המרבי, חושב משך האחסון המרבי הצפוי עבור כל המדגמים בשנת 2000. ערכים אלה הושוו לתוצאות האיכות הכוללת ב- 3 מועדי הבדיקה, לפיהן נקבע משך האחסון המרבי האמיתי. ב- 74.4% מהמדגמים משך האחסון המרבי האמיתי היה לפחות 300 יום. מתוכם היה חזוי שגוי ב- 5.5% ו- 31.8% מהחלקות בהרי הגליל וברמת הגולן, בהתאמה. בחלקות אלו תקופת האחסון החזויה היתה קצרה מכפי שהיתה בפועל. התוצאות מצביעות על הצלחה יחסית בלבד. הקשיות, כמדד בלעדי, נמצאה כבלתי מספקת הן להתחלת הקטיפה והן להערכת משך האחסון המרבי. העלמות עמילן היתה מדד טוב יותר, והיחס בין שניהם היה מדד החיזוי הטוב ביותר. ברם, גם בעזרת מדד זה היה חזוי מדויק של משך האחסון המרבי רק ב- 50% מהמדגמים שנבדקו. כפי הנראה סיבה לכך נעוצה בשונות הגדולה הקיימת בין השנים, שלא אפשרה בניית מודל מדויק יותר לאחר 3 שנות איסוף נתונים. השתנות המדדים לאורך תקופת הדיגום לפני הקטיפה המסחרי בשנת 2003 מתוארת בציור 1.1 והיא מייצגת די נאמנה את 3 שנות איסוף הנתונים. התקבל דימיון רב בין הפרי מברעם ואלרום בערכים עבור גידול הפרי, התרככות הפרי, פירוק העמילן, הירידה בחומצה והעליה בכ.מ.מ. לעומתם,

בהשוואה, הפרי מיראון היה קטן יותר, קשה יותר עם תכולת כ.מ.מ. וחומצה גבוהה יותר ופירוק עמילן איטי יותר, על אף שמטעי יראון וברעם נמצאים במרחק של כ- 3 ק"מ זה מזה. בהשתנות צבע הזרעים לא נמצאו הבדלים בין 3 המטעים, כשבכולם חל עיכוב בהשתנות צבע הזרעים, במעבר מחום לשחור. בשנת 2002 עיכוב זה חל בין 110 ל- 120 יום משיא פריחה, ובשנים 2003 ו- 2004 העיכוב חל בין 95 ל- 105 יום לאחר שיא פריחה. למרות זאת, קטיף הפרי לאחסון בשנת 2003 התחיל שבוע מאוחר יותר מאשר בשנת 2002 ובשנת 2004 הוא חל בין שניהם. על כן לא נראה קשר בין צבע הזרעים ומוכנות הפרי להתחלת הקטיף. יש לציין שב- 3 השנים לא היה הבדל מהותי במועד שיא הפריחה בשלושת המטעים. לגבי כל מטע חושב קצב השינוי עם התבגרות הפרי לגבי מדדי הקשיות, הכ.מ.מ., החומצה ואחוז הפיזור המוסבר (R^2) שלהם עם הזמן. לרוב לא נמצאו הבדלים בולטים בין המטעים של יראון וברעם, לגבי מדדים אלה ולעיתים היה דימיון גם למטע אלרום (טבלה 1.3). ברם, ההבדלים בין השנים היו גדולים למדי.



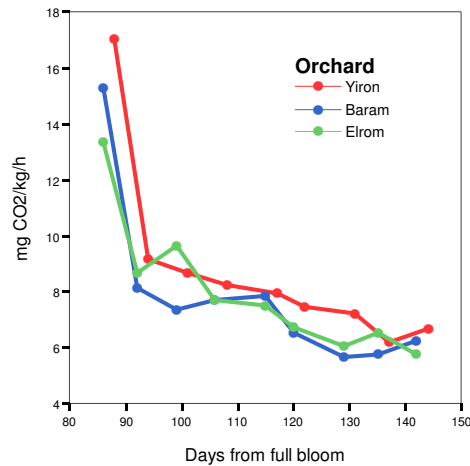
ציור 1.1 - השינויים שחלו בתפוח דלישס זהוב, החל מ- 80 יום משיא פריחה עד לסוף הקטיפים במטעי אלרום, ברעם ויראון.

1. משקל הפרי 2. כ.מ.מ. 3. חומצה
4. קשיות הפרי 5. פירוק עמילן 6. צבע זרעים

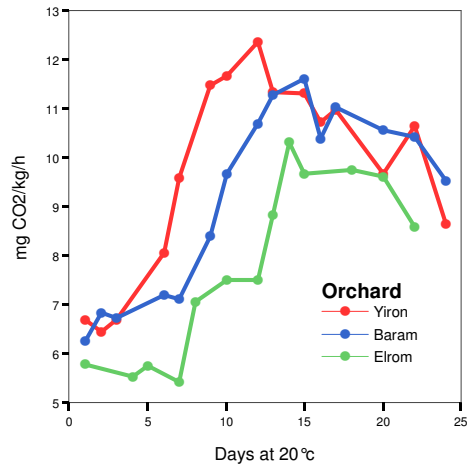
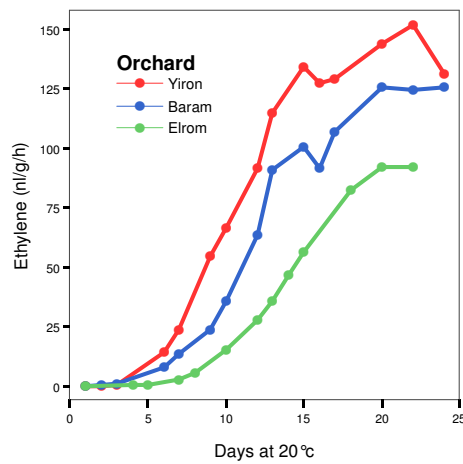
בשלושת המטעים בכל מועדי הקטיפ לאחסון בכל שנה, הפרי עדיין לא התחיל ליצר אתילן ורמת הנשימה היתה מינימלית (ציור 1.2). העליה הקלימקטרית בנשימה וייצור האתילן התחילה אחרי הקטיפ האחרון, בהבדלים ניכרים בין המטעים (ציור 1.3). עצמת הנשימה ורמת ייצור האתילן היו הנמוכות ביותר בפרי מאלרום והגבוהות ביותר בפרי מיראון בכל 3 שנות הבדיקה, אבל מועד הגעת הפרי לשיא הקלימקטרי היה דומה בשלושת המטעים, למרות שבין השנים היו הבדלים ניכרים (טבלה 1.4).

טבלה 1.3 – קצב השתנות של מדדי קשיות, כ.מ.מ. וחומצה בתפוחי זהוב מ-3 מטעים ואחוז הפיזור המוסבר (R^2) [d(days) = ימים].

שנה	מטע	קשיות (ל"ב)		כ.מ.מ. (%)		חומצה (%)	
		R^2	משוואת הרגרסיה	R^2	משוואת הרגרסיה	R^2	משוואת הרגרסיה
2002	יראון	0.81	21.2-0.021d	0.71	8.2+0.031d	0.79	1.25-0.006d
	ברעם	0.74	19.2-0.017d	0.81	6.6+0.037d	0.80	1.00-0.004d
	אלרום	0.66	18.9-0.014d	0.85	5.8+0.039d	0.85	1.23-0.007d
2003	יראון	0.49	20.8-0.030d	0.84	6.5+0.042d	0.64	1.01-0.004d
	ברעם	0.75	23.1-0.056d	0.64	7.1+0.032d	0.57	0.86-0.003d
	אלרום	0.76	23.4-0.057d	0.60	5.0+0.050d	0.42	0.91-0.003d
2004	יראון	0.86	23.4-0.054d	0.55	6.0+0.050d	0.59	0.77-0.003d
	ברעם	0.86	25.5-0.070d	0.68	3.4+0.080d	0.67	0.98-0.004d



ציור 1.2
נשימת תפוחי דלישס זהוב
למחרת דיגום הפרי
במהלך התפתחותו ב-3
המטעים (שנת 2003).



ציור 1.3 - נשימת תפוחי דלישס זהוב (ימין) וייצור אתילן (שמאל) בפרי מקטיפ אחרון (15-17/9/03) ממטעי יראון, ברעם ואלרום.

טבלה 1.4 - מספר ימים עד למינימום הקלימקטרי בעת הקטיף.

שנה	מטע	קטיף 1	קטיף 2	קטיף 3
2002	ברעם	19	12	5
	אלרום	20	13	6
2003	ברעם	28	21	15
	יראון	25	18	12
	אלרום	27	20	14
2004	ברעם	25	16	9
	יראון	25	16	9

הנתונים הנ"ל מצביעים על כך שלמרות שהפרי בקטיף השלישי היה בערכים נמוכים של קשיות וגבוהים לגבי דרגת פירוק עמילן, הוא עדיין לא הגיע לדרגה הפיזיולוגית הנחשבת בספרות כמתאימה לקטיף - כלומר, המינימום הקלימקטרי. עובדה זו יכולה להסביר אולי את כושר ההשתמרות הטוב של הפרי באחסון באוויר מבוקר במשך 9 חודשים, ללא הבדלים מובהקים במדדי האיכות הכוללת בין מועדי הקטיף השונים. על פי רוב איכות הפרי מאלרום היתה ירודה יחסית לפרי מברעם ויראון, בעיקר בגלל התפתחות גומה מרה, ששעוריה לא ירדו מקטיף לקטיף, בניגוד למקובל. לאחר 10 חודשי אחסון התחילו להופיע הבדלים באיכות הפרי בין הקטיפים, אך עדיין הערכים של מדד האיכות הכוללת היו גבוהים בהרבה מהאיכות המינימלית הדרושה לשוק. בנייתו כולל של נתוני הקטיף לעומת מדדי האיכות הכוללת במשך 7 שנים לא נמצא אף מדד או צירוף מדדים שיכול הסביר את כושר השתמרות הפרי באחסון. אפילו המדד של עמילן/קשיות הפרי, שנראה מביטח לאחר איסוף נתונים במשך 3 שנים, לא עמד במבחן ההבדלים בין השנים. הסיבה לכך היא כפי הנראה השפעות אקלימיות על קצב הבשלת הפרי לקראת הקטיף הגורמת להבדלים מובהקים בין השנים לעומת כושר ההשתמרות הטוב של הפרי, כשהוא מאוחסן בתנאים המיטביים הידועים לנו. עם זאת, ניתן היה להבחין בהבדל מובהק בין אזורי גידול הפרי, לגבי כושר השתמרות הפרי באחסון, כאשר איכות הפרי מרמת הגולן היתה ירודה לעומת זו של פרי ממרום הגליל, אם כי שניהם היו מעל למינימום (טבלה 1.5). מעקב אחר נשימת הפרי וייצור אתילן בתקופת חיי המדף בתום תקופת האחסון, לא הצביע על הבדלים בעלי משמעות בין מועד הקטיף במטעים השונים או בין המטעים לבין עצמם (נתונים אינם מוצגים). כלומר, במדידות אלה לא נמצא הסבר להבדלי האיכות בין המטעים, בין מועדי הקטיף או בין משכי האחסון במידה שהיו כאלה. יתכן שזה גם הסבר להעדר מתאמים מובהקים בין מדדי ההבשלה השונים, כפי שנמדדו בעת הקטיף לבין כושר השתמרות הפרי באחסון ואיכות הפרי הכוללת הן בהוצאה מקירור והן בחיי מדף (בן-אריה וחובי 2001, עלון הנוטע עמ' 417-420).

טבלה 1.5 - מדד האיכות הכוללת של תפוח דלישס זהוב לאחר 10 חודשי אחסון ושבוע ימים בחיי מדף (ממוצעים מלפחות 2 מטעים בכל אזור במשך 7 שנים)

מועד בדיקה	גליל	גולן
הוצאה מקירור	26.4a	24.2b
לאחר חיי מדף	24.2b	23.4b

a-b הבדלים מובהקים בין הערכים בנייתו דו-גורמי ($p \leq 0.001$)

ב. הזן פינק ליידי

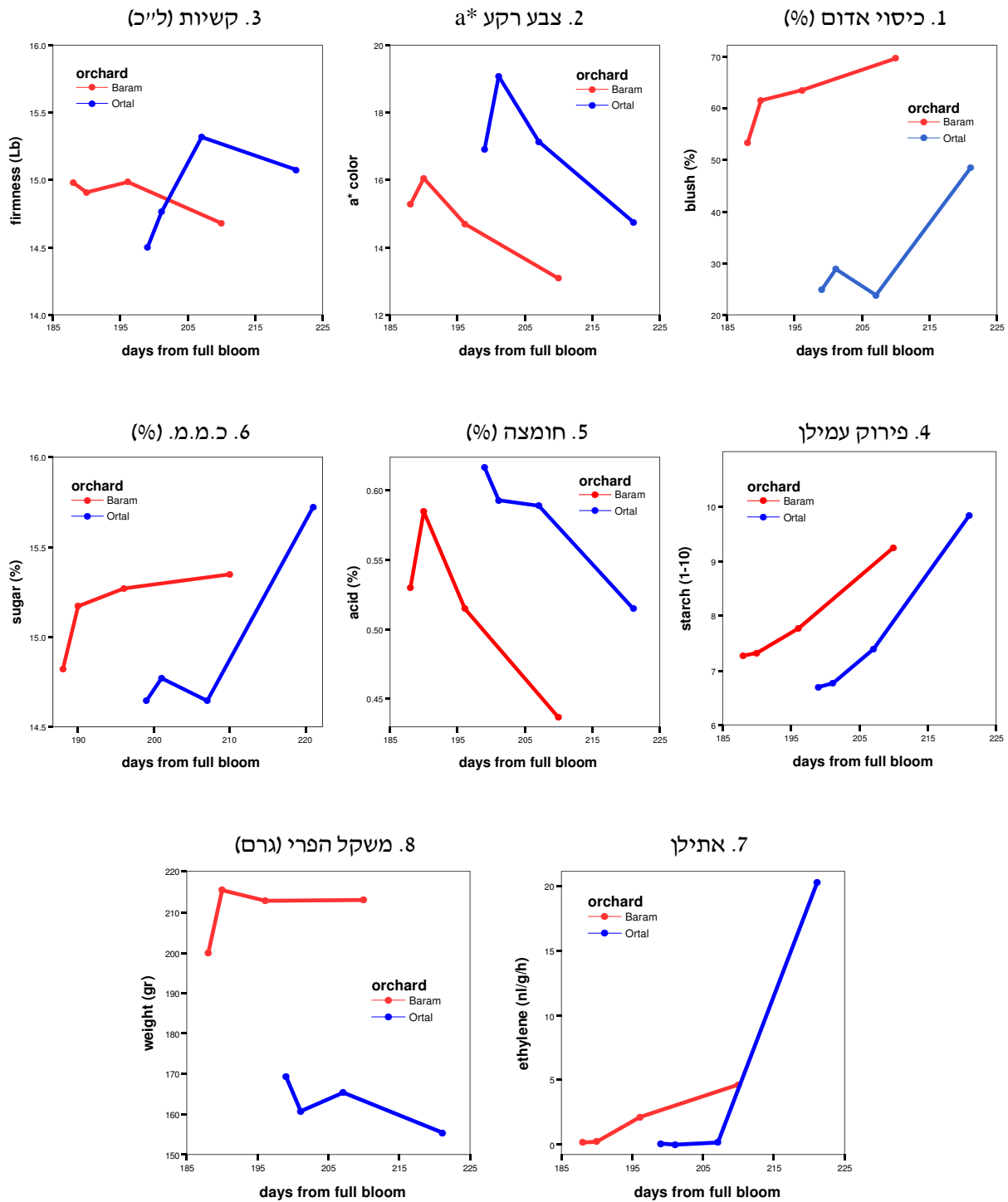
נבדק כושר השתמרות פרי מרמת הגולן ומרום הגליל שנקטף ב- 3 מועדים במשך 4-6 חודשי אחסון באוויר מבוקר. נתוני מטעי המדגם בטבלה 1.6 מצביעים על הבדלים משמעותיים בין המטעים בתנאי הגידול.

טבלה 1.6 - נתוני מטעי הדיגום של תפוח פינק ליידי.

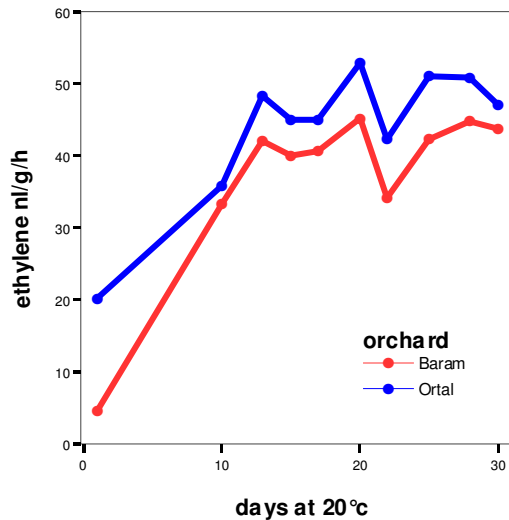
ברעם	אורטל	
700 מ'	1000 מ'	גובה מעל פני הים
EM9	108	כנה
1996	1998	שנת נטיעה
1.5 X 4 מ'	1.5 X 4 מ'	מרווחי נטיעה
ציר/"לספינז"	ציר מרכזי	שיטת עיצוב
טרה-רוסה	בינונית-חרסית 35%	סוג הקרקע
טפטוף - 4 ליטר/שעה	טפטוף	שיטת השקיה
2 3 5 5 4 קוב/ד"יום	2 3 6 6 8 5 קוב/ד"יום	תדירות השקיה
אפריל מאי יוני יולי אוג' ספט'	אפריל מאי יוני יולי אוג' ספט'	
15 יח' חנקן ו- 15 יח' אשלגן לדונם		דישון N
ב- 3 מנות		
12.4.04	1.4.04	מועד שיא פריחה
5.3 טון/דונם	2.5 טון/דונם	יבול 2003
3.7 טון/דונם	1.75 טון/דונם	יבול 2004

הוחל בדיגום פרי לקראת הקטיף ב- 17/10/04 בשני המטעים, כלומר 188 ימים לאחר שיא פריחה בברעם ו- 199 ימים לאחר שיא פריחה באורטל. השתנות מדדי הקטיף ממועד זה עד לסיום הקטיפים לאחסון מתוארת בציור 1.4.

השינוי הלינארי הבולט ביותר בשני המטעים היה פירוק העמילן (ציור 1.4.4) במקביל היתה עליה בכ.מ.מ. (אך לא לינארית) וירידה חזקה בתכולת החומצה, אך באופן מפתיע לא חלו שינויים מובהקים במשקל הפרי בשני המטעים ובקשיות הפרי ממטע ברעם. בקטיף השלישי הפרי מברעם עבר כבר את המינימום הקלימקטרי ובקטיף האחרון מאורטל הפרי היה בקצב הייצור האקספוננציאלי של האתילן (ציור 1.4.7). הפרי הזה הגיע לשיא הקלימקטרי בייצור האתילן בשני המטעים 20 יום לאחר הקטיף (ציור 1.5). לא נמצא הבדל משמעותי בין שני המטעים ברמת ייצור האתילן או במועד השיא.



ציור 1.4 - השינויים שחלו בתפוחי פינק לידי במטעי המדגם החל מ- 17/10/04 עד לסוף הקטיפים לאחסון



ציור 1.5
ייצור אתילן של תפוחי
פינק ליידי לאחר הקטיף
האחרון (8/11) ב-20°C.

הפרי מ-3 מועדי הקטיף הוצא מאחסון בקירור במועדים זהים ועל כן ניתן לערוך השוואה חזותית ולראות הן את השפעת אזור הגידול והן את השפעת מועד הקטיף (תמונה 1.1). איכות הפרי החיצונית במועד זה היתה טובה מאד בשלושת הקטיפים ובשני המטעים (טבלה 1.7, טבלה 1.8). בייצור אתילן לאחר הוצאת הפרי מאחסון לא נמצאו הבדלים בין המטעים וגם לא בין מועדי הקטיף (ציור 1.6). ברם, כשהפרי נחתך, נתגלה שעור גבוה של החמה פנימית בעיקר בפרי מהקטיף האחרון באורטל (תמונה 1.2, טבלה 1.9). לא ניתן לראות השפעה עקבית ומובהקת של מועד הקטיף והמצב לא תמיד הוחמר בתקופת חיי המדף (יש לציין שבכל בדיקה נחתכו רק 10 פירות לחזרה, וכנראה צריך יהיה לבדוק מדגם גדול יותר בכל חזרה בעתיד). מצב הציפה בפרי מאורטל היה כה גרוע בחודש מרץ, שלא היה טעם להמשיך ולאחסן את הפרי הזה. חלה גם התרככות ניכרת של הפרי, שהלכה וגדלה עם התקדמות הקטיף והאחסון. למרות שקרוב למחצית הפרי של ברעם היה גם כן נגוע בהחמה פנימית, אחסון הפרי נמשך עד מאי, ולא חלה עליה נוספת בשעור הפרי הנגוע, אלא רק בהחמרה בעצמת הנגיעות. רק בהוצאה האחרונה חלה התרככות משמעותית של הפרי. לירידה באיכות הציפה התלוותה ירידה בטעם הפרי (טבלה 1.10), שהיה קשור כנראה להתרככות הפרי, אבדן החמיצות והגברת הקמחיות, אך לא לשינוי בכ.מ.מ. מועד הקטיף לא השפיע על טעם הפרי. מבחן טעם הפרי מאורטל נערך רק בפברואר ובמועד זה היה דומה מאד לפרי מברעם.

סיכום

נמצא הבדל בולט באיכות ובכושר השתמרות תפוחי פינק ליידי מרמת הגולן ומרום הגליל. הפרי מהגולן היה פחות צבעוני, קטן יותר והבשיל פחות או יותר ביחד עם הפרי מברעם. על פי מועד הגעתו לשיא הקלימקטרי ומבחינת הרכבו הכימי (סוכר, חומצה ועמילן) הוא לכאורה היה פחות בשל, אך כושר השתמרותו באחסון בכל מועדי הקטיף נפל מזה של הפרי מברעם באותם מועדי הקטיף. בקטיף האחרון הפרי משני המטעים כבר עבר את המינימום הקלימקטרי. לרוב לא נמצאו הבדלים בולטים בכושר השתמרות הפרי בין מועדי הקטיף השונים, אך לפרי מהקטיף האחרון בשני המטעים היתה נטיה להתרככות ולהשחמה פנימית רבה יותר. הגורם המגביל את אחסון הפרי היה השחמת ציפתו, שהיתה רבה יותר בפרי מאורטל. לכן, בתנאי אוויר מבוקר שנבדקו חיי האחסון של הפרי מאורטל נמשכו עד פברואר לכל המאוחר ושל ברעם עד מרץ. יתכן שיש מקום לבחון הרכבים שונים של אוויר מבוקר לזן זה.

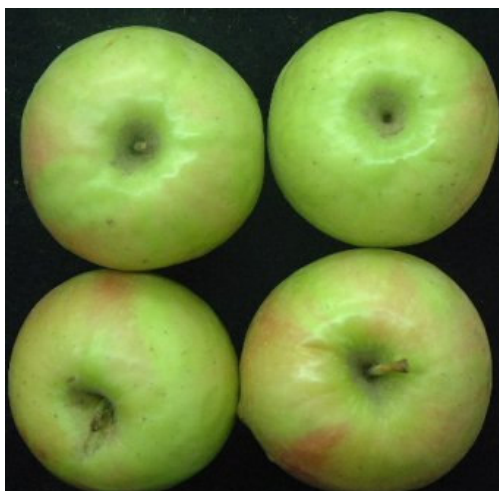
אורטל



ברעם



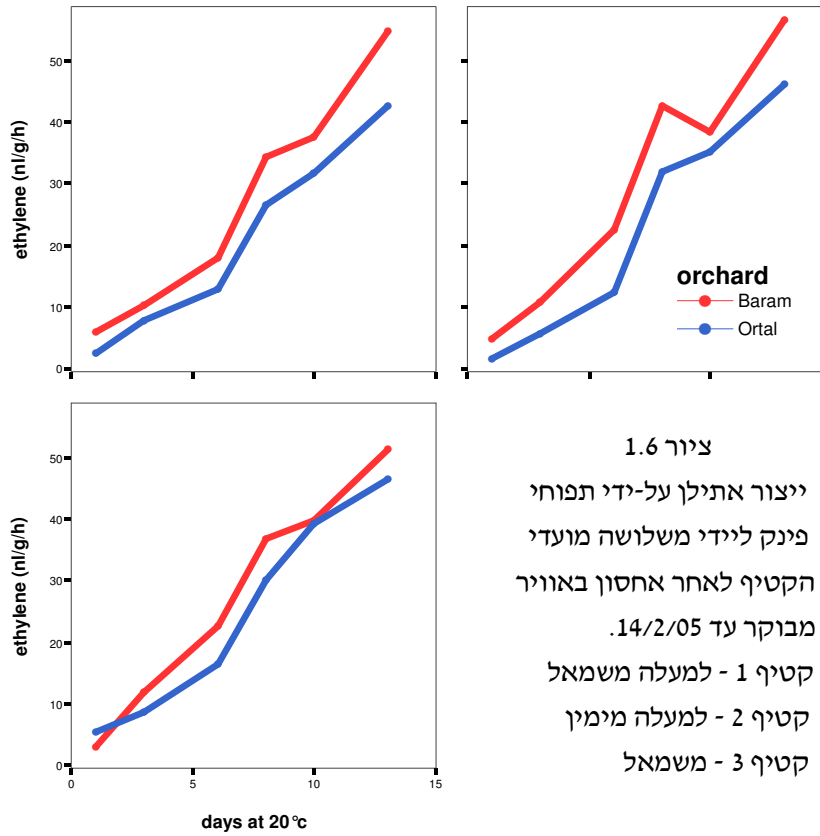
קטיף 1



קטיף 2



קטיף 3



טבלה 1.7 - איכות תפוחי פינק לידי מברעם בהוצאה מקירור באוויר מבוקר ולאחר שבוע בחיי מדף.

אחרי חיי מדף					בהוצאה מקירור					תאריך הוצאה מקירור	תאריך
פרי תקין * (%)	הסתדקות (%)	גומה (%)	רקבון (%)	קשיות (לי"כ) 15.0a	פרי תקין * (%)	הסתדקות (%)	גומה (%)	רקבון (%)	קשיות (לי"כ) 14.8	הקטיף	14/2.05
95	0	0	2.5	15.0a	95	1.7	0	3.3	14.8	19/10	25/10
99	0	0	1.0	15.3a	83	3.3	5.0	6.7	14.9	8/11	27/3/05
93	1.6	1.5	3.4	13.9b	93	3.8	0	3.3	14.4	19/10	25/10
93	0	3.4	0	14.8	97	0	3.3	0	14.0	8/11	9/5/05
86	0	7.1	1.2	14.8	84	1.3	5.0	2.9	14.0	19/10	25/10
87	1.2	5.3	1.1	14.2	82	0	5.4	4.2	14.5	8/11	9/5/05
72	1.1	4.7	17.6	13.6	87	0	1.7	1.7	14.0a	19/10	25/10
67	0	4.4	17.0	13.8	80	0	3.3	0	13.8ab	8/11	
81	3.1	1.3	9.7	13.5	73	1.7	1.7	10.0	13.0b		
מובהקות:											
ל.מ.	0.038	ל.מ.	ל.מ.	0.029	0.013	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	בין קטיפים	
0.000	ל.מ.	0.018	0.000	0.000	0.014	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	בין משכי אחסון	
ל.מ.					ל.מ.					בין מועדי בדיקה	

* החסר ל- 100% כולל פרי עם פגיעות מהמטע.
 a-b ערכים באותו טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$, לאותו מועד בדיקה.

טבלה 1.8 - איכות תפוחי פינק ליידי מאורטל בהוצאה מקירור באוויר מבוקר ולאחר שבוע ימים בחיי מדף.

אחרי חיי מדף					בהוצאה מקירור					תאריך הוצאה מקירור	תאריך הקטיף
פרי תקין * (%)	הסתדקות (%)	גומה (%)	רקבון (%)	קשיות (ל"כ)	פרי תקין * (%)	הסתדקות (%)	גומה (%)	רקבון (%)	קשיות (ל"כ)		
96	0	0	0.8	15.3a	97.5	0	0	1.3	15.4a	19/10	14/2.05
99	0	0	0.9	15.3a	97.5	0	2.5	0	15.3a	25/10	
93	4.1	0	2.6	13.8b	97.5	0	0	2.5	14.6b	8/11	
88	0	6.3	0	15.1a	87.5	1.3	3.8	1.3	14.8a	19/10	27/3/05
88	0	7.6	3.9	14.2b	82.5	0	7.5	3.8	14.6a	25/10	
72	0.9	6.0	6.5	13.3c	77.5	0	8.8	5.0	13.7b	8/11	
0.060					0.013					מובהקות:	
0.001					ל.מ.					בין קטיפים	
ל.מ.					0.008					בין משכי אחסון	
0.000					0.043					בין מועדי בדיקה	
0.074					0.014						
ל.מ.					ל.מ.						

* החסר ל- 100% כולל פרי עם פגיעות מהמטע.

a-b ערכים באותו טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$, לאותו מועד בדיקה.



תמונה 1.2 - החמה פנימית בפרי מאורטל בעת ההוצאה מקירור בחודש פברואר

טבלה 1.9 - מצב ציפת תפוחי פינק ליידי בעת ההוצאה מקירור ואחרי חיי מדף.

אורטל				ברעם				תאריך הקטיף	תאריך הוצאה מקירור
התפרקות בחיי מדף		התפרקות בהוצאה מקירור		התפרקות בחיי מדף		התפרקות בהוצאה מקירור			
מדד	(%)	מדד	(%)	מדד	(%)	מדד	(%)		
1.3	17.5	1.0	20.0	1.3	17.5	1.0	7.5	19/10/04	14/2/05
1.1	17.5	1.1	30.0	-	0	-	0	25/10/04	
1.6	57.5	1.0	45.0	1.3	37.5	1.0	2.5	8/11/04	
1.6	47.5	1.4	52.5	1.1	22.5	1.2	35.0	19/10/04	27/3/05
1.4	75.0	1.8	60.0	1.2	35.0	1.3	52.5	25/10/04	
1.3	70.0	1.5	75.0	1.4	40.0	1.4	50.0	8/11/04	
				2.0	52.5	1.3	37.5	19/10/04	9/5/05
				1.5	20.0	1.0	17.5	25/10/04	
				1.0	12.5	1.5	27.5	8/11/04	
								מובהקות:	
ל.מ. 0.053		ל.מ. 0.000		ל.מ. 0.000		ל.מ. 0.000		בין קטיפים	
ל.מ. 0.001		ל.מ. 0.000		ל.מ. 0.000		ל.מ. 0.000		בין משכי אחסון	
ל.מ.		ל.מ.		ל.מ.		ל.מ.		בין מועדי בדיקה	
מובהקות מדד - ל.מ.				מובהקות % - 0.000				בין מטעים	

טבלה 1.10 - טעם תפוחי פינק ליידי מברעם והרכבו הכימי במהלך האחסון בבדיקה לאחר שבוע ימים בחיי מדף.

קמחיות (1-5)	טעם כולל (1-10)	חומצה (%)	כ.מ.מ. (%)	תאריך הקטיף	תאריך הוצאה מקירור
-	-	0.50	15.8	19/10/04	14/2/05
1.8	7.8	0.48	15.6	25/10/04	
2.3	7.5	0.42	15.7	8/11/04	
1.3	8.5	0.43	15.1	19/10/04	27/3/05
1.3	8.3	0.42	15.0	25/10/04	
1.3	9.3	0.45	14.9	8/11/04	
2.0	7.0	0.40	15.4	19/10/04	9/5/05
2.4	7.4	0.39	15.1	25/10/04	
1.6	7.6	0.35	15.0	8/11/04	
ל.מ. 0.068	ל.מ. 0.007	ל.מ. 0.002	ל.מ. 0.004	מובהקות בין קטיפים	
				מובהקות בין משכי האחסון	

2. השפעת סמארט-פרש על איכות הפרי מזן דלישס זהוב

תגובת זן התפוח דלישס זהוב לטיפול בסמארט-פרש נבדקה במשך שנתיים. בשנה הראשונה (2002), פרי שטופל ב- 0.6 ח"מ במשך 12 שעות ב- 5°C התאחסן היטב במשך 9 חודשים באוויר מבוקר ושמר על איכות טובה. יתרון הטיפול בהשוואה לפרי שלא טופל היה בעיקר בתקופת חיי המדף, בה נעצרה התרככות הפרי ונשמרה פציחותו. ברם, בשנה לאחר מכן בניסוי מסחרי, הופיע פגם בקליפת פרי מטופל ב- I-MCP, שהופעתו דמתה לצרבון. גם במקומות אחרים בעולם דווח על תופעה דומה בזן זה, שהוכרה כנזק הנגרם בעקבות חשיפה ל- I-MCP ונמסר על אפשרות להמנע מהתופעה על-ידי האטת קצב קירור הפרי או על-ידי דחיית הפעלת האוויר מבוקר.

בארץ נהוג לאחסן את הפרי ב- 0°C, כשהוא עטוף בפוליאאתילן למניעת הצטמקותו. קיים ענין להמנע מעטיפה על-ידי העלאת טמפרטורת האחסון, שתאפשר השגת לחות יחסית גבוהה. החשש הוא שהפרי יתרכך יתר על המידה בטמפרטורת אחסון גבוהה ועל כן הטיפול ב- I-MCP עשוי לתת מענה לכך. מטרות הניסוי המתואר להלן היו:

1. לבחון אמצעים למניעת הופעת כתמי קליפה בתגובה לטיפול בסמארט-פרש.
2. לאפשר אחסון של הזן בטמפרטורה מעל ל- 0°C, בלחות יחסית גבוהה ללא כיסוי ביריעות פלסטיות.

חומרים ושיטות

בשיא הקטיף המסחרי (7.9.04) נדגמו 270 ק"ג פרי מכל אחד מהמטעים של אודם, בוקעתא, מטולה וסאסא. מצב הבשלת הפרי בקטיף מתואר בטבלה 1.

טבלה 2.1 - מצב הבשלת הרי בעת הקטיף.

חומצה (%)	כ.מ.מ. (%)	עמילן (1-10)	קשיות (ל"כ)	צבע הפרי			המטע
				b	a	L	
0.37	12.6	5.2	14.5	43.3	-23.9	82.9	אודם
0.44	13.5	6.4	14.7	44.8	-23.3	80.9	מטולה
0.49	14.8	4.5	15.4	45.6	-23.9	81.7	סאסא
0.33	13.6	5.5	14.5	43.8	-23.9	80.7	בוקעתא
0.41	13.6	5.4	14.8	44.4	-23.7	81.6	ממוצע

נערך ניסוי דו-גורמי, כאשר כל טיפול ניתן ל- 3 תיבות פרי של 8 ק"ג (חזרות) מכל מטע. הטיפולים היו כלהלן:

גורם A: תנאי יישום הסמארט-פרש

1. בקורת - ללא טיפול; לאחר קירור מהיר הפרי נעטף ונסגר בתא אוויר מבוקר 3 ימים לאחר הקטיף.
2. 1-MCP 0.6 ח"מ ל- 20 שעות ב- 2°C, למחרת הקטיף (טמפרטורת הפרי בשעת הטיפול היתה 1.8°C).
3. 1-MCP 0.6 ח"מ ל- 20 שעות ב- 10°C עם ערפול ובהמשך אחסון ב- 10°C במשך שבוע ימים, לפני קירור הפרי ל- 0°C ואחסונו באוויר מבוקר.
4. 1-MCP 0.6 ח"מ ל- 20 שעות ב- 10°C עם ערפול, העברה ל- 4°C למשך 3 שבועות, לפני קירור הפרי ל- 0°C ואחסונו באוויר מבוקר (רק B1 ו- B2 להלן).

גורם B: טמפרטורת האחסון באוויר מבוקר (1.5%O₂ + 2%CO₂)

1. 0°C - פרי עטוף
 2. 1°C - פרי עטוף ולא עטוף (בבית קירור מסחרי "פרי מטולה")
 3. 2°C - פרי עטוף
- הפרי נבדק לאחר משכי אחסון של 4, 6 ו- 8 חודשים, בעת ההוצאה מקירור (20 פירות לחזרה) ואחרי שבוע ימים בחיי מדף (30 פירות לחזרה).
- בדיקות הפרי כללו הערכת מצב ההבשלה בקטיף (צבע רקע, קשיות, כ.מ.מ., עמילן וחומצה). קשיות הפרי, צבע רקע, איכות חיזונית ופנימית בהוצאה מקירור ואחרי חיי מדף. בהוצאה מקירור נבדקו גם כ.מ.מ. וחומצה ובחיי מדף נבדקו ייצור אתילן וטעם הפרי על-ידי צוות טועמים.

תוצאות

1. נזק 1-MCP

בבדיקה הראשונה אחרי 4 חודשי אחסון ניתן היה להבחין בכתמים אפורים בקליפת הפרי בכ- 13% מהפירות שאוחסנו מידית בקירור לאחר הטיפול, הן ב- 0°C והן ב- 2°C. עצמת הנגיעות היתה קלה והיא נשארה באותה רמה ועצמה בתקופת חיי המדף. כעבור חודשיים עלו שעורי הנגיעות במידת מה, אך מעבר לכך לא השתנו, הן באחסון והן בחיי מדף. בפרי הבקורת לא נצפו אותם כתמים, למעט דרגה קלה ב- 2 פירות שאוחסנו עד מאי ב- 0°C וב- 1°C. לפיכך, התופעה כונתה "נזק 1-MCP". השונות בין מועדי הבדיקה היתה גבוהה ולפיכך מוצגים נתונים ממוצעים מ- 6 הבדיקות שנערכו בפרי בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף (טבלה 2.2). מנתונים אלה ניתן לראות שהגורם שהשפיע על הפחתת הנזק היה הורדת טמפרטורת הדרגתית ודחיית מועד הפעלת האוויר מבוקר. לא היתה חשיבות לטמפרטורה בה הוחזק הפרי לפני הפעלת האוויר מבוקר (4°C או 10°C). כמו-כן, לא היתה חשיבות למשך הדחייה - שבוע או 3 שבועות - עד להפעלת האוויר מבוקר. לאור יעילות הדחייה בהפעלת האוויר המבוקר במניעת נזק 1-MCP, חשוב לבחון את השפעתה על מדדי האיכות האחרים - הפסד משקל, צבע, קשיות הפרי ותכולת הכ.מ.מ. והחומצה.

טבלה 2.2 - התפתחות נזקי 1-MCP בתפוחי זהוב במהלך האחסון בטמפרטורות שונות.

מדד הנזק בקליפת הפרי (1-4)			שעור הפרי הפגום (%)			טיפול לפני האחסון	משך האחסון (חודשים)
2°C	1°C	0°C	2°C	1°C	0°C		
1.5	1.4	2.0	8.8ab	11.3ab	31.3a	CA ← 1°C ב- 1-MCP	6
1.0	1.0	1.3	7.5b	1.3b	6.7b	CA ← 10°C ← 10°C ב- 1-MCP	
0	-	0	0b	-	0b	CA ← 4°C ← 10°C ב- 1-MCP	
ל.מ.			0.034			מובהקות (p)	
1.3	1.5	1.6	19.4abc	21.5ab	32.0a	CA ← 1°C ב- 1-MCP	6 + שבוע
1.3	1.1	1.0	5.7bc	8.1bc	3.0bc	CA ← 10°C ← 10°C ב- 1-MCP	
1.0	-	0	3.3bc	-	0c	CA ← 4°C ← 10°C ב- 1-MCP	
ל.מ.			0.006			מובהקות (p)	
1.4	2.2	2.3	16.0cd	23.8ab	35.8a	CA ← 1°C ב- 1-MCP	8
0	1.3	1.4	0b	6.2b	8.8b	CA ← 10°C ← 10°C ב- 1-MCP	
0	-	1.0	0b	-	1.3b	CA ← 4°C ← 10°C ב- 1-MCP	
ל.מ.			0.071			מובהקות (p)	
2.4	2.2	2.4	13.0ab	11.5ab	16.8a	CA ← 1°C ב- 1-MCP	8 + שבוע
0	1.9	2.0	0b	3.4b	3.4b	CA ← 10°C ← 10°C ב- 1-MCP	
0	-	0	0b	-	0b	CA ← 4°C ← 10°C ב- 1-MCP	
ל.מ.			0.046			מובהקות (p)	

a-c ערכים עם אותיות שונות לכל מדד, בכל מועד בדיקה נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

ל.מ. - לא מובהק

CA - אוויר מבוקר

2. הפסד במשקל הפרי

ההפסד במשקל הפרי בכל הטיפולים ותנאי האחסון היה בשעורים נמוכים או שווים ל- 2.5% במשך 8 חודשי אחסון, ועל כן לא התבטא בהצטמקות הפרי באף מקרה. עם זאת היו הבדלים מובהקים בין עטיפה ללא עטיפה, בין טמפרטורות האחסון ובין טיפול ב- 1-MCP לבין בקורת, כאשר הפרי אוחסן מיד בקירור בטמפרטורת האחסון הסופית (טבלה 2.3).

א. טמפרטורת האחסון - לא נמצא הבדל בין 0°C ל- 1°C בפרי עטוף, אך ב- 2°C הפסד

המשקל בפרי העטוף היה פי 3.5 במוצע, בהשוואה לטמפרטורות הנמוכות יותר.

ב. עטיפת הפרי ב- 1°C הפחיתה את ההפסד במשקל ביותר ממחצית.

ג. טיפול ב- 1-MCP - פרי מטופל איבד באופן מובהק פחות במשקלו מפרי לא מטופל בכל

טמפרטורות האחסון, כאשר נעטף לאחר הטיפול. ללא עטיפה ב- 1°C לא נמצאה השפעה של

הטיפול על ההפסד במשקל.

טבלה 2.3 - ההפסד במשקל הפרי (%) במשך 8 חודשי אחסון באוויר מבוקר בטמפרטורות שונות.

2°C פרי עטוף	1°C		0°C פרי עטוף	טיפול לפני אחסון
	פרי ערום	פרי עטוף		
2.53a	1.96b	0.87a	0.73a	בקורת
1.91b	2.23a	0.42c	0.32b	CA ← 1°C - 1-MCP
2.41a	1.91b	0.72b	0.69a	CA ← 10°C ← 10°C - 1-MCP
2.35a	-	-	0.73a	CA ← 4°C ← 10°C - 1-MCP
2.30	2.03	0.68	0.60	ממוצע
0.003	0.014	0.000	0.000	מובהקות בין טיפולים
-	0.000	-	-	מובהקות בין עטיפות

CA - אוויר מבוקר

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

3. תכולת כ.מ.מ. וחומצה בפרי

שעורי הכ.מ.מ. והחומצה לא הושפעו על-ידי טיפולי ה-1-MCP ולא על-ידי טמפרטורת האחסון (נתונים אינם מוצגים). רמת הכ.מ.מ. עלתה במהלך האחסון והגיעה בממוצע ל- $14.8 \pm 0.6\%$ ותכולת החומצה ירדה והגיעה ל- $0.31 \pm 0.03\%$ אחרי 8 חודשי אחסון.

4. צבע הפרי

הבדלים מובהקים בצבע הפרי נמדדו בעיקר לאחר תקופת חיי המדף בתום הקירור בשלושת המדדים L, a ו-b. מאחר והצבע הצהוב של זן זה הוא החשוב מבחינה שווקית, מוצגים הנתונים של מדד a בלבד (טבלה 2.4).

הטיפול ב-1-MCP לרוב עיכב את התפתחות הצבע הצהוב (ערכים יותר שליליים) וזאת במיוחד כשהאחסון ב-0°C וב-2°C באוויר המבוקר הושהה ל-3 שבועות (טיפול 4). באחסון ב-1°C לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים גם במדדי הצבע האחרים, הן בקירור והן בחיי מדף (חלק מהנתונים אינם מוצגים). אחרי 8 חודשים, בפרי שאוחסן ב-0°C, הטיפול ב-1-MCP עיכב את הצהבת הפרי בכל התנאים, ואילו ב-2°C רק בפרי שטופל ב-1-MCP והושהה בקירור רגיל 3 שבועות לפני הפעלת האוויר מבוקר על עיכוב מובהק בהצהבת הפרי. לעומת זאת, נתקבל עיכוב מובהק ועקבי של התפתחות הצבע הצהוב על-ידי עטיפת הפרי ב-1°C, ללא הבדלים בין הטיפולים: צבע פרי עטוף היה בממוצע 13.8 ± 0.5 וצבע פרי לא עטוף היה בממוצע 10.1 ± 0.46 , אחרי 8 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף.

טבלה 2.4 - צבע קליפת תפוחי זהוב (*a) לאחר שבוע בחיי מדף ב- 20°C בתום 6 ו- 8 חודשי אחסון בטמפרטורות שונות.

טמפרטורת האחסון (°C)			טיפול לפני אחסון	משך האחסון (חודשים)
2°C	1°C	0°C		
-17.3	-16.9	-14.9	בקורת	6
-17.6	-17.8	-15.1	CA ← 1°C ב- I-MCP	
-17.8	-15.7	-16.3	CA ← 10°C ← 10°C ב- I-MCP	
-18.8	-	-15.5	CA ← 4°C ← 10°C ב- I-MCP	
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובהקות בין טיפולים	
	0.000		מובהקות בין טמפרטורות אחסון	
-11.0a	-13.2	-8.7a	בקורת	8
-11.5a	-13.8	-14.2c	CA ← 1°C ב- I-MCP	
-10.4a	-14.5	-13.3bc	CA ← 10°C ← 10°C ב- I-MCP	
-15.6b	-	-11.8b	CA ← 4°C ← 10°C ב- I-MCP	
0.000	ל.מ.	0.000	מובהקות בין טיפולים	
	ל.מ.		מובהקות בין טמפרטורות אחסון	
	0.000		מובהקות בין מועדי בדיקה	

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

CA - אוויר מבוקר

5. קשיות הפרי

בעקבות הטיפול ב- I-MCP, נשמרה קשיות הפרי בכל הטיפולים וטמפרטורות האחסון, באופן מובהק ברמה הגבוהה יותר, בהשוואה לפרי לא מטופל (טבלה 2.5). בעוד קשיות פרי הבקורת הלכה ופחתה ככל שהתארך האחסון ובמיוחד בחיי מדף, קשיות הפרי המטופל כמעט ולא השתנתה לאורך תקופת האחסון ונשארה באותה רמה בתקופת חיי המדף. לטיפול ההשגיה וגם לטמפרטורת האחסון לא היתה השפעה מובהקת על התרככות הפרי המטופל הן במהלך האחסון והן בחיי מדף. טמפרטורת האחסון גם כן לא השפיעה על התרככות פרי הבקורת, שהלך והתרכך באותו קצב, הן באחסון בטמפרטורה מ- 0°C עד 2°C והן בחיי מדף לאחר האחסון.

טבלה 2.5 - קשיות תפוחי זהוב (ל"כ) בהוצאה מקירור ולאחר שבוע בחיי מדף ב- 20°C.

לאחר חיי מדף			בהוצאה מקירור			טיפול לפני		משך האחסון	
2°C	1°C	0°C	2°C	1°C	0°C	האחסון		(חודשים)	
13.0b		12.7c	13.4b		13.4b	1		4	
13.5a		13.7ab	14.2a		13.8b	2			
13.7a		14.1a	14.3a		14.6a	3			
13.7a		13.6b	14.2a		13.5b	4			
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	מובהקות בין טיפולים			
	ל.מ.			ל.מ.		מובהקות בין טמפרטורת אחסון			
12.2c	11.7b	12.0c	12.4b	12.4b	12.7b	1		6	
13.5b	13.5a	13.5b	13.8a	13.7a	13.6a	2			
14.2a	13.4a	14.1a	13.9a	13.8a	13.7a	3			
13.7b	-	13.6b	13.6a	-	13.5a	4			
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	מובהקות בין טיפולים			
	ל.מ.			ל.מ.		מובהקות בין טמפרטורת אחסון			
-	10.8b	11.4c	12.2b	12.0b	12.4b	1		8	
-	14.3a	14.2a	13.9a	14.0a	14.2a	2			
13.8b	14.3a	14.0ab	13.9a	13.9a	14.2a	3			
13.9a	-	13.5b	13.5a	-	13.9a	4			
0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	מובהקות בין טיפולים			
	ל.מ.			ל.מ.		מובהקות בין טמפרטורת אחסון			
	0.021			0.000		מובהקות בין מועדי בדיקה			

a-c ערכים עם אותיות שונות בכל טור לכל טמפרטורה ובכל מועד בדיקה, נבדלים ברמת המובהקות המצוינת.

6. ייצור אתילן

עיינו בהתרכבות הפרי בקירור ובעיקר בחיי מדף נובע כפי הנראה מעיכוב מובהק בייצור אתילן על-ידי כל הפרי שטופל ב- 1-MCP, ללא קשר לטמפרטורת האחסון, משך האחסון או תנאי הטיפול ב- 1-MCP (טבלה 2.6).

טבלה 6 - ייצור אתילן למחרת ההוצאה מקירור ולאחר 7 ימים בחיי מדף (מיקרוליטר/ק"ג/שעה).

**2°C		*1°C		טיפול לפני הקטיף	
7 ימים	יום אחד	7 ימים	יום אחד		
84.1a	28.5a	73.5a	6.4a	בקורת	
1.8b	4.2b	3.9b	0.78b	1-MCP ב- 1°C ← CA	
2.5b	0.7b	4.2b	0.83b	1-MCP ב- 10°C ← 10°C ← CA	
2.5b	0.9b	-	-	1-MCP ב- 10°C ← 4°C ← CA	
0.000	0.000	0.000	0.005	מובהקות (p)	

**, * אחרי 4 ו- 6 חודשי אחסון בהתאמה.

a-b מספרים בכל טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות המצוינת.

7. טעם הפרי

טעם הפרי לרוב לא הושפע על-ידי טיפולי ה-1-MCP או הטמפרטורה למעט בבדיקה אחרי 6 חודשי אחסון (טבלה 2.7). ההעדפה לפרי מטופל ב-1-MCP נבע בעיקר בשל שמירת פציחותו, שהלכה וירדה לאורך האחסון עם עליית קמחיות הפרי. אחרי 4 חודשי אחסון כל הפרי היה פציח ועסיסי ולא ניתן היה להבחין בין הטיפולים ואחרי 8 חודשים כל הפרי היה קמחי. על כן ניתן היה להבחין בהבדל מובהק רק לאחר 6 חודשי אחסון.

טבלה 2.7 - הטעם הכולל של תפוחי זהוב אחרי 6 חודשי אחסון בטמפרטורות שונות ושבוע ימים בחיי מדף ב-20°C.

הטיפול	מדד טעם כולל (1-10)		
	0°C	1°C	2°C
בקורת	7.0bc	6.5c	8.0b
1-MCP	9.0a	8.0b	8.5a

סיכום

הטיפול ב-1-MCP בתפוחי זהוב האט את קצב התרככות הפרי באחסון באוויר מבוקר בטמפרטורות אחסון של 0°C עד 2°C ובמהלך חיי המדף לאחר מכן, כנראה כתוצאה מעיכוב בייצור האתילן. לא נמצאו הבדלים בקשיות הפרי בין טמפרטורות האחסון השונות, אף ללא טיפול ב-1-MCP. השהיית הפרי המטופל ב-1-MCP באוויר רגיל לפני האחסון באוויר מבוקר, תוך הורדת טמפרטורה הדרגתית, אף היא לא הגבירה את קצב התרככות הפרי. לעומת זאת, שני טיפולי ההשהייה הפחיתו בצורה מובהקת את שעורי הנזק בקליפת הפרי, שנגרמו בעקבות הטיפול ב-1-MCP, בפרי שאוחסן מיידית בקירור לאחר הטיפול. לא נמצא הבדל מובהק בין השהייה של שבוע ימים ב-10°C לבין השהייה של שבוע ב-10°C ועוד שבועיים ב-4°C, אם כי היתה נטיה לשעור נמוך יותר בטיפול האחרון. בשלב זה, לא ניתן לקבוע אם הפחתת הנזק לפרי נבעה מהורדה הדרגתית של טמפרטורת הפרי או מדחיית הפעלת האוויר המבוקר, או משניהם. מבחינת אפשרות אחסון תפוחי זהוב ב-1°C, בלחות יחסית גבוהה, ללא עטיפה בפוליאאתילן, נמצא שהפרי אמנם איבד כפול במשקלו, אך עדיין לא הגיע לדרגת הצטמקות נראית לעין. התרומה של 1-MCP בתנאי אחסון אלה היתה בשמירת קשיות הפרי.