

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

קרית שמונה

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

[www.mop-zafon.org.il](http://www.mop-zafon.org.il)

e-mail: [fruitlab@netvision.net.il](mailto:fruitlab@netvision.net.il)

# אחסון תפוח

דו"ח לשנת 2007

צוות המעבדה: דני גמרסני, אוהד נריה, אסיה גיזיס,  
אלה צבילינג, מיכל מעוז-כ"ץ, רות בן-אריה

דצמבר 2008

## ניסויים באחסון תפוח – 2007

### תוכן עניינים

' עמוד	
2	1. יצירת תפוח "זהוב" איכותי
8	2. אחסון באוויר מבוקר דינמי
14	3. השפעת 1-MCP על כושר השתמרות "זהוב" באוויר רגיל ובאוויר מבוקר
26	4. השפעת טמפרטורת היישום על יעילות הטיפול ב-1-MCP בתפוח "זהוב".
29	5. השפעת 1-MCP על כושר השתמרות "פינק לידי".
34	6. השפעת Power על צבע וכושר השתמרות תפוח מזן פינק לידי.
37	7. תכשיר חדש להדברת רקבונות אחסון בתפוח – סקולר
39	8. יעילות מי חמצן להדברת מחלות אחסון בתפוח
42	9. בחינת יעילות התכשיר ד.פ.א גל 30 להדברת צרבון שטחי בתפוח

### תודות

עבור הפרי – נוטעי אלרום, ברעם, דישון, יפתח, מנרה, מרום גולן, עין זיוון, קשת  
עבור המימון – שולחן המגדלים במועצה הצמחית, המדען הראשי של משרד החקלאות, החברות כצ"ט  
בע"מ, מכתשים בע"מ, סייפ-פק בע"מ, י.סמדר בע"מ, עמגל בע"מ, רימי כימיקלים בע"מ.  
בתי הקירור – גליל קירור, פרי פסגות, פירות הגולן. חברת ISOLCELL, איטליה עבור השאלת ציוד.  
עבור התמיכה והעזרה – טל וולף, איציק איתני, אייל ינאי, אריה פלג, ישראל דורון, אלקנה בן-ישר,  
עמוס לוין, יובל עוגני, גלית רדל, משה עגיב, יוסי שטרן.

## 1. יצירת תפוח זהוב איכותי

בשיתוף עמוס נאור, מו"פ צפון

מטרת המחקר הרחב היא לבחון את האפשרות לשיפור איכות תפוח זהוב מבחינת מראה, גודל וטעם על מנת שניתן יהיה לייצא פרי איכותי בעונת הקטיף וזמן קצר אחריו. בשלב ראשון, בעונת 2007, נבדקה ההשפעה של עיתוי הקטיף של פרי מעצים בעומס בינוני, על איכות הפרי בקטיף ובמשך 2 חודשי אחסון באוויר רגיל ב- $0^{\circ}\text{C}$ .

### חומרים ושיטות

חלקת זהוב בחוות מתתיהו, שדוללה לעומס של כ- 6 טון/ד', שמשה לניסוי. במועדי הקטיף הבאים נקטף פרי בגודל אחיד מ-5 עצים שונים בכל מועד (עץ=חזרה): 29.8.07, 4.9.07, 10.9.07 ו-16.9.07. מכל עץ נקטפו 3 תיבות פרי שהכילו כ-50 פירות לתיבה. תיבה אחת שימשה לבדיקות בקטיף ולאחר חיי מדף של שבוע ימים ב- $20^{\circ}\text{C}$ . שתי התיבות הנותרות קוררו במשך לילה ולמחרת נעטפו בשקיות פוליאאתילן (LDPE  $40\mu\text{m}$ ) מחוררות להמשך האחסון ב- $0^{\circ}\text{C}$ . כעבור חודש וחודשיים נבדקה איכות הפרי במדגם של 20 פירות מכל חזרה בעת ההוצאה מקירור ומשאר הפרי לאחר שבוע חיי מדף ב- $20^{\circ}\text{C}$ . בדיקות האיכות כללו מדידת צבע הפרי, קשיות, עמילן (רק בקטיף), כ.מ.מ, חומצה, איכות חיצונית ואיכות פנימית לאחר חיי מדף. נערכו מבחני טעם עם לפחות 8 טועמים. במבחן טעם שנערך לאחר הקטיף, נערכה השוואה בין מועדי הקטיף השונים בו זמנית. במבחן שבוע שבוע ימים לאחר הקטיף האחרון, כאשר הפרי מהקטיפים הקודמים הוחזר ל- $0^{\circ}\text{C}$  בתום חיי המדף ונשמר בטמפרטורה זו עד לעריכת המבחן.

ייצור האתילן על ידי הפרי נמדד ב- $20^{\circ}\text{C}$  לאחר הקטיף ולאחר ההוצאה מקירור במדגמים של 9 פירות לחזרה.

### תוצאות

#### א. מצב הבשלת הפרי בקטיף

השינוי העיקרי שחל במהלך 3 שבועות הקטיף היה ירידה מובהקת בקשיות הפרי מקטיף לקטיף (ציור 1.1). בשאר המדדים השינויים היו פחות בולטים ולא תמיד מובהקים (טבלה 1.1). חלו שינויים מובהקים במדד פירוק העמילן בכל קטיף מהראשון לשלישי. בשיעור החומצה השנוי העיקרי חל בין הקטיף הראשון לשני. לאחר מכן לא היו שינויים מובהקים, אם כי היתה נטיה להמשך הירידה בחומצה כמו גם עליה בשיעור הכ.מ.מ. בצבע הפרי לא נראה שינוי (תמונה 1.1). על פי ייצור האתילן בעת הקטיף, אפילו במועד האחרון הפרי לא הגיע עדיין למינימום הקלימקטרי, אולם בפרי מהקטיף הראשון שהוחזק ב- $20^{\circ}\text{C}$  החלה העלייה הקלימקטרית בייצור האתילן כעבור שבוע ימים. עם זאת, לא הושג השיא הקלימקטרי במשך 4 שבועות לאחר מכן (איור 1.2). במהלך חיי המדף לאחר הקטיף התרכך הפרי במידה שונה בכל קטיף, אך לרוב נשמר הפער המובהק ביניהם (איור 1.1). במבחני הטעם הטועמים לא הבחינו בהבדלים מובהקים בטעם הפרי בין פרי ממועדי הקטיף השונים לאחר שבוע ימים בחיי מדף, אך היתה נטייה לירידה בעסיסיות ובפציחות במקביל להופעת קמחיות בקטיף האחרון (טבלה 1.2).



קטיף 2

קטיף 1



קטיף 4

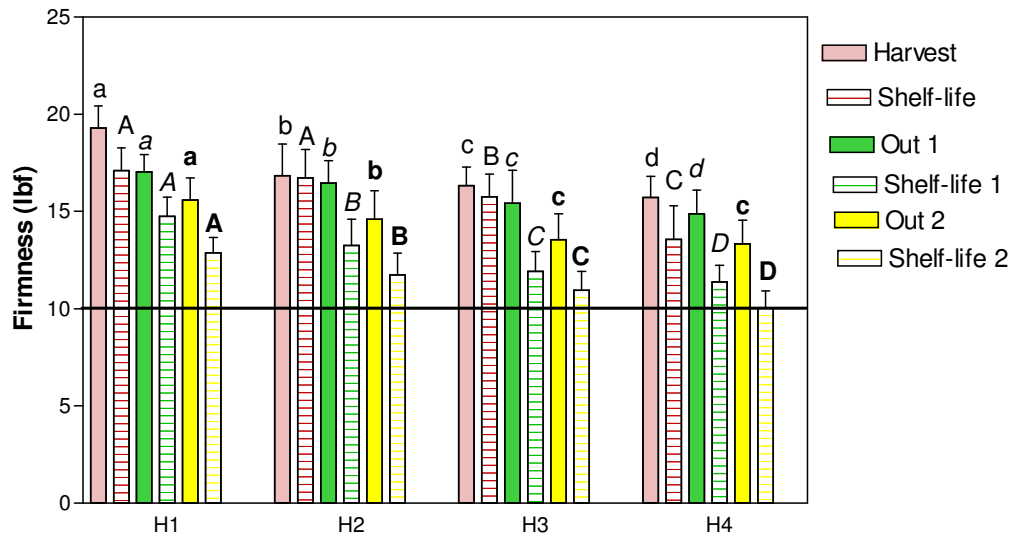
קטיף 3

תמונה 1.1 : מראה הפרי בעת הקטיף במועדים השונים.

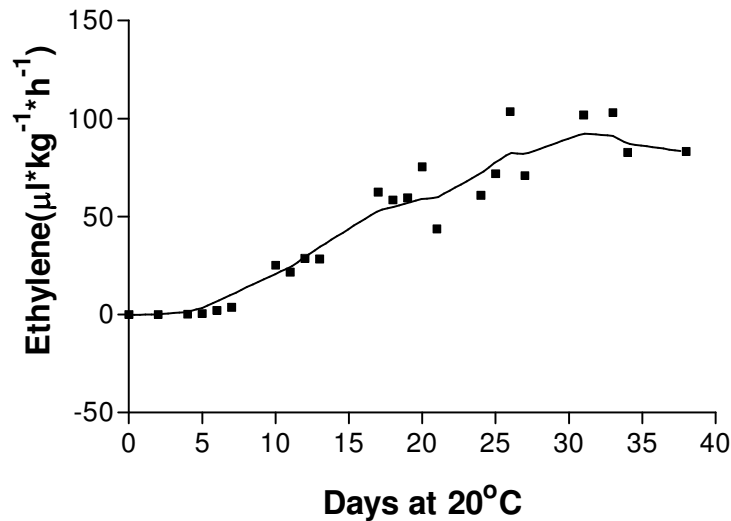
טבלה 1.1 : מדדי ההבשלה של הפרי בעת הקטיף.

תאריך הקטיף	צבע הפרי			מדד העמילן (1-10)	קשיות (לי"כ)	כ.מ.מ (%)	חומצה (%)
	b	a	L				
29.8.07	41.9ab	-16.4	73.9	4.0c	19.3a	14.5	0.64a
4.9.07	41.3b	-15.3	72.5	4.6b	16.9b	14.4	0.53b
10.9.07	42.2a	-13.9	75.0	6.0a	16.3c	15.0	0.52b
16.9.07	41.4b	-15.3	72.9	5.6a	15.7d	15.2	0.48b
מובהקות (p)	0.033	ל.מ	ל.מ	0.000	0.000	ל.מ	0.012

a-c - אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין הקטיפים ( $p \leq 0.05$ ).



**איור 1.1:** קשיות תפוחי זהוב מארבעה מועדי קטיף (H1, H2, H3, H4), במהלך האחסון וחיי המדף. a-d / A-D - אותיות שונות בכל מועד בדיקה, מצביעות על הבדלים מובהקים בין הקטיפים ( $p \leq 0.05$ ). הקו האופקי מסמל את הערך המינימלי הרצוי בתום חיי מדף.



**איור 1.2:** מהלך ייצור האתילן על ידי פרי מהקטיפ הראשון, שהוחזק ב-20°C לאחר הקטיף.

**ב. איכות הפרי לאחר אחסון**

קשיות הפרי מכל מועדי הקטיף ירדה בהדרגה במהלך האחסון ובחיי מדף, אך עפ"ר נשמרו הפערים המובהקים בין מועדי הקטיף, כפי שהיו בעת הקטיף (איור 1.1). אם ניקח ערך של 10 לבי"כ כערך תחתון לפרי בתום חיי מדף, רק פרי מהקטיפ האחרון בתום 2 חודשי אחסון הגיע לערך זה. בתכולת הכ.מ.מ לא חל שינוי במהלך האחסון והערכים היו דומים לערכים בשעת הקטיף, ללא השפעה של מועד הקטיף (הנתונים אינם מוצגים). לעומת זאת לאחר חודשיים באחסון חלה ירידה בחומציות הפרי, כאשר הפערים בין מועדי הקטיף, שנמדדו בקטיף, לא נשמרו (איור 1.3).

מבחינת איכות הפרי הנראית ומצב ציפת הפרי, כל הפרי מכל מועדי הקטיף נשמר היטב במשך חודשיים אחסון באוויר רגיל ב-0°C. רק בחיי המדף בתום תקופה זו, התפתח ריקבון בשיעור 5% בפרי

מהקטיפה האחרון. גורמי הריקבון היו העובש הכחול (*Penicillium expansum*) והעובש האפור (*Botrytis cinerea*), שהופיעו בשיעורים דומים.

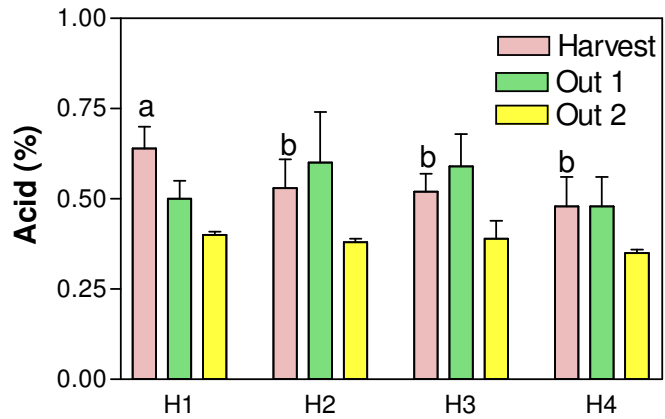
ייצור האתילן על ידי הפרי ב- 20°C, יום לאחר הוצאתו מקירור, הלך וגבר לאורך האחסון בצורה מובהקת, כאשר בשני הקטיפים המוקדמים הוא היה נמוך, לעומת שני הקטיפים המאוחרים. העלייה בייצור האתילן, אליה קשורה הירידה בקשיות הפרי, הובילו לירידה מסויימת בטעם הפרי, שלא היתה מובהקת בכל מועד קטיפה, אך בחישוב ממוצע מכל מועדי הקטיפה היתה מובהקת. ירידה זו בטעם הפרי נבעה מירידה בעסיסיות ובפציחות ועליה בקמחיות, בעיקר בקטיפים השלישי והרביעי לאחר 2 חודשי אחסון (טבלה 1.2).

טבלה 1.2: השינוי בטעם תפוח זהוב מ-4 קטיפים, במהלך האחסון ב-0°C (מבחני הטעם נערכו לאחר שבוע ימים בחיי מדף).

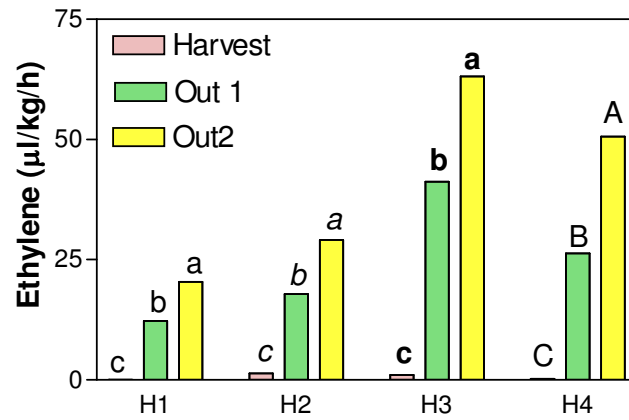
ממוצע	מובקהות (p)	קטיפה 3	קטיפה	קטיפה 2	קטיפה 1	המדד	משך האחסון (חודשים)
7.9A	ל.מ	7.9	8.1	7.3	8.3	טעם כולל (1-10)	0
	ל.מ	3.3	4.0	3.7	4.4	עסיסיות (1-5)	
	ל.מ	3.1	3.7	2.9	4.3	פציחות (1-5)	
	ל.מ	1.9	1.1	1.7	1.1	קמחיות (1-5)	
6.9B	ל.מ	6.4	6.4	7.5	7.4	טעם כולל (1-10)	1
	0.016	3.0b	2.9b	3.5ab	3.9a	עסיסיות (1-5)	
	0.000	2.3b	1.9b	3.6a	3.5a	פציחות (1-5)	
	0.004	3.1a	2.9a	1.8b	1.9b	קמחיות (1-5)	
6.9B	0.035	6.1c	6.3bc	7.6a	7.4ab	טעם כולל (1-10)	2
	0.048	2.6b	2.7b	3.6a	3.3ab	עסיסיות (1-5)	
	0.018	1.9c	2.1bc	3.0a	3.1a	פציחות (1-5)	
	ל.מ	2.6	2.4	1.7	1.7	קמחיות (1-5)	

a-c - אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין הקטיפים ברמת המובהקות המצוינת (p).

A-B - אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקה ( $p \leq 0.05$ ).



איור 1.3: השתנות חומציות הפרי במהלך האחסון ב-4 מועדי קטיף. a-b- אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין הקטיפים ( $p \leq 0.05$ ).



איור 1.4: ייצור אתילן על ידי תפוחי זהוב מ-4 מועדי קטיף (H1, H2, H3, H4) למחרת הקטיף (HARVEST) או למחרת ההוצאה מקירור כעבור חודש (OUT1) וחודשיים (OUT2). a-c, a-c, a-c, A-C: אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקה של הקטיפים השונים ( $p \leq 0.05$ ).

### סיכום

בתקופת אחסון עד חודש ימים לא היתה השפעה משמעותית של מועד הקטיף על איכות תפוחי זהוב, למרות שהפרי התרכז יותר ככל שהתאחר הקטיף. השפעת עיתוי הקטיף על איכות הפרי באה לידי ביטוי משמעותי לאחר חודשיים אחסון, בגין התרככות הפרי, אבדן עסיסיות ופציחות בפרי שנקטף בערכים מתחת ל-17 לב"כ ופירוק עמילן של מעל 50%.

## 2. אחסון באוויר מבוקר דינמי

לאחרונה פותחו בקנדה ובהולנד אמצעים המאפשרים לאחסן פירות תפוח ברמות חמצן נמוכות ביותר, שהן מעט מעל לרמה הגורמת לנשימה אנאירובית ולהצטברות כוהל בפרי. בשתי השיטות ניתן לזהות את הנקודה בה הפרי נכנס לתעוקה אנאירובית ובו ברגע מעלים את רמת החמצן ב-0.2%, כך שעל פי רוב רמת החמצן במהלך כל תקופת האחסון היא מתחת ל-0.7%. לשיטה זו קוראים אחסון באוויר מבוקר דינמי. היתרון הגדול של השיטה הינה שהיא מונעת התפתחות של המחלה הפיזיולוגית צרבון שטחי ומונעת את הצורך בשימוש בתכשירים אנטיאוקסידנטים, שהיישום שלהם מהווה בעיה בשוק המחפש פרי "בריא" ללא שאריות של תכשירי הדברה למיניהם. בנוסף לכך, קשיות הפרי ופציחותו נשמרות טוב יותר בהשוואה לאחסון בנוסחת האוויר המבוקר המקובלת: 1-2% חמצן. השיטה מתאימה במיוחד לפרי מגידול אורגני-ביולוגי.

אחת השיטות לאבחון את סף התעוקה החימצונית של הפרי, שפותחה בקנדה, מבוססת על מדידת הפלורוסנציה המוגברת של הכלורופיל בקליפת הפרי בתגובה להארה. החברה האיטלקית Isolcell, המייצרת מערכת למדידת פלורוסנציה זו בתנאי אחסון באוויר מבוקר, העמידה לרשותינו מספר מערכות לבדיקה. הציוד הגיע מעט אחרי עונת קטיף הפרי, והיה צורך גם ללמוד להרכיבו ולהפעילו. לפיכך, התוצאות המובאות להלן הן רק אינדיקציה ראשונית של הפוטנציאל הגלום בטכנולוגיה חדשה זו.

### חומרים ושיטות

הניסוי נערך בזנים סטרקינג דלישס וגרני סמית, שמטרתו היתה לבחון את השפעת הורדת החמצן מתחת ל-1% ברמות CO<sub>2</sub> שונות, על כושר השתמרות הפרי מבחינת הדברת מחלת הצרבון השטחי, התפתחות נזקים אפשריים בציפת הפרי וההשפעה על טעם הפרי. לשם כך, הותקנו בתאי האוויר המבוקר דינמי, 2 יחידות פלורוצנטיות בכל תא. בכל יחידה 6 פירות מאחד מהזנים. אותות המדידה הועברו לבקר הנמצא מחוץ לתאי האחסון. כאשר התקבלו אותות "מצוקה", כשרמת החמצן היתה נמוכה מדי, הועלתה רמת החמצן בתא האחסון ב-0.2%. בדרך זו תוכננו ונתקבלו ב-4 תאי האחסון הרכבי האוויר הבאים:

1. אוויר מבוקר סטטי 1%CO<sub>2</sub>, 1%O<sub>2</sub> (בפועל במוצע 1.4% CO<sub>2</sub>, 1%O<sub>2</sub>).
2. אוויר מבוקר דינמי 1% CO<sub>2</sub>, חמצן לפי הצורך (בפועל במוצע 1% CO<sub>2</sub>, 0.8%O<sub>2</sub>).
3. אוויר מבוקר סטטי 4%CO<sub>2</sub>, 1%O<sub>2</sub> (בפועל במוצע 3.8% CO<sub>2</sub>, 0.9%O<sub>2</sub>).
4. אוויר מבוקר דינמי 4%CO<sub>2</sub>, חמצן לפי הצורך (בפועל במוצע 3.5%CO<sub>2</sub>, 0.7%O<sub>2</sub>).

בכל אחד מהתאים אוחסן פרי משני הזנים, שנקטף בשני מטעים, בשני מועדי קטיף. מדדי ההבשלה בקטיף נתונים בטבלה 2.1. הפרי נבדק בעת הוצאתו מקירור לאחר כ-7 ו-9 חדשים והועבר לחיי מדף לשבוע ימים ב-20°C לפני בדיקתו הסופית. נבדקו מדדי איכות – קשיות, צבע, תכולת כ.מ.מ וחומצה, מראה הפרי, פגמים ומחלות פיזיולוגיות, נגיעות ברקבונות ומצב ציפת הפרי. נערכו מבחני טעם עם צוות טועמים בטיפולים נבחרים.



טבלה 2.1 – מצב ההבשלה של תפוחי סטארקינג וגרני סמית, שנדגמו לניסוי אחסון באוויר מבוקר דינמי.

הזן	המטע	תאריך הקטיף	קשיות (לבי"כ)	מדד פירוק עמילן (1-10)	כ.מ.מ (%)	חומצה (%)	צבע רקע (a*)
סטארקינג	א'	9.9.07	16.2a	4.1	10.4c	0.49	
		19.7.07	15.3b	4.1	11.2b	0.24	
	ב'	9.9.07	15.8ab	4.3	11.9b	0.36	
		19.7.07	15.7ab	4.3	12.9a	0.33	
				0.00	ל.מ	0.00	ל.מ
(p) מובהקות							
גרני סמית	א'	8.10.07	16.2	3.0b	9.8b	0.46	-19.5a
		14.10.07	16.5	3.8a	11.2a	0.44	-18.8b
	ב'	8.10.07	16.4	3.0b	10.8b	0.49	-19.0b
		14.10.07	16.8	4.0a	12.1a	0.44	-18.8b
				ל.מ	0.02	0.00	ל.מ
(p) מובהקות							

a-c - אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין המטעים לכל זן, ברמת המובהקות המצוינת (p)

## תוצאות

### הזן סטארקינג

הפרי משני המטעים ומשני מועדי הקטיף השתמר היטב בכל הרכבי האוויר במשך כ-9 חודשי האחסון, לרוב ללא הבדלים מובהקים בין המטעים, מועדי הקטיף ומשכי האחסון (טבלה 2.2). גורמי ההתכלות העיקריים היו רקבון וגומה מרה, שהופעתם לא הושפעה על ידי תנאי האוויר באחסון, למרות שהיתה השפעה למקור הפרי (גומה מרה) ולמשך האחסון (רקבון). הצרבון השטחי – המחלה הפיזיולוגית העיקרית, שבגינה נערך הניסוי, הופיע בשעורים נמוכים מאד רק באחד המטעים לאחר 9 חודשי אחסון, והם לא הושפעו על ידי הגורמים השונים שנבדקו.

מדד האיכות, שהושפע על ידי תנאי האחסון, היה קשיות הפרי. ככלל, במהלך 7 חודשי אחסון הפרי התרכך ב-2-3 לבי"כ ושומר על קשיותו במשך 2 חודשי אחסון נוספים, אך התרככותו גברה במשך שבוע בחיי מדף (איור 2.1). ההשפעה של אחסון באוויר מבוקר דינמי בלטה במיוחד בתקופת חיי המדף, בהאטת קצב התרככות הפרי. במהלך האחסון לא היתה השפעה מובהקת להרכבי האוויר על התרככות הפרי ממטע א' ובפרי ממטע ב' – ההשפעות לא היו עקביות. להעלאת רמת ה- $CO_2$  ל-4% בשתי שיטות האחסון לא היתה השפעה מובהקת בשום מדד.

טעם הפרי שפחת במהלך האחסון, לא הושפע אף הוא על ידי טיפולי האחסון (נתונים אינם מוצגים).

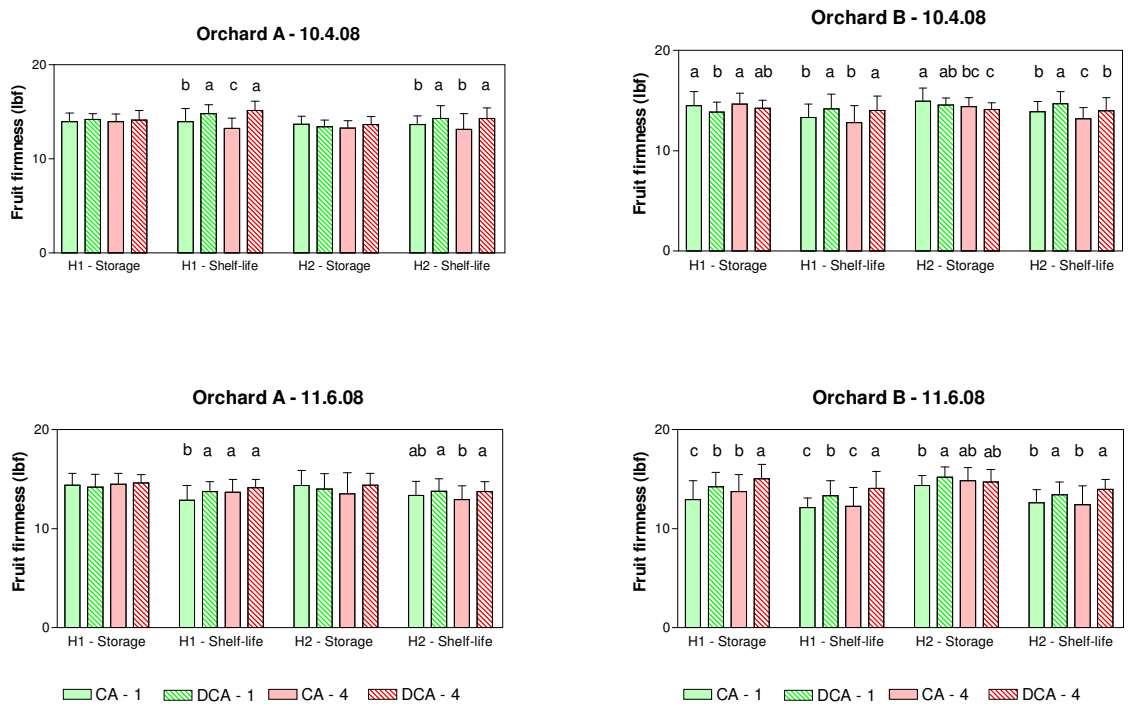
### הזן גרני סמית

הפרי משני מועדי הקטיף בשני המטעים התנהג בצורה שונה באחסון. כושר ההשתמרות של הפרי מהקטיף הראשון היה טוב מאד וקרוב ל-100% מהפרי בכל הטיפולים היה ללא פגם באחסון עד אמצע יוני. גם בתקופת חיי המדף בחודש מאי הפרי נשאר עדיין תקין, אך לאחר חיי המדף ביוני הופיעו שעורים נמוכים של צרבון קל, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (טבלה 2.3). עם זאת, היתה נטיה להפחתת שעורי הצרבון בהשפעת האוויר המבוקר הדינמי ובהשפעת ריכוז  $CO_2$  גבוה, במיוחד בטיפול המשלב את שני הגורמים. בפרי מהקטיף השני הופיע נזק בצורת כתמים בהירים בקליפת הפרי משני המטעים,

הדומה במידה מסויימת לצרבון שטחי, אולם צבעו שונה. הנזק הופיע כבר בחודש מאי, בעת הוצאת הפרי מקירור ושיעוריו לא השתנו בצורה עקבית בהמשך האחסון בקירור או בתקופת חיי המדף. הנזק הופחת באחסון באוויר מבוקר דינמי ב- CO<sub>2</sub> נמוך או באוויר מבוקר סטטי ברמת CO<sub>2</sub> גבוהה. אולם, השילוב של שני הגורמים לא תרם להפחתה נוספת של הנזק.

לעומת מראה הפרי הטוב, ליבת הפרי השחמה לאחר שהייה בת שבוע בחיי מדף. שעורי ההשחמה היו גבוהים בפרי מהקטיפ הראשון לעומת הקטיפ השני והם הוגברו על ידי העלאת רמת ה-CO<sub>2</sub> באחסון. רמת החמצן לא השפיעה על שעורי הנזק. השחמת הליבה בפרי מהקטיפ המאוחר בשני המטעים היתה נמוכה במובהק לעומת הפרי מהקטיפ הראשון, למעט בפרי מהקטיפ המאוחר במטע ב', שאוחסן עד יוני. במקרה זה, לא הובחן בהבדלים משמעותיים בין שני מועדי הקטיפ. טעם הפרי לא הושפע באופן מובהק על ידי אף אחד מהגורמים שנבדקו.

התרככות הפרי במטע א' היתה מזערית במהלך האחסון ולא הושפעה על ידי אווירת האחסון בשני הקטיפים, אפילו בחיי מדף, למעט לאחר 9 חודשי אחסון + שבוע בחיי מדף, כשהפרי מאוויר מבוקר דינמי עם CO<sub>2</sub> 1%, היה רך מכל השאר (איור 2.2). לעומת זאת, במטע ב', היה לעתים הבדל מובהק בין אוויר מבוקר דינמי לבין אוויר מבוקר עם CO<sub>2</sub> 4%, כשהפרי המוצק ביותר התקבל באוויר מבוקר דינמי+CO<sub>2</sub> 4%. בריכוז CO<sub>2</sub> הנמוך, לא היה יתרון לאוויר המבוקר הדינמי.



איור 2.1: קשיות תפוחי סטרקינג משני מטעים ומשני קטיפים (H1, H2), בהוצאה מקירור (storage) ולאחר שבוע בחיי מדף (shelf life), בתום 7 ו-9 חודשי אחסון. a-c עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה נבדלות ברמת מובהקות של  $p \leq 0.05$ .

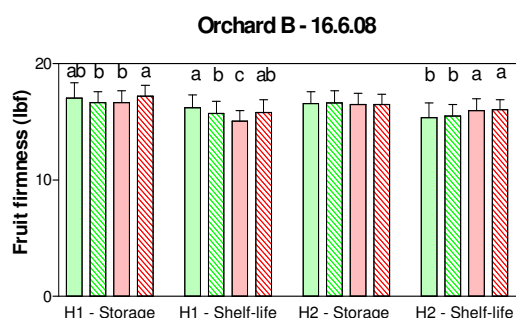
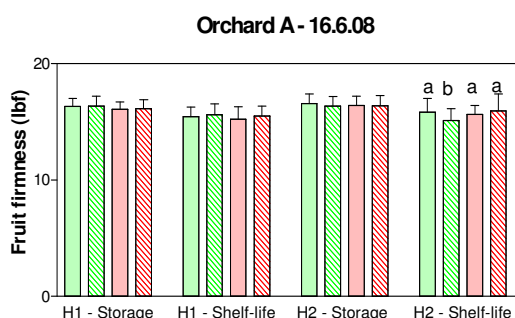
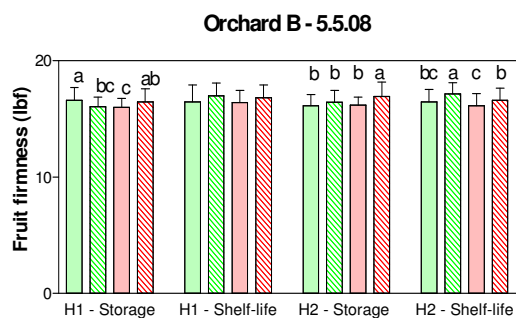
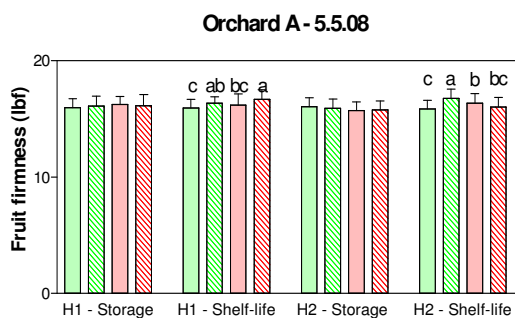
טבלה 2.2 – איכות תפוחי סטרקינג בעת ההוצאה מקירור ולאחר שבוע בחיי מדף.

לאחר חיי מדף			בהוצאה מקירור			טיפול	קטיף	מטע	תאריך הוצאה מקירור
טעם כולל (1-10)	צרבון (%)	פרי תקין (%)	גומה (%)	רקבון (%)	פרי תקין (%)				
-	0	98.0	1.2	3.4	95.4	1	9.9.07	א'	9-10.4.08
-	0	98.7	0.0	1.5	98.5	2			
-	0.7	92.0	2.5	2.5	95.0	3			
-	0	95.9	1.1	2.1	96.8	4			
-	0	91.7	2.5	5.1	92.4	1	19.9.07		
-	0	95.3	2.6	0.5	96.9	2			
-	1.1	94.4	2.7	1.6	94.6	3			
-	0	96.7	1.0	1.5	97.5	4			
6.1	0	86.0	7.2	2.3	90.5	1	9.9.07	ב'	
8.0	0.8	91.0	2.5	1.2	96.3	2			
6.9	0.6	92.0	4.0	1.9	92.3	3			
9.0	0	95.3	1.9	0	98.1	4			
8.0	0	86.5	6.7	2.8	90.5	1	19.9.07		
7.5	0	96.3	2.7	0	96.1	2			
6.7	0	83.6	3.9	1.3	94.8	3			
9.0	0	95.4	1.8	1.2	97.1	4			
4.8	2.9	90.6	3.9	5.4	90.8	1	9.9.07	א'	9-10.6.08
6.8	0	94.8	2.3	5.0	92.2	2			
-	0.7	93.5	3.0	3.0	91.5*	3			
5.2	0	93.6	4.2	2.1	93.7*	4			
6.8	0	89.8	2.9	2.9	94.2	1	19.9.07		
5.6	0.7	95.6	2.4	2.0	94.1*	2			
-	0	95.4	1.0	4.3	94.7	3			
5.3	0	96.3	1.0	2.5	96.5	4			
6.4	0.7	85.3	8.0	5.0	87.0	1	9.9.07	ב'	
6.8	4.4	85.7	4.3	3.7	89.4*	2			
-	0.9	83.0	5.9	2.3	88.0*	3			
4.6	3.7	89.5	4.0	0.8	91.9*	4			
7.2	2.9	86.5	4.7	3.7	91.6	1	19.9.07		
7.4	0	92.5	1.1	2.5	94.7	2			
-	1.5	88.3	4.2	0.8	91.4*	3			
5.2	1.5	85.8	8.6	4.6	86.8	4			
0.017	0.031	0.000	0.000	ל.מ	0.006	מובהקות בין מטעים			
ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	מובהקות בין מועדי קטיף			
ל.מ	0.001	0.026	ל.מ	ל.מ	0.05	מובהקות בין משכי אחסון			
ל.מ	ל.מ	0.017	0.025	0.028	0.024	מובהקות בין תנאי אחסון			
ל.מ	0.043	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	מטע*מועד קטיף*תנאי אחסון*משך אחסון			

טבלה 2.3 – איכות תפוחי גרני סמית בעת ההוצאה מקירור ולאחר שבוע בחיי מדף.

טעם (1-10)	לאחר חיי מדף				בהוצאה מקירור		טיפול	קטיף	מטע	תאריך הוצאה מקירור
	השחמת הליבה (%)	צרבון שטחי (%)	כתמי קליפה (%)	פרי תקין (%)	כתמי קליפה (%)	פרי תקין (%)				
6.7	40.0	0	0	99.3	0	99.5	1	8.10.07	א'	5.5.08
-	40.0	0	1.4	98.0	0	100	2			
6.0	77.5	0	0	98.3	0	99.5	3			
6.0	60.0	0	0	100	0	100	4			
5.5	0	5.0	67.0	27.4	55.2	44.3	1	14.10.07		
-	0	0	15.2	84.8	11.5	88.5	2			
6.3	7.5	0	1.3	98.7	0	100	3			
5.8	20.0	0.6	30.0	76.0	21.6	77.4	4			
6.5	22.5	0.9	0	99.1	0	100	1	8.10.07	ב'	
-	20.0	0	0	100	0	99.4	2			
6.3	22.5	0	0	100	0	100	3			
7.3	15.0	0	0	100	0	99.4	4			
5.8	5.0	11.8	64.4	28.9	46.9	48.8	1	14.10.07		
-	0	0	39.6	66.2	24.3	75.2	2			
6.7	5.0	0	0	100	0.5	98.9	3			
6.3	7.5	0	29.4	70.2	20.0	79.4	4			
6.8	52.5	13.6	0	86.4	1.4	98.6	1	8.10.07	א'	16.6.08
-	22.5	3.0	4.9	90.9	0	100	2			
7.4	85.0	3.7	0.6	94.0	0	99.0	3			
7.8	85.0	0	4.0	95.4	3.1	96.9	4			
8.2	17.5	7.8	35.2	55.8	30.9	69.1	1	14.10.07		
-	7.5	3.8	24.4	71.9	22.2	78.3	2			
8.4	27.5	3.9	4.2	93.4	5.4	93.7	3			
7.4	60.0	0.7	82.7	15.1	53.4	46.1	4			
7.8	37.5	7.1	2.8	88.0	3.5	95.8	1	8.10.07	ב'	
-	40.0	2.2	1.9	95.1	0.5	99.5	2			
8.3	50.0	6.2	0	90.2	0	98.7	3			
7.8	55.0	1.6	4.1	91.9	3.1	96.9	4			
8.0	67.5	4.9	26.8	66.7	32.3	67.1	1	14.10.07		
-	22.5	0.9	12.6	85.8	13.8	85.7	2			
6.8	25.0	0.7	9.2	90.1	10.5	89.5	3			
8.0	45.0	0.7	66.0	31.9	45.0	55.0	4			
ל.מ.	0.042	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובהקות בין מטעים			
ל.מ.	0.000	ל.מ.	0.000	0.000	0.000	0.000	מובהקות בין מועדי קטיף			
0.000	0.000	0.001	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובהקות בין משכי אחסון			
ל.מ.	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	מובהקות בין תנאי אחסון			
ל.מ.	ל.מ.	0.003	ל.מ.	0.000	ל.מ.	0.000	מועד קטיף*תנאי אחסון*משך אחסון			

\*ההשלמה ל - 100% היא השחמה סביב פיטם הפרי בזן סטרקינג, שהופיע בהוצאה השנייה, ללא קשר ברור לתנאי האחסון.



CA - 1    DCA - 1    CA - 4    DCA - 4

CA - 1    DCA - 1    CA - 4    DCA - 4

איור 2.2 : קשיות תפוחי גרני סמית משני מטעים ומשני קטיפים (H1, H2), בהוצאה מקירור (storage) ולאחר שבוע בחיי מדף (shelf life), בתום שתי תקופות אחסון. a-c עמודות עם אותיות שונות, בכל מועד בדיקה, נבדלות ברמת מובהקות של  $p \leq 0.05$ .

### סיכום

רגישות הפרי השנה למחלת הצרבון השטחי היתה יחסית נמוכה בשני הזנים שנבדקו – סטרקינג דליש וגרני סמית. לפיכך, לא ניתן היה להבחין ביתרון של רמת חמצן מתחת ל- 0.7% מבחינת הדברת מחלה פיזיולוגית זו. עם זאת, היה יתרון לשני הרכבי האוויר עם חמצן נמוך מאד מבחינת שמירת קשיות הפרי ופציחותו, בדומה להשפעת התכשיר 1-MCP, בעיקר לאחר חיי מדף. מאחר שמחלת הצרבון השטחי היא הבעיה העיקרית בשני זני תפוח אלה, במידה ששיטת האוויר המבוקר הדינמי תהווה פיתרון לבעיה גם בשנת רגישות גבוהה למחלה, יהיה בכך הישג לשמירת התפוח האורגני ואף לתפוח הרגיל, במידה שמבחינה כלכלית יהיה לה יתרון לעומת היישום של 1-MCP.

### 3. השפעת 1-MCP (סמארט-פרש) על כושר השתמרות "זהוב" באוויר רגיל ובאוויר

#### מבוקר

אשתקד מצאנו שיישום סמארט-פרש בתפוחי דלישם זהוב בטמפרטורה של  $7^{\circ}\text{C}$  ולאחריו קירור הדרגתי ל- $0^{\circ}\text{C}$  מנע לחלוטין את הופעת השחמת קליפת הפרי (DSB) הן בקירור רגיל והן באוויר מבוקר, ואפשר אחסון פרי לתקופה ממושכת בשני תנאי הקירור, תוך שמירת טעמו ועסיסיותו. יתרון נוסף של הטיפול בסמארט-פרש נמצא באפשרות להעלות את טמפרטורת האחסון מעל ל- $0^{\circ}\text{C}$ , מה שעשוי למנוע את הצורך בעטיפת המיכלים, הודות לשמירה טובה יותר של רמת לחות יחסית מעל ל-95%.

#### מטרות המשך המחקר בשנה זו היו:

1. לבסס את אפשרות יישום הסמארט-פרש בשיטה הנ"ל לפני האחסון באוויר רגיל, על ידי בחינת תגובת פרי ממטעים רבים לטיפול.
2. לבחון את הצורך בשינוי הרכב האוויר באחסון ב- $1^{\circ}\text{C}$  (הפחתת רמת ה- $\text{CO}_2$ ) באוויר מבוקר לאחר יישום הסמארט-פרש.
3. לבדוק כמה זמן ניתן לצבור פרי ב- $7^{\circ}\text{C}$  לפני יישום הסמארט-פרש.

#### **חומרים ושיטות**

##### א. אחסון באוויר רגיל

פרי ממטעים של יפתח, מנרה, דישון, קשת, אל-רום ורמת מגשימים נאסף מתוך מיכלי הקטיף ב-7.9.07 ונארז בתיבות פלסטיות של 8 ק"ג. מחצית הפרי אוחסנה ב- $0^{\circ}\text{C}$  (בקורת) ומחציתו ב- $7^{\circ}\text{C}$ . למחרת טופל הפרי ב- $7^{\circ}\text{C}$  ב-1-MCP ב-0.6 ח"מ במשך 24 שעות. בתום הטיפול נעטפו כל התיבות ב-LDPE ( $40\mu\text{m}$ ) מחורר. הפרי המטופל אוחסן בקירור תוך הורדה הדרגתית של הטמפרטורה בקצב של  $1^{\circ}\text{C}$  ל-3 ימים עד ל- $0^{\circ}\text{C}$ . איכות הפרי נבדקה לאחר 7 חודשי אחסון ולאחר שבוע ושבועיים בחיי מדף ב- $20^{\circ}\text{C}$ . בדיקות הפרי כללו: צבע רקע, קשיות, עמילן (רק בקטיף), כ.מ.מ, חומצה, פגמים ומחלות, מצב הציפה ומבחן טעם (רק אחרי חיי מדף). כל טיפול ניתן ב-4 חזרות בכל מטע ובכל מועד נבדקו 15-20 פירות לחזרה.

##### ב. אחסון באוויר מבוקר

נאסף פרי ממטעי יפתח וקשת בתחילה (30.8.07), אמצע (6.9.07) וסוף (12.9.07) עונת הקטיף, בכל מועד מחצית הפרי ששימשה כביקורת, קוררה מיידית ל- $1^{\circ}\text{C}$  ואוחסנה באוויר מבוקר תוך 3 ימים מהקטיף. המחצית השנייה קוררה ל- $7^{\circ}\text{C}$ , טופלה ב-1-MCP ב-0.6 ח"מ במשך 24 שעות וקוררה באופן הדרגתי ל- $1^{\circ}\text{C}$  על ידי הורדת  $1^{\circ}\text{C}$  כל 3-4 ימים, במשך 3 שבועות, לפני הפעלת תנאי האוויר המבוקר.

הרכבי האוויר שנבדקו היו: א.  $1.5\% \text{O}_2 + 2\% \text{CO}_2$

ב.  $1.5\% \text{O}_2 + 1\% \text{CO}_2$

כל הפרי אוחסן כשהוא עטוף ב-LDPE  $40\mu\text{m}$  מחורר. הפרי נבדק לאחר 7 ו-9 חודשי אחסון ולאחר שבועיים בחיי מדף ב- $20^{\circ}\text{C}$ . בדיקות הפרי היו כמתואר לעיל.

##### ג. עיתוי יישום 1-MCP לפני האחסון באוויר רגיל

נאספו 20 תיבות 'זהוב' מטע רמת מגשימים ב-6.9.07; 4 תיבות אוחסנו מיידית ב- $0^{\circ}\text{C}$  כפרי בקורת; 16 תיבות אוחסנו ב- $7^{\circ}\text{C}$  וטופלו בקבוצות של 4 תיבות ב-1-MCP ב-0.6 ח"מ במשך 24 שעות, לאחר 1, 10, 15

או 20 יום. בתום הטיפול ב-1-MCP הפרי קורר באופן הדרגתי ( $1^{\circ}\text{C}$  כל 3-4 ימים) עד ל- $0^{\circ}\text{C}$  לשם המשך האחסון באוויר רגיל. איכות הפרי נבדקה לאחר כ-6 חודשי אחסון ושבוע חיי מדף ב- $20^{\circ}\text{C}$ , כמתואר לעיל.

## תוצאות

### א. אחסון הפרי באוויר רגיל

הפרי שנדגם לניסוי באותו יום קלנדארי מ-6 מטעים: 3 ברמת הגולן ו-3 ממרום הגליל, שנבדלו באופן מובהק במצב הבשלתם, על פי מדדי קשיות הפרי, מדד פירוק העמילן ותכולת החומצה (טבלה 3.1). לא ניתן היה לייחס את ההבדלים לאזורי הגידול, ואפילו נמדדו הבדלים בצבע הפרי, שלא היו קשורים לאזור הגידול. הפרי מיפתח ומקשת היה במצב הבשלה פחות מתקדם, על פי קשיות, עמילן וחומצה לעומת הפרי ממנרה ואל-רום, שהבשלתו היתה המתקדמת ביותר. ללא קשר להבדלים בין המטעים, הטיפול בסמארט-פרש עיכב את הבשלת הפרי באחסון בכל המדגמים, מבחינת התרככות הפרי ואבדן החמיצות (טבלה 3.2). אולם, מבחינת צבע הפרי נתקבל עיכוב רק בפרי מקשת ומרמת מגשימים. בכ.מ.מ. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין המטעים בעת הקטיף וההבדלים בעליית הערכים, שחלו במהלך האחסון, היו קשורים למקור הפרי ולא לטיפול בסמארט-פרש. לעומת הקשר החלש שנמצא בין קשיות הפרי בקטיף לבין התרככותו במהלך האחסון, הרי שבמהלך חיי מדף המתאם היה גבוה ומובהק הן בפרי הבקורת והן בפרי המטופל בסמארט-פרש (טבלה 3.3). כלומר, לסמארט-פרש היתה השפעה מובהקת על קשיות הפרי בכל מועדי הבדיקה, אך הקשר למצב ההבשלה בקטיף בא לידי ביטוי רק בתקופת חיי המדף בתום האחסון.

### טבלה 3.1 – מצב הבשלת הפרי בעת הקטיף (7.9.07)

המטע	צבע הפרי			קשיות לב"כ	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)	עמילן (1-10)
	L	a	b				
יפתח	71.2b	-17.3bc	41.3b	16.6a	11.8	0.52ab	4.6cd
מנרה	72.2a	-16.2a	40.2c	14.8c	11.5	0.59a	6.4a
דישון	70.5c	-17.3c	42.0	15.4b	12.0	0.62a	6.0a
אל-רום	69.7d	-17.2bc	41.0b	15.2bc	11.9	0.45b	5.8ab
קשת	72.0ab	-16.7ab	39.1d	16.5a	12.2	0.57a	3.8d
רמת מגשימים	72.8a	-16.1a	39.3d	15.3b	11.9	0.44b	5.0bc

a-d – ערכים בכל טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות  $p \leq 0.01$

טבלה 3.2 – השפעת הטיפול בסמארט-פרש על מדדי הבשלה בעת ההוצאה מקירור (30.3.08)

המטע	צבע הפרי *a		קשיות (לב"כ)		כ.מ.מ.		חומצה	
	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP
יפתח	-10.2a	-10.2a	12.3a	15.3a*	13.2ab	13.6ab	0.17bc	0.25b*
מנרה	-10.0a	-11.1b	10.2d	13.8b*	11.8d	11.6d	0.14c	0.21c*
דישון	-13.1b	-13.1c	10.8c	13.9b*	12.4cd	12.6c	0.19b	0.35a*
אל-רום	-12.8b	-13.2b	12.0a	14.0b*	12.7bc	13.8a	0.26a	0.33a*
קשת	-10.7a	-12.6c*	12.0a	15.1a*	13.8a	12.9bc*	0.16bc	0.20c*
רמת מגשימים	-9.9a	-12.3c*	11.4b	14.2b*	12.8bc	12.8bc	0.16bc	0.23ab*

a-c- ערכים בכל טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות  $p \leq 0.01$

\* - מסמן הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין הטיפולים במבחן t.

טבלה 3.3 – קשיות ממוצעת מכל מטעי המדגם לאחר כ-7 חודשי אחסון באוויר רגיל והמתאם לקשיות הפרי בקטיף.

מתאם Pearson לקשיות בקטיף	קשיות ממוצעת (לב"כ)		מועד ותאריך הבדיקה	
	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP
0.299*	0.311*	14.4 ± 0.60	11.5 ± 0.79	31.3.08
0.570**	0.600*	14.1 ± 0.58	11.1 ± 0.58	6.4.08
0.565**	0.691**	14.9 ± 0.75	11.1 ± 0.66	13.4.08

בכל מועדי הבדיקה נמצא הבדל מובהק ( $p < 0.05$ ) בין קשיות פירות הביקורת לקשיות הפרי

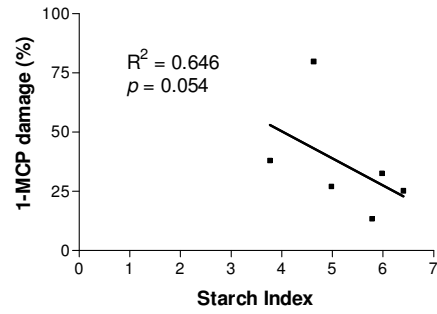
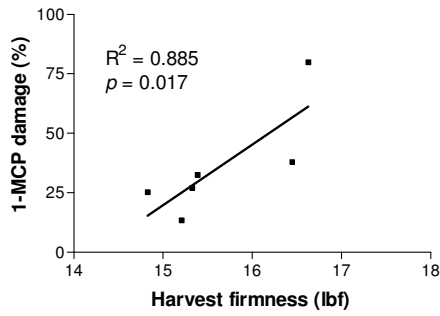
המטופל ב-1-MCP.

\* - מובהק  $p \leq 0.05$

\*\* - מובהק  $p \leq 0.01$

למרות ההורדה ההדרגתית של טמפרטורת האחסון לאחר יישום הסמארט-פרש ב-7°C, נתקבלו נזקים של הטיפול בעיקר בצורת השחמת קליפה מפוזרת (נזק המכונה DSB בלע"ז), אך גם בצורת צריבה חזקה או גומה עמוקה (תמונה 3.1). היו הבדלים מאד משמעותיים בין המטעים ברגישותם לנזק, אך לא היה אף מטע שפריו היה חופשי לחלוטין מכל נזק (טבלה 3.4). למרות היתרונות של הטיפול בסמארט-פרש, ניתוח התוצאות מצביע על קשר מובהק בין מצב הבשלת הפרי בעת הקטיף לבין רגישותו לנזקי סמארט-פרש באחסון (איור 3.1), במיוחד לעומת קשיות הפרי. בנוסף לנזקי סמארט-פרש, היו שעורים ניכרים של גומה מרה ושעורים נמוכים של רקבון וצרבון שטחי. הגומה המרה והרקבון לא הושפעו על ידי הטיפול בסמארט-פרש, אבל כשהופיע צרבון שטחי בפרי הביקורת (רק בפרי מדישון ואל-רום), הוא נמנע בפרי המטופל (טבלה 3.4). לאחר שבועיים בחיי מדף הצטמק פרי הביקורת במידה ניכרת ב-3 מטעים כתוצאה מהפסד המים. הטיפול בסמארט-פרש הפחית את הנזק במטעים אלו.





**איור 3.1** – השפעת קשיות הפרי בקטיף ומדד פירוק העמילן על שעורי נזק סמארט-פרש בששת מטעי המדגם (הערכים הם ממוצעים של שלושה מועדי בדיקה – הוצאה מקירור וחיי מדף של שבוע ושבוועיים).

שעורי הפרי התקין, ללא פגם חיצוני, היו על פי רוב נמוכים יותר בפרי המטופל מאשר בפרי הבקורת, אפילו לאחר שבועיים בחיי מדף, כאשר גם איכות פרי הבקורת ירדה (טבלה 3.4). למרות זאת היו שני יתרונות לפרי המטופל בסמארט-פרש: האיכות הפנימית של הפרי וטעמו (טבלה 3.5). במרבית המטעים, ציפת הפרי השתמרה בצורה סבירה בחיי מדף, אבל בפרי משני מטעים חלה התמוטטות, שנמנעה על ידי הטיפול ב-1-MCP. למבחני טעם נבחר פרי משני מטעים - אחד ללא נזקי סמארט-פרש, עם התמוטטות פנימית בפרי הבקורת (מנרה) והשני עם נזקי סמארט-פרש חיצוניים, ללא השפעה על מצבו הפנימי של הפרי (דישון). הפרי המטופל ממנרה הועדף בצורה מובהקת על פני פרי הבקורת, בעוד שבפרי המטופל של דישון ההעדפה הייתה קיימת, אך לא בצורה מובהקת.



צריבה  
חזקה



גומה  
עמוקה

**תמונה 3.1**: נזקי הטיפול בסמארט פרש

טבלה 3.4 – איכות הפרי בהוצאה מקירור ובחיי מדף לאחר 7 חודשי אחסון באוויר רגיל ב- 0°C.

פרי תקין (%)		צרבון (%)		רקבון (%)		גומה מרה (%)		נוקי 1-MCP		מועד הבדיקה המטע
1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	מדד (1-4)	(%)	
3c*	77	0	0	0	10	10b	12	3.02a	97a	יפתח
38b*	90	0	0	0	0	15ab*	8	1.65b	47b	מנרה
10c*	67	0	8	0	0	8b	12	1.75b	90a	בהוצאה דישון
53ab	62	0	12	0	8	20a	20	1.83b	28c	מקירור אל-רום
53ab*	90	0	0	0	2	5b	8	1.63b	43bc	קשת (30.3.08)
66a*	85	0	0	0	2	8b*	15	1.46b	28c	רמת מגשימים
0.000	ל.מ	ל.מ	ל.מ			0.038	ל.מ	0.002	0.000	מובהקות (p)
18d*	47bc	0	0	2	12	0b	7b	2.12a	78a	יפתח
67a	71ab	2	0	0	10	12ab	8b	1.26bc	20bc	מנרה
20d	53bc	2	15	2	12	8ab	7b	1.80b	73a	דישון
37c	35c	0	19	4	20	22a	23a	1.00c	38b	חיי מדף אל-רום
65a*	85a	0	0	0	5	2b	7b	1.35bc	30bc	קשת (6.4.05)
50b*	75ab	0	0	2	10	20a	13ab	1.13c	28bc	רמת מגשימים
0.000	0.011	ל.מ	ל.מ			0.041	0.021	0.004	0.000	מובהקות (p)
פרי תקין (%)		צרבון (%)		רקבון (%)		הצטמקות (%)		נוקי 1-MCP		
1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	מדד (1-4)	(%)	
35d*	68	0	0	0	3	0*	18b	2.71a	63a	יפתח
83a*	63	0	0	1	29	1	1b	1.00b	9c	מנרה
45cd	37	0	14	4	10	8*	43b	1.46b	35bc	דישון חיי מדף
62bc	55	0	6	9	15	6*	25ab	1.50b	23bc	אל-רום (13.4.08)
48cd	81	0	0	0	5	6	8b	1.44b	45ab	קשת
66b	83	0	0	0	10	0	5b	1.61	27bc	רמת מגשימים
0.000	ל.מ	ל.מ	ל.מ			ל.מ	0.016	0.001	0.000	מובהקות (p)

a-d - ערכים בכל טור, עם אותיות שונות לכל מועד בדיקה נבדלים ברמת המובהקות המצוינת (p)

\* - מסמן הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין הטיפולים במבחן t.

טבלה 3.5 – האיכות הפנימית וטעם הפרי בתום שבועיים בחיי מדף.

פציחות (1-5)	עסיסיות (1-5)		טעם כולל (1-10)		ציפה תקינה (%)		המטע	
	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת		
3.6 *	1.4	3.9*	2.2	6.8*	4.2	97.5*	55.8	מנרה
3.4	2.2	3.6*	2.4	7.8	5.8	87.5	91.1	דישון
						100.0*	66.7	רמת מגשימים

\* - מסמן הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין הטיפולים במבחן t.

ב. אחסון באוויר מבוקר

בעת הקטיף לא נתקבלו הבדלים מובהקים בין המטעים של יפתח וקשת במרבית מדדי ההבשלה, למרות ההבדלים האקלימיים בין שני האזורים (טבלה 3.6). בשלושת מועדי הקטיף, שחלו באותם התאריכים בשני האתרים, חלה הבשלה הדרגתית, שהתבטאה בהתרככות הפרי, שנוי צבע רקע מובהק (התבהרות (L) ומעבר מירוק לירקרק (a)), התפרקות עמילן, עליה בכ.מ.מ. וירידה בחומציות. אמנם לא כל המדדים השתנו באותה מידה בשני המטעים, אך הנטייה היתה קיימת. גם במהלך האחסון השתנו מדדי ההבשלה בתגובה לטיפול ב-1-MCP ולתנאי האחסון היו דומים מאד בשני המטעים, וגם למצב הבשלת הפרי בעת הקטיף לא היתה השפעה מובהקת על התנהגות הפרי באחסון. לפיכך, חושבו הממוצעים של איכות הפרי באחסון משני המטעים בשלושת הקטיפים.

טבלה 3.6 – מצב הבשלת הפרי שנדגם לניסויים בעת הקטיף.

מקור הפרי	תאריך הקטיף	צבע הפרי				קשיות (לב"כ)	עמילן (1-10)	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)
		H°	b	a	L				
יפתח	30.8.07	113.1	41.2	-17.6b	71.1	16.8a	3.2b	12.6a	0.63a
	6.9.07	112.7	41.2	-17.3	71.3	16.6a	4.6a	11.8b	0.52b
	12.9.07	112.3	40.6	-16.6a	70.9	15.9b	4.5a	12.8a	0.55ab
מובהקות		ל.מ	ל.מ	0.019	ל.מ	0.000	0.012	0.019	ל.מ
קשת	30.8.07	113.6a	39.5ab	-17.3b	72.9ab	16.9a	3.6	12.1	0.47b
	6.9.07	113.1a	39.1b	-16.7a	71.9b	16.5ab	3.7	12.2	0.57a
	12.9.07	112.2b	40.0a	-16.4a	73.1a	16.1b	4.2	12.7	0.46
מובהקות (בין קטיפים)		0.000	0.024	0.002	0.048	0.000	ל.מ	ל.מ	0.036
מובהקות בין מטעים		ל.מ	0.001	ל.מ	0.001	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ

טבלה 3.7 – השפעת טיפול בסמארט-פרש ותנאי האווירה (1.5% O<sub>2</sub>, וריכוזי CO<sub>2</sub> שונים) על שינויים

במדדי צבע בפרי במהלך האחסון (ממוצעים של 3 מועדי הקטיפה בשני המטעים)

חומצה (%)	כ.מ.מ. (%)	קשיות (לבי"כ)	צבע				ריכוז CO <sub>2</sub> (%)	טיפול 1-MCP	מועד הבדיקה
			H°	b	a	L			
0.36	13.4	13.1c	108.4a	42.5b	-14.1c	70.0	1%	-	בהוצאה מקירור (9.4.08)
0.36	13.6	13.7b	108.4a	41.8c	-13.9c	69.9	2%	-	
0.37	13.8	14.7a	105.9c	43.0a	-12.4a	70.3	1%	+	
0.38	13.7	14.7a	106.9b	42.8ab	-13.0b	69.9	2%	+	
ל.מ	ל.מ	0.000	0.000	0.000	0.000	ל.מ			מובהקות (p)
		12.3c	99.8d	48.2a	-8.2a	74.0a	1%	-	חיי מדף (22.4.08)
		12.6b	101.3c	46.7b	-9.3b	72.7b	2%	-	
		15.8a	102.5b	44.6c	-9.8c	71.6c	1%	+	
		15.3a	103.2a	44.1c	-10.3d	70.7d	2%	+	
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
0.29c	13.6	13.3c	107.6a	42.7b	-13.5d	70.6b	1%	-	בהוצאה מקירור (21.5.08)
0.35b	13.4	14.1b	106.9b	42.7b	-13.0c	70.6b	2%	-	
0.41a	13.9	15.9a	105.7c	42.9b	-12.0a	71.6a	1%	+	
0.38ab	13.9	15.9a	105.8c	44.2a	-12.5b	71.5a	2%	+	
ל.מ	ל.מ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			מובהקות (p)
		11.8d	100.3c	47.6a	-8.5	74.0a	1%	-	חיי מדף (4.6.08)
		12.0c	101.2ab	46.2b	-9.1	72.7b	2%	-	
		15.0b	100.5bc	46.3b	-8.5	71.6c	1%	+	
		15.3a	101.4a	45.3c	-9.1	70.8d	2%	+	
		0.000	0.01	0.000	ל.מ	0.003			
0.000	0.017	0.000	ל.מ	0.000	ל.מ	0.000			מובהקות בין טיפול 1-MCP (p)
ל.מ	ל.מ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			מובהקות בין ריכוזי CO <sub>2</sub> (p)
ל.מ	ל.מ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			מובהקות בין מועדי בדיקה (p)

במדדי הבשלת הפרי, נמצא שהשפעת ה-1-MCP היתה מובהקת בצבע הפרי ובקשיותו, אך לא בתכולת הכ.מ.מ. והחומצה. צבע הפרי המטופל ב-1-MCP היה יותר בהיר וצהבהב מהפרי שלא טופל, לפי כל המדדים עד 9 חודשי אחסון (טבלה 3.7), אולם ההשפעה הלכה ופחתה עם הארכת האחסון ולאחר חיי מדף בתחילת יוני, ההבדלים לא היו תמיד מובהקים. הצבע הבהיר של הפרי המטופל ב-1-MCP עשוי לנבוע מהקירור ההדרגתי בתחילת האחסון ומדחיית הפעלת האוויר המבוקר. למרות השפעה זו של דחיית האוויר המבוקר בפרי מטופל בסמארט-פרש, קשיות הפרי המטופל במהלך האחסון נשמרה גבוהה בכל מועדי הבדיקה, ב-1 לב"כ לפחות בעת ההוצאה מקירור ובחיי מדף כ-3 לב"כ, בהשוואה לפרי לא מטופל באוויר מבוקר. ההשפעה הבולטת בחיי במדף קשורה כפי הנראה לעיכוב המוחלט של ייצור האתילן על ידי הפרי, אפילו לאחר קרוב ל-9 חודשי אחסון בקירור (איור 3.2).

**טבלה 3.8 – איכות הפרי החיצונית בעת ההוצאה מאחסון באוויר מבוקר ולאחר שבועיים בחיי מדף ב-20°C (ממוצעים מ-3 קטיפים ו-2 נוסחאות אוויר מבוקר).**

קשת		יפתח		מועד הבדיקה	טיפול 1-MCP
פרי בריא	צרבון שטחי	פרי בריא	צרבון שטחי		
(%)	(%)	(%)	(%)		
7.4	91.5	27.4	66.7	-	בהוצאה מקירור (9.4.08)
0.0	98.5	0	89.3	+	
0.002	0.003	0.000	0.001		מובהקות
1.5	91.2	25.4	62.6	-	חיי מדף (22.4.08)
0	91.5	0.2	87.8	+	
0.024	ל.מ	0.000	0.000		מובהקות
3.0	92.2	25.9	69.3	-	הוצאה (21.5.08)
0.0	94.4	2.2	91.1	+	
ל.מ	ל.מ	0.002	0.003		מובהקות
4.0	80.6	23.4	59.6	-	חיי מדף (4.6.08)
0.0	85.1	3.3	78.3	+	
0.002	ל.מ	0.000	0.000		מובהקות

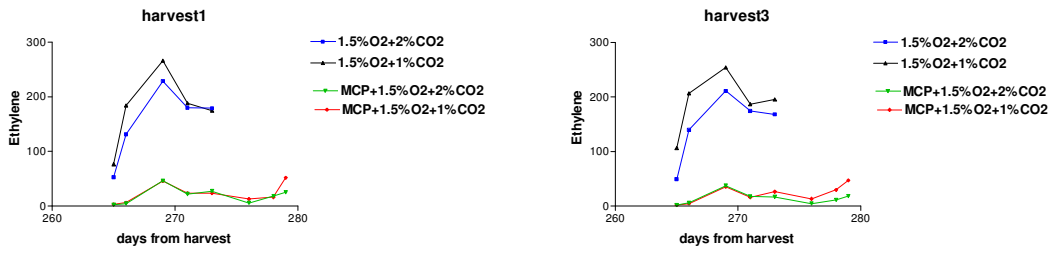
לריכוז  $CO_2$  באווירת האחסון היתה השפעה שונה מזו של סמארט-פרש והיא היתה גם שונה בפרי מטופל ולא מטופל. בפרי לא מטופל בסמארט-פרש, העלאת ריכוז ה- $CO_2$  התבטאה בהאטת הצהבת הפרי רק מעט בתקופת חיי המדף. לעומת זאת, בפרי מטופל בסמארט-פרש, השפעת ה- $CO_2$  על האטת הצהבת הפרי היתה מורגשת באחסון ובחיי מדף, לכל אורך האחסון. מבחינת קשיות הפרי, ריכוז של

CO<sub>2</sub> 2% שמר טוב יותר על הקשיות במהלך האחסון וחי המדף רק בפרי שלא טופל בסמארט-פרש. קצב ייצור האתילן הושפע אף הוא על ידי CO<sub>2</sub> רק בפרי שלא טופל ב-1-MCP (איור 3.2). אף על פי שהיה דמיון רב בתכונות הפרי שנמדדו בקטיף ובמהלך האחסון (קשיות, צבע, כ.מ.מ., חומצה) בפרי משני האזורים, איכות הפרי החיצונית היתה שונה, בגין רגישותו הרבה יותר של הפרי מיפתח לצרבון שטחי. לא היינו עדים לנוזי 1-MCP בפרי מיפתח (כפי שראינו בפרי שאוחסן באוויר רגיל), אולם השנה הופיע צרבון שטחי בזהוב של יפתח בקנה מידה ניכר (27.4%) ובמידה מסויימת (7%) אף בפרי מקשת. הטיפול בסמארט-פרש מנע בצורה ברורה מאד את התפתחות המחלה. גורמי מחלה אחרים שהופיעו במהלך האחסון וחי המדף, כגון גומה מרה ורקבון, היו בשעורים נמוכים למדי ולא הושפעו על ידי הטיפול בסמארט-פרש. גם לריכוזי CO<sub>2</sub> שונים באווירת האחסון לא היתה השפעה על פגמים אלה. בפרי מיפתח נתקבלו שעורי פרי תקין גבוהים במובהק לאחר הטיפול בסמארט-פרש הודות להדברת הצרבון השטחי. בפרי מקשת, למעלה מ-90% מהפרי היה תקין, ללא פגם כלשהו, עד סוף מאי, בחיי מדף לאחר מכן שעור הפרי התקין ירד בשני הטיפולים בעיקר הודות לרקבון ולהצטמקות הפרי, בתום שבועיים בחיי מדף. לטיפולים בסמארט-פרש ולאווירת האחסון לא הייתה השפעה על היקפי שני הפגמים.

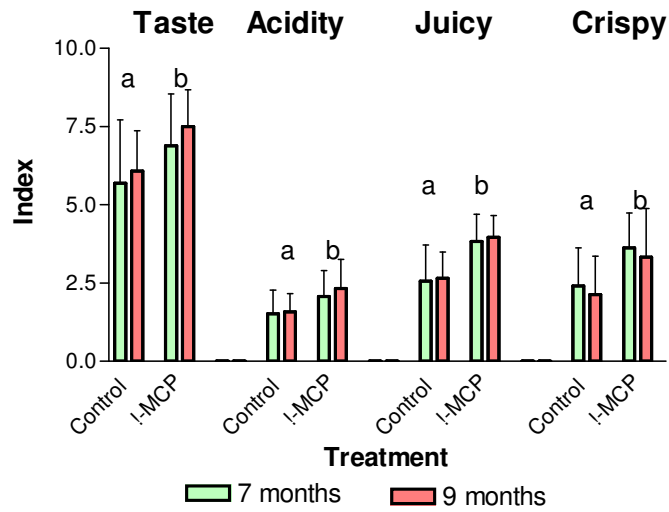
טעם הפרי לא הושפע על ידי מקור הפרי, מועד הקטיף, אווירת האחסון ומשכו, אך הושפע בצורה מובהקת על ידי הטיפול בסמארט-פרש (איור 3.3). הפרי המטופל בסמארט-פרש היה טעים יותר מפרי לא מטופל הודות לחמיצות גבוהה יותר, עסיסיות רבה יותר ופציחותו. המתיקות והניחוח לא הושפעו על ידי הטיפול בסמארט-פרש (נתונים אינם מוצגים).

#### ג. צבירת פרי ב-7°C לקראת החשיפה לסמארט-פרש

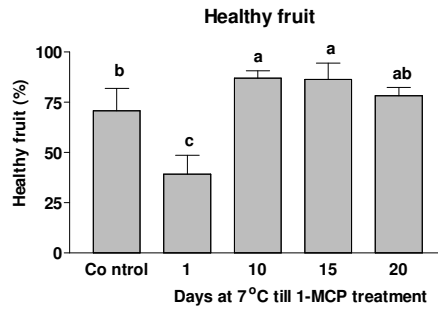
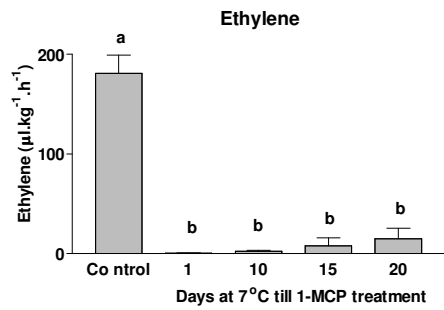
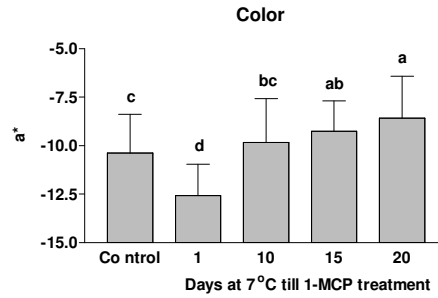
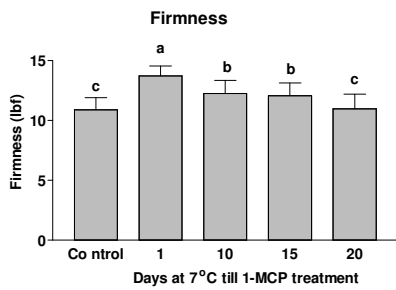
בעת ההוצאה מקירור 98% מהפרי היה תקין בכל הטיפולים למעט הפרי שטופל יום לאחר הקטיף בסמארט-פרש, בו 37% היה פגום בנוזק 1-MCP האופייני לזן זה. במשך שבוע ימים בחיי מדף הנוזק אף גבר במקצת ושעור הפרי התקין היה נמוך ביותר בטיפול זה (איור 3.4). בתקופה זו הופיע גם רקבון בפרי בשיעורים עד 7.5%, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים. אולם, השיעורים הגבוהים ביותר היו בפרי הבקורת ובפרי שטופל בסמארט-פרש לאחר 20 יום ב-7°C, כך שבטיפולים אלה היו שעורי הפרי התקין נמוכים במקצת בהשוואה לשעורי הפרי התקין (כ-90%) בפרי שטופל בסמארט-פרש לאחר 10-15 ימים ב-7°C. השהיית הפרי ב-7°C עד שבועיים לפני הטיפול מנעה את הופעת הנוזק, שמרה על מוצקות פרי טובה בחיי מדף, ואפשרה התפתחות צבע זהוב של הפרי אף מעבר לזה של פרי לא מטופל, שאוחסן באוויר רגיל, למרות שהפרי ייצר אתילן רק ברמות נמוכות מאד. לעומת זאת, חשיפת הפרי לטיפול סמארט-פרש לאחר 3 שבועות ב-7°C כבר לא שמרה על קשיות הפרי וצבעו היה צהוב יתר על המידה, למרות העיכוב בייצור האתילן. יתרה מכך, בטעמו לא נבדל פרי זה מפרי הבקורת (איור 3.5), בעוד שטעם הפרי שנצבר 10 ימים ב-7°C לפני חשיפתו ל-1-MCP, היה פציח, עסיסי וחמצמצץ כמו פרי שטופל מיד לאחר קירורו, עם יתרון ברור לעומת טעם פרי הבקורת הלא מטופל.



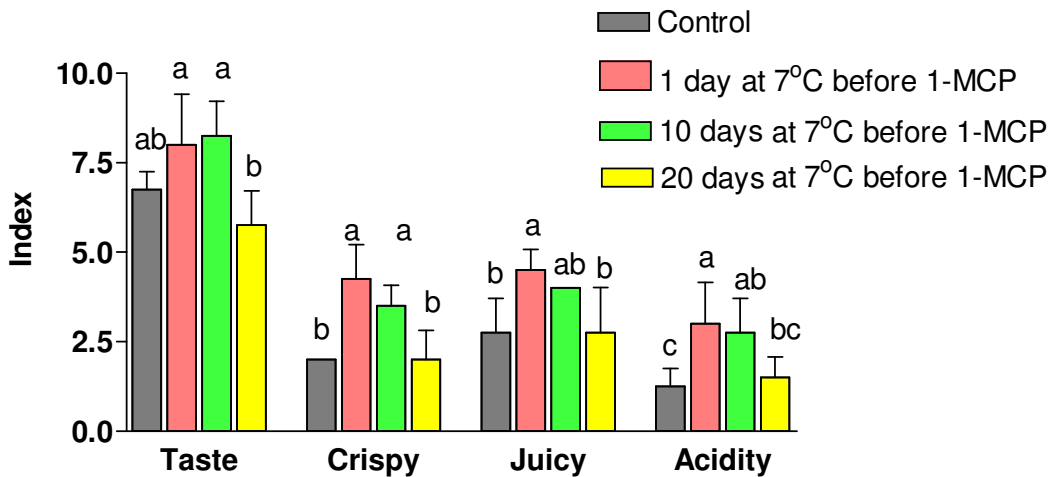
**איור 3.2** – השפעת הטיפול לאחר הקטיפה ב-1-MCP על ייצור אתילן על ידי תפוח זהוב בחיי מדף ב-20°C בתום כ-9 חודשי אחסון בקירור בתנאי אוויר מבוקר.



**איור 3.3** – השפעת הטיפול בסמארט-פרש על טעם תפוחי זהוב לאחר שבועיים בחיי מדף בתום 7 או 9 חודשי אחסון באוויר מבוקר (הנתונים הם ממוצעים של פרי שנקטף ב-3 מועדים בשני מטעים ואוחסן בשני הרכבי אוויר).  
 a-b- אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים ( $p \leq 0.05$ ).



איור 3.4 – איכות תפוחי זהוב מטופלים בסמארט-פרש לאחר צבירה ב-7°C, בתום 6 חודשי אחסון באוויר רגיל ב-0°C ושבוע חיי מדף ב 20°C (עמודות עם אותיות שונות נבדלות ברמת מובהקות  $p \leq 0.05$ ).



איור 3.5 – טעם תפוחי זהוב מטופלים בסמארט-פרש לאחר צבירה ב-7°C, בתום 6 חודשי אחסון באוויר רגיל ב-0°C ושבוע חיי מדף ב 20°C (עמודות עם אותיות שונות נבדלות ברמת מובהקות  $p \leq 0.05$ ).



## סיכום

חשיפת תפוחי דלישס זהוב לטיפול ב-1-MCP ב-7°C למחרת הקטיף גרמה לביטוי נזק DSB בפרי במהלך האחסון באוויר רגיל. עצמת ביטוי הנזק היתה שונה בפרי ממטעים שונים, אך הוא הופיע בכולם, למרות ההורדה ההדרגתית של טמפרטורת האחסון לאחר החשיפה. אולם, כאשר הפרי הושהה ב-7°C עד שבועיים לפני יישום הסמארט-פרש, הנזק לא הופיע וההשפעות החיוביות של הטיפול על שמירת מוצקות, עסיסיות ופציחות הפרי נשמרו במשך 6 חודשים באוויר רגיל ב-0°C. לעומת זאת, הארכת תקופת ההשהייה ב-7°C ל-3 שבועות לפני החשיפה לסמארט-פרש החלישה מאד את התגובות החיוביות של הפרי לטיפול, למרות עיכוב משמעותי ביותר בייצור האתילן על ידי הפרי. חשיפת הפרי לסמארט-פרש למחרת הקטיף, הורדה הדרגתית של הטמפרטורה במשך 3 שבועות ל-1°C ואחסון הפרי באוויר מבוקר מנעו הופעת נזקי 1-MCP בקליפת הפרי. הופעת צרבון שטחי, שהתפתח בפרי הביקורת, שאוחסן בשתי רמות CO<sub>2</sub>, נמנעה על-ידי הטיפול בסמארט-פרש. לא הייתה השפעה למועד הקטיף, או להרכב האווירה על תגובת הפרי לסמארט-פרש. ללא טיפול בסמארט-פרש, העלאת ריכוז CO<sub>2</sub> מ-1% ל-2% שמרה על מוצקות טובה יותר של הפרי.

#### 4. השפעת טמפרטורת היישום על יעילות הטיפול ב-1-MCP בתפוח "זהוב".

מתוך פרוייקט גמר של האלה פארס ונג'מה עלם במכללה הטכנולוגית להנדסאים בהנחיית דני גמרסני.

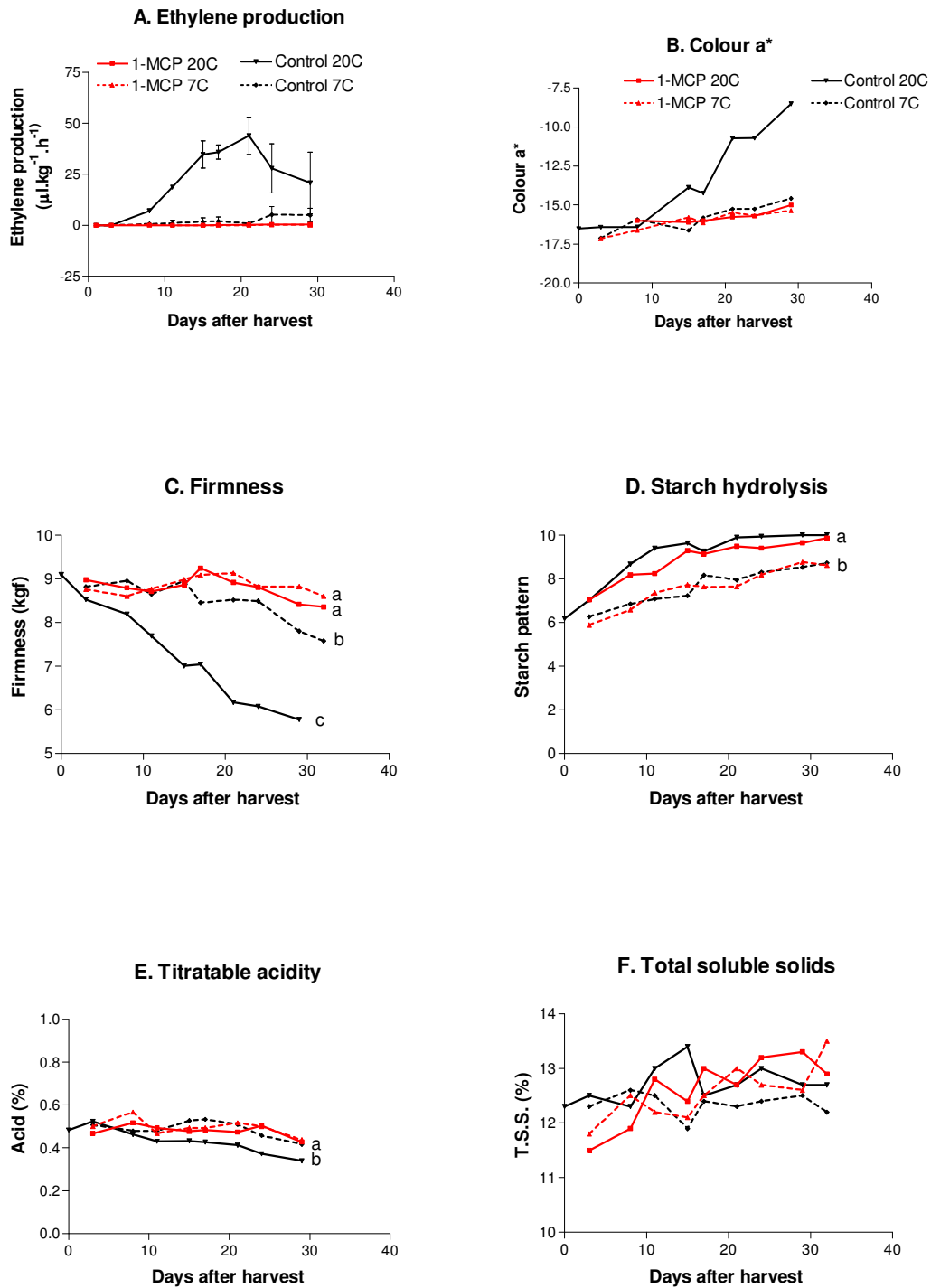
לאור ממצאי אשתקד, שניתן למנוע נזק בקליפת תפוחי "זהוב" כתוצאה מחשיפתו לסמארט-פרשעל ידי יישום התכשיר ב-7°C וקירור הדרגתי לטמפרטורת האחסון (0°C), הוחלט לבדוק את השינויים החלים בהבשלת הפרי, במהלך שלושת השבועות, שלאחר הטיפול בתכשיר, בשתי טמפרטורות – 20°C ו-7°C.

#### חומרים ושיטות

תפוחי זהוב ממוצע יפתח נאספו ממיכלי הקטיף וחולקו לשתי טמפרטורות הטיפול: 20°C ו-7°C. כל קבוצה חולקה שוב ל-2 קבוצות: מחצית אחת טופלה ב-1-MCP 0.6 ח"מ במשך 24 שעות והמחצית השנייה שמשה כבקורת, ללא כל טיפול. מדי 3-5 ימים במהלך 4 שבועות נדגמו 10 פירות מכל אחד מארבעת הטיפולים לבדיקת צבע הפרי, קשיותו, דרגת פירוק העמילן ותכולת הכ.מ.מ. והחומצה במיץ הסחוט מכל פרי. למחרת הטיפול נדגמו גם 4 קבוצות של 9 פירות למעקב אחר ייצור האתילן, על ידי כליאתן במשך שעה בכלים אטומים בנפח 5 ליטר, דגימת 2.5 מ"ל אוויר הוזרקה לגז כרומוטוגרף לבדיקת אתילן (FID).

#### תוצאות

מהלך ייצור האתילן בפרי הבקורת ב-20°C היה אפייני לתפוח קלימקטרי, שנקטף לפני הגיעו לשיא הקלימקטרי, שחל 21 יום לאחר הקטיף (איור 4.1a). ייצור האתילן מפרי הבקורת שאוחסן ב-7°C, עוכב בערך פי 10, אך עלה בהדרגה במהלך החודש. לאחר יישום ה-1-MCP, ייצור האתילן עוכב בערך פי 100. לעיכוב בייצור האתילן הן על ידי הטמפרטורה והן על ידי הטיפול ב-1-MCP, התלוו עיכובים בהצהבת הפרי (איור 4.1b), בהתרככותו (איור 4.1c) ובאובדן החמיצות (איור 4.1e). פירוק העמילן עוכב רק ע"י הורדת הטמפרטורה (איור 4.1d). העלייה בתכולת הכ.מ.מ בעקבות פירוק העמילן לא הושפעה בצורה עקבית על ידי 1-MCP והשפעת הטמפרטורה היתה קלה וחולפת (איור 4.1f). בפרי לא מטופל השפעת הטמפרטורה הובחנה בצורה מובהקת לאחר 3 ימים רק בפירוק העמילן. לאחר 8 ימים היא הובחנה גם בצבע הפרי, קשיותו וחמיצותו. השפעת הטיפול בסמארט-פרש ב-20°C בעקבות עיכוב ייצור האתילן הובחנה לאחר 8 ימים בקשיות הפרי וחמיצות הפרי, לאחר 11 יום בפירוק העמילן ולאחר שבועיים בצבע הפרי. עיכוב תהליך ההבשלה בעקבות יישום הסמארט פרש ב-7°C הובחן בהשוואה לפרי לא מטופל ב-7°C לאחר 17 יום, לפי מצבי פירוק העמילן, הקשיות והחמיצות. צבע הפרי נבדל בצורה מובהקת גם לאחר 24 יום.



איור 4.1 – השפעות יישום 1-MCP (0.6 ח"מ ל – 24 שעות) וטמפרטורת הטיפול על השתנות מדדי הבשלת תפוחי זהוב במהלך חודש לאחר הקטיף.

a-c – אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים ברמת מובהקות  $p \leq 0.05$  לפי מבחן Tukey.

## סיכום

- א. ייצור האתילן לאחר הקטיף עוכב הן על ידי הורדת הטמפרטורה והן על ידי הטיפול ב-1-MCP, אולם האחרונה הייתה חזקה יותר.
- ב. הצהבת הפרי עוכבה על ידי שני הגורמים, כשהשפעת 1-MCP הייתה חזקה יותר.
- ג. התרככות הפרי הושפעה על ידי שני הגורמים, כשהשפעת 1-MCP הייתה חזקה יותר.
- ד. פירוק העמילן עוכב על ידי הורדת הטמפרטורה בצורה מובהקת ורק במידה מועטה על ידי הטיפול ב-1-MCP, ללא השפעה אדטיבית.
- ה. אובדן חמיצות הפרי עוכב על ידי שני הגורמים..
- ו. עליית תכולת הכ.מ.מ. בעקבות פירוק העמילן לרוב עוכבה על ידי הורדת הטמפרטורה, עם השפעה קלה חולפת של 1-MCP מיד לאחר הטיפול.
- ז. בכל המדדים, למעט פירוק עמילן, השפעת ה-1-MCP הייתה חזקה מהשפעת הטמפרטורה והשפעותיהם לא היו אדיטיביות בתקופה הנבדקת.

## 5. השפעת 1-MCP על כושר השתמרות "פינק לייד".

בשנת 2006 נערך ניסוי אחסון בזן פינק לייד, שמטרתו היתה למנוע את השחמת ציפת הפרי, שהופיעה באחסון ממושך בשנים קודמות. נבחן כושר השתמרות פרי, משני מועדי קטיף, באוויר רגיל ובאוויר מבוקר ברמות CO<sub>2</sub> שונות ובהשפעת חשיפת הפרי לסמארט-פרש, לפני האחסון בתנאים אלה. נמצא שהפרי השתמר טוב למדי ברמת חמצן של 1.5% במשך קרוב ל-9 חודשים, ללא תלות ברמת ה-CO<sub>2</sub> שבין 1% ל-5%. הטיפול בסמארט-פרש שיפר את כושר עמידות הפרי בקירור באוויר רגיל, בדומה לכושר עמידותו באוויר מבוקר. השילוב של סמארט-פרש ואוויר מבוקר, הניב פרי איכותי ביותר מבחינת מראהו ובמיוחד מבחינת טעמו. מטרת הניסוי בשנה הנוכחית היתה לאשש את ממצאי אשתקד, במיוחד בנוגע להשפעה המטיבה של החשיפה לסמארט-פרש.

### חומרים ושיטות

הפרי לניסוי נקטף בשני מטעים – אחד בגולן (קשת) והשני במרום הגליל (ברעם) בשני מועדי קטיף בכל מטע: בתחילת הקטיף ולקראת סיומו. ביום הקטיף נטבל הפרי בסקולר 0.2% להדברת רקבונות ולאחר התייבשותו קורר ל-0°C. למחרת ניתן טיפול ב-1-MCP, 0.6 ח"מ למחצית הפרי, במשך 24 שעות בתא אטום. לאחר איזורור התא, חולקו הפרי המטופל ופרי הבקורת באופן שווה בין שני תאי קירור להמשך האחסון, באוויר רגיל או באוויר מבוקר (1%CO<sub>2</sub>, 1.5%O<sub>2</sub>) ב-0°C. במועד הקטיף השני הפרי טופל באותו אופן וחדר האחסון באוויר מבוקר נפתח לקליטת הפרי הנוסף. כעבור 16, 20 ו-30 שבועות אחסון מסיום הקטיפים הוצאו מקירור 3 תיבות פרי (בכל אחת כ-45 פירות) מכל טיפול (48 תיבות) לבדיקת איכות הפרי למחרת הפתיחה וכעבור שבועיים בחיי מדף (טבלה 5.1).

טבלה 5.1 – תאריכי הקטיף ומועדי בדיקת הפרי

קשת	ברעם	
12.11.07	31.10.07	קטיף מוקדם
19.11.07	13.11.07	קטיף מאוחר
	19.3.08	הוצאה ראשונה
	1.4.08	חיי מדף
	29.4.08	הוצאה שניה
	13.5.08	חיי מדף
	12.6.08	הוצאה שלישית
	25.6.08	חיי מדף

בעת הוצאה מקירור נבדקה האיכות ב-15 פירות לחזרה. שאר הפרי הועבר לחיי מדף ב-20°C ו-65% לחות יחסית. בדיקות הפרי שנערכו ב-10 פירות בעת הקטיף, בהוצאה מקירור ובחיי מדף כללו: צבע הרקע של קליפת הפרי, קשיות, עמילן (רק בקטיף), כ.מ.מ. וחומצה במיץ שחוט וקצב ייצור האתילן. איכות הפרי החיצונית נבדקה בחיי מדף במדגמים של 30 פירות לחזרה והאיכות הפנימית נבדקה במדגמים של 10 פירות ששימשו לבדיקת קשיות הפרי. בסיום תקופות חיי המדף נערכו מבחני טעם עם צוות טועמים של 5-6 טועמים מיומנים.

## תוצאות

מצב ההבשלה של הפרי, המתואר בטבלה 5.2, מעיד על הבדלים מובהקים בין המטעים ובין מועדי הקטיף בכל מטע. במטע ברעם התקדם מצב הבשלת הפרי מבחינת הקשיות, פירוק העמילן ושעור החומצה. לעומת זאת בקשת לא חלה התקדמות בהבשלת הפרי, למעט בפירוק הכלורופיל, כפי שמעידה הצהבת צבע הרקע של הפרי. למרות ההבדלים האלה בין המטעים, לא נמצאו הבדלים בהתנהגות הפרי במהלך האחסון. לפיכך, חושבו הערכים הממוצעים של שני המטעים לבחינת השפעת הטיפולים השונים.

השפעת הטיפול ב-1-MCP באה לידי ביטוי בעיקר בפרי שאוחסן באוויר רגיל, אך לא באוויר מבוקר. ההשפעה ניכרה בהאטת הצהבת הפרי (איור 5.1), התרככותו (איור 5.2) וייצור האתילן (איור 5.3). טעם הפרי שאוחסן באוויר רגיל ירד במהלך האחסון בעיקר עקב אובדן הפציחות והעסיסיות. הטיפול בסמארט-פרש והאחסון באוויר מבוקר מנעו זאת במידה שווה. גם לא הובחנו הבדלים מובהקים בכל המדדים בין שני מצבי הבשלת הפרי במועדי הקטיף השונים. לכן, תוצאות מיון הפרי ואיכותו הפנימית חושבו כממוצעים של שני המטעים ושני מועדי הקטיף (טבלה 5.3).

היתרון של הטיפול בסמארט-פרש, לפרי שאוחסן באוויר רגיל, היה במניעת התפתחות הצרבון השטחי בתקופת חיי המדף. מחלה זו נמנעה גם על ידי האחסון באוויר מבוקר. שאר הפגמים בפרי: גומה מרה וריקבון, לא הושפעו על ידי הסמארט-פרש, אך הופחתו במידת מה על ידי האחסון באוויר מבוקר. לפיכך, שעורי הפרי התקין היו גבוהים יותר בפרי שאוחסן באוויר מבוקר. בפרי זה לא היה יתרון לטיפול בסמארט-פרש עד לחיי המדף בחודש יוני, כאשר הוא מנע את השחמת ציפת הפרי, הן באוויר רגיל והן באוויר מבוקר ושמר על שיעור גבוה של פרי עם ציפה תקינה.

לתנאי האחסון ולטיפול בסמארט-פרש לא היתה השפעה על שעורי הכ.מ.מ. והחומצה בפרי לאורך כל תקופות האחסון. הכ.מ.מ. נשאר יציב (מעט גבוה מאשר בקטיף) והחומצה ירדה במהלך האחסון.

טבלה 5.2 – מצב הבשלת הפרי בקטיף

המטע	תאריך הקטיף	צבע הפרי כיסוי (%) רקע a*	קשיות (לב"כ)	עמילן (1-10)	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)
ברעם	31.10.07	61b	-10.7a	16.9a	6.8b	14.0a
	13.11.07	56b	-10.6a	15.4c	7.9a	13.9a
קשת	12.11.07	87a	-13.6b	16.3a	5.3c	13.7b
	19.11.07	52b	-11.6a	17.0a	5.5c	13.6b

a-c - אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין הערכים בכל טור ( $p \leq 0.05$ ).

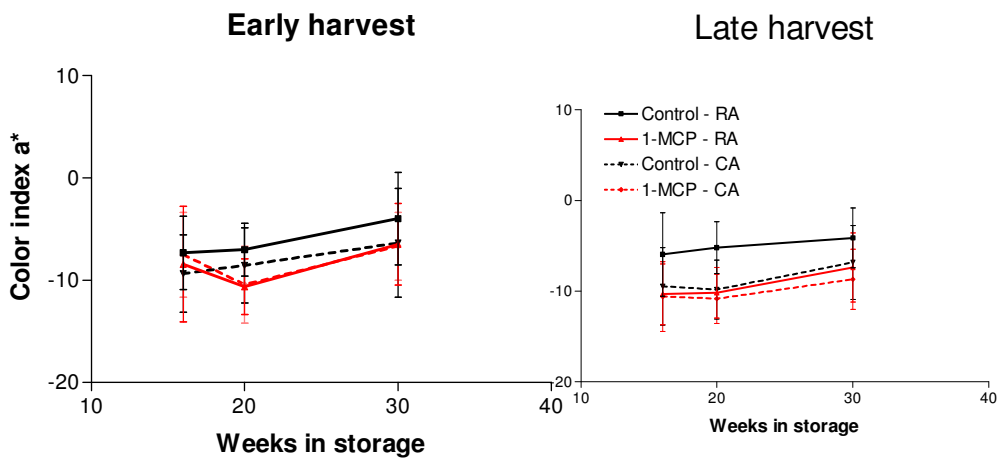
## סיכום

בבחינת השפעת סמארט-פרש על תפוחי פינק ליידי נתקבלה תגובה אחידה של פרי מהגולן ומהגליל, שנקטף בתחילת ובסוף עונת הקטיף. היתרון העיקרי של הטיפול בתכשיר זה היה עבור פרי שאוחסן באוויר רגיל והתבטא במניעת התפתחות צרבון שטחי, בהאטת הצהבת הפרי, התרככותו ואובדן עסיסיותו. הודות לטיפול בסמארט-פרש ניתן היה לשמור על איכות תפוחי פינק ליידי באחסון באוויר רגיל כמו באחסון באוויר מבוקר. היתרון היחיד שהיה לטיפול בסמארט-פרש עבור פרי שאוחסן באוויר מבוקר היה בהפחתה מובהקת של שיעור השחמת ציפת הפרי בתקופת חיי המדף לאחר 9 חודשי אחסון, אך יש לציין שחומרת הנזק בפרי הביקורת לא היתה רבה.

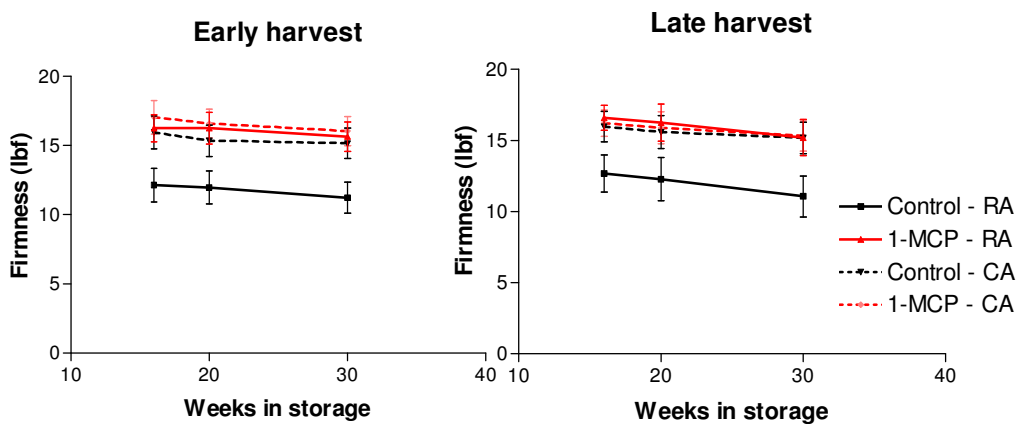
טבלה 5.3 – איכות תפוחי פינק לידי לאחר אחסון וחיי מדף בהשפעת טיפול בסמארט-פרש ואווירת האחסון (ממוצעים משני מטעים ושני מועדי קטיף).

תאריך הבדיקה	תנאי האחסון	1-MCP	פרי תקין (%)	צרבון (%)	גומה מרה (%)	רקבון (%)	ציפה תקינה (%)	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)
	א.ר	-	94a	0	5.6b	0.8	100a	14.4	0.49
<b>19.3.08</b>		+	84b	0	13.9a	1.4	100a	14.8	0.49
<b>(הוצאה)</b>	א.מ	-	93a	0	6.1b	0	97b	14.5	0.48
		+	92a	0	7.4b	0	100a	14.7	0.57
	א.ר	-	80b	6.9a	9.1	1.9	98		
<b>1.4.08</b>		+	83b	0b	9.7	3.4	100		
<b>(חיי מדף)</b>	א.מ	-	93a	0b	4.2	0.3	99		
		+	93a	0b	5.2	1.3	96		
	א.ר	-	94ab	0	3.5b	1.9	100a	14.8	0.43
<b>29.4.08</b>		+	88b	0	9.0a	1.0	99b	14.8	0.49
<b>(הוצאה)</b>	א.מ	-	98a	0	0.4b	1.0	92b	14.8	0.44
		+	95a	0	3.5b	1.0	100a	14.8	0.44
	א.ר	-	76b	10.7a	5.8a	6.8ab	96		
<b>13.5.08</b>		+	84b	0b	5.6a	9.0a	97		
<b>(חיי מדף)</b>	א.מ	-	95a	0b	2.9ab	1.9c	93		
		+	95a	0b	1.9b	3.2bc	97		
	א.ר	-	86b	5.6a	5.6a	1.7	97	14.7	0.32
<b>12.6.08</b>		+	77b	0b		2.2	100	14.4	0.37
<b>(הוצאה)</b>	א.מ	-	99a	0b		0.6	99	14.5	0.37
		+	99a	0b		0.6	100	14.5	0.36
	א.ר	-	50c	22.0a		11.1a	83b		
<b>25.6.08</b>		+	78b	0b		9.3a	95a		
<b>(חיי מדף)</b>	א.מ	-	97a	0b		0.8b	83b		
		+	97a	0b		1.0b	93a		

a-c - אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים ( $p \leq 0.05$ ).

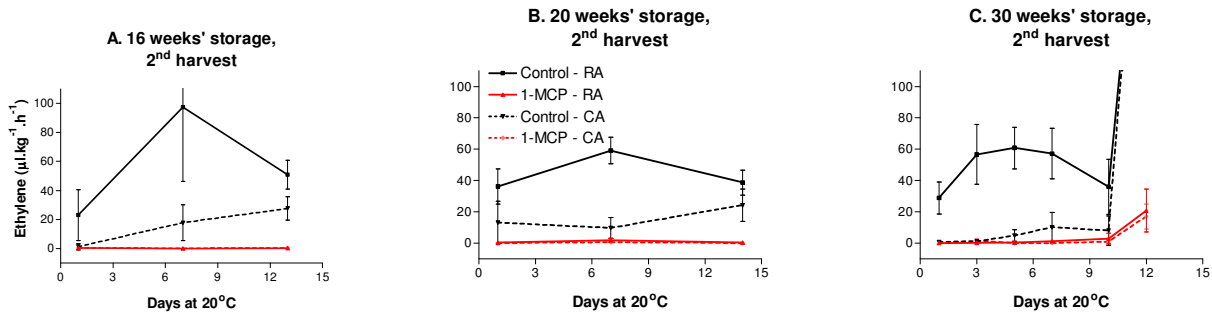


**איור 5.1** – השתנות צבע הרקע של תפוחי פינק ליידי משני מועדי קטיף באוויר רגיל (RA) ובאוויר מבוקר (CA), בהשפעת הטיפול ב-1-MCP לפני האחסון. הבדיקה נערכה לאחר שבועיים בחיי מדף בתום כל תקופת האחסון והערכים הם ממוצעים של פרי משני מטעים.

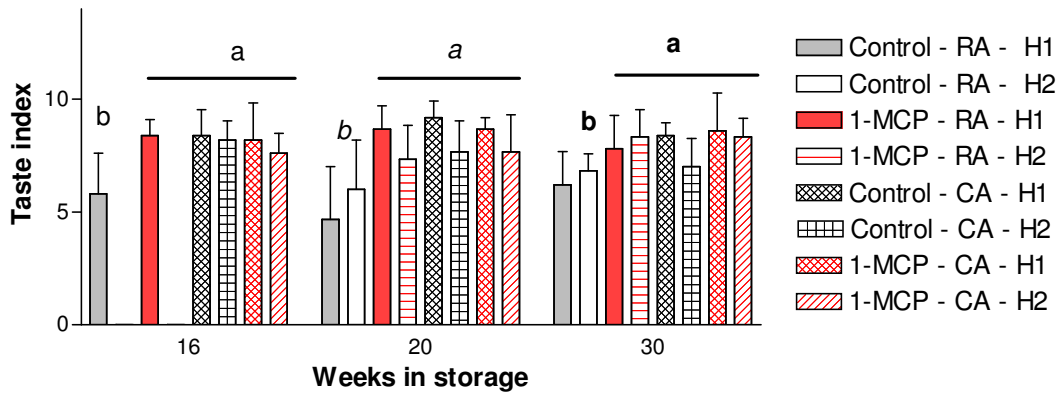


**איור 5.2** – התרככות תפוחי פינק ליידי משני מועדי קטיף במהלך האחסון באוויר רגיל (RA) ובאוויר מבוקר (CA), בהשפעת הטיפול ב-1-MCP לפני האחסון. הבדיקה נערכה לאחר שבועיים בחיי מדף בתום כל תקופת אחסון והערכים הינם ממוצעים של פרי משני מטעים.





**איור 5.3** – השפעת הטיפול ב-1-MCP לאחר הקטיף על פליטת אתילן מתפוחי פינק ליידי מקטיף מאוחר, במהלך חיי מדף ב-20°C בתום תקופות אחסון שונות בתנאי אוויר רגיל (RA) או אוויר מבוקר (CA).



**איור 5.4** – הערכת טעם תפוחי פינק ליידי לאחר שבועיים בחיי מדף ב-20°C בתום תקופות אחסון שונות בתנאי אוויר רגיל (RA) או אוויר מבוקר (CA) (H1 - קטיף מוקדם; H2 - קטיף מאוחר). הערכים הינם ממוצעים של 5-6 טועמים בכל מועד. a-b – ערכים עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של  $p \leq 0.05$ .

## 6. השפעת POWER על צבע וכושר השתמרות תפוח מזן פינק ליידי

בניסוי שנערך על ידי רפי שטרן (מו"פ צפון) במטע ברעם, במטרה למנוע הסתדקות קליפת תפוח מזן פינק ליידי, נצפתה השפעה בולטת על צבע הפרי בעקבות ריסוס העצים באוקסין POWER (50 ח"מ), בראשית יולי. מטרת העבודה הייתה לבדוק את השפעת הטיפול על מדדי הבשלת הפרי וכושר השתמרותו באחסון.

### חומרים ושיטות

הניסוי בוצע במטע ברעם. ב-30.10.07 נקטפו מכל עץ 60 פירות מ-3 עצים מטופלים ב-POWER ומ-3 עצים לא מטופלים (ביקורת). מצב ההבשלה בקטיף הוגדר על פי קשיות הפרי, מידת פירוק העמילן ותכולת כ.מ.מ. וחומצה ב-10 פירות לחזרה ולמחרת נבדקה פליטת אתילן מ-5 פירות לחזרה. שאר הפרי נטבל בסקולר 0.2% במשך 30 שניות ואוחסן ב-0°C באוויר מבוקר (1.5% O<sub>2</sub> + 1% CO<sub>2</sub>) במשך כ-4 חודשים עד 2.3.08. איכות הפרי נבדקה בעת ההוצאה מקירור ולאחר שבוע ימים בחיי מדף. נערך מעקב אחר ייצור האתילן בתקופת חיי המדף.

### תוצאות

בנוסף להגברת צבעה האדום של לחי הפרי, זרז ה-POWER את הבשלת הפרי, על פי צבע הרקע, ייצור האתילן ופירוק העמילן (טבלה 6.1). אולם בשאר המדדים: קשיות הפרי, תכולת הכ.מ.מ. ושיעור החומצה לא נמדדו הבדלים בין פרי מטופל ופרי הביקורת. לאחר 4 חודשי אחסון נתקבלו הבדלים מובהקים, בין פרי מטופל לפרי הביקורת רק בקשיות, שהיתה נמוכה בפרי המטופל (טבלה 6.2) ובייצור האתילן בחיי מדף, שהיה גבוה בפרי המטופל (איור 6.1). בטעם הפרי לאחר שבוע בחיי מדף ניתן היה להבחין בין הטיפולים לפי המרקם, שהיה פחות עסיסי ויותר קמחי בפרי המטופל, מאשר בפרי הביקורת (טבלה 3), אך עדיין לא במידה, שהשפיעה על דרגת הטעם הכולל, שהוענקה לפרי על ידי צוות הטועמים.

טבלה 6.1 - השפעת POWER על מצב הבשלת הפרי בקטיף

מובהקות	POWER	ביקורת	המדד
0.001	67±28	51±17	לחי אדומה (%)
0.000	-8.94±5.2	-14.1±1.86	צבע רקע a*
ל.מ.	16.7±1.1	16.8±1.1	קשיות (ל"כ)
0.002	6.5±1.4	4.7±1.4	פירוק עמילן (1-10)
ל.מ.	13.2±0.7	13.7±0.5	כ.מ.מ. (%)
ל.מ.	0.56±0.04	0.59±0.04	חומצה (%)
ל.מ.	21.2±8.2	0.4±0.02	קצב ייצור אתילן (מיקרוליטר/ק"ג/שעה)

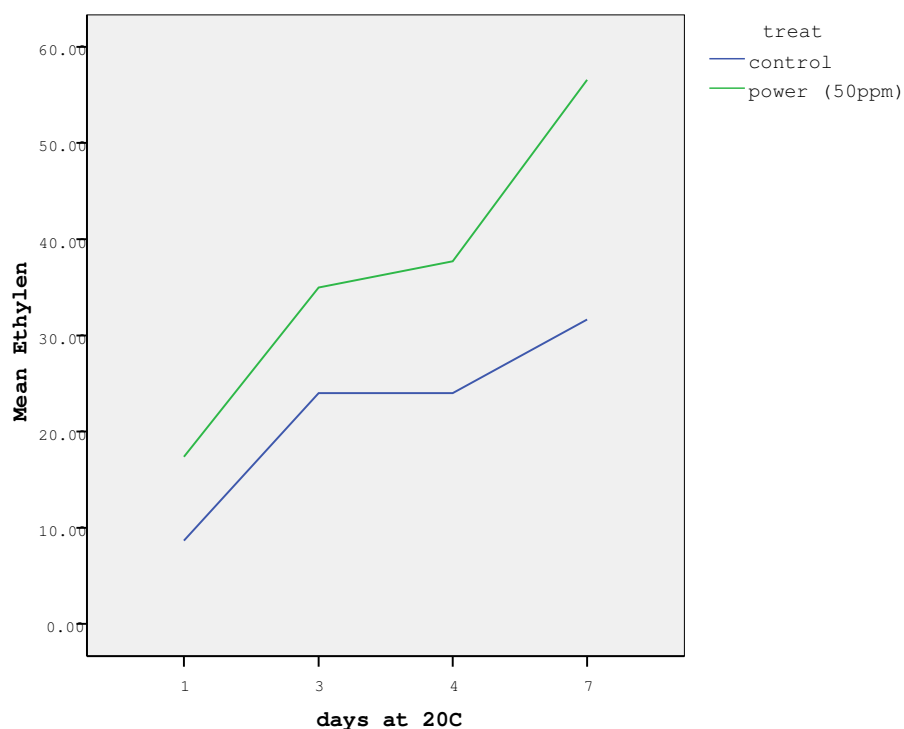
טבלה 6.2 - השפעת POWER על איכות הפרי בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף.

מועד הבדיקה	טיפול	קשיות (ל"ב)	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)	פרי תקין (%)	רקבון (%)	ציפה תקינה (%)
2.3.08 בהוצאה מקירור	ביקורת	15.5±1.0	14.5±0.5	0.41±0.04	100	0	100
	POWER	14.5±1.4	13.5±0.4	0.38±0.05	100	0	100
	מובהקות (p)	0.001	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ
9.3.08 לאחר חיי מדף	ביקורת	14.0±0.88			97.1	1.7	100
	POWER	12.9±1.14			92.6	4.9	100
	מובהקות (p)	0.000			ל.מ	ל.מ	ל.מ

טבלה 6.3 - השפעת POWER על טעם תפוחי פינק לידי לאחר 4 חודשי אחסון באוויר מבוקר וחיי מדף

של שבוע ב-20°C.

הטיפול	מראה כללי (1-10)	טעם כולל (1-10)	מתיקות (1-5)	חמיצות (1-5)	עסיסיות (1-5)	קמחיות (1-5)	פציחות (1-5)	ניחוח (1-5)
ביקורת	8.0	8.1	4.3	2.1	4.5	1.3	4.1	2.9
POWER	8.1	7.6	4.3	2.1	3.6	2.1	3.3	3.0
מובהקות (p)	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	0.035	0.04	ל.מ	ל.מ



**איור 6.1:** השפעת POWER על ייצור אתילן בחיי מדף.

#### סיכום

שיפור הצבע, שנתקבל בתפוחי פינק לידי בעקבות ריסוס מוקדם באוקסין POWER, היה מלווה בזרוז הבשלת הפרי, כפי שהתבטא בדרגת פירוק העמילן וברמת ייצור האתילן. כתוצאה מכך, הפרי התרכך מהר יותר במהלך האחסון, אך עדיין הוא היה באיכות טובה לאחר 4 חודשי אחסון. יש לשער, שניתן יהיה להתגבר על מגבלה זו על ידי קטיף מוקדם יותר של הפרי, שיתאפשר בגין הקדמת קבלת הצבע.

## 7. תכשיר חדש להדברת רקבונות אחסון בתפוח – סקולר.

מטרת הניסוי היתה לבחון בתנאים חצי מסחריים את יעילות התכשיר סקולר (Scholar) המיוצר על ידי חברת Sygenta על בסיס החומר הפעיל Fluidioxonil (משווק על ידי חברת כ.צ.ט בע"מ), בהדברת עובשים המתפתחים וגורמים לרקבונות במהלך אחסון ארוך של תפוחים בקירור. בניסוי מקדים בפירות מהזן פינק לידי, שאולחו באופן מלאכותי בשני גורמי העובשים העקריים בתפוח: העובש האפור (*Botrytis cinerea*) והעובש הכחול (*Penicillium expansum*), נתקבלה הדברה יעילה ביותר בתכשיר זה במינון 0.1%.

השנה נערך ניסוי בתפוחים מזן יונתן, שנקטפו ב-30.8.07 ב-3 חלקות מטע – שתיים ביראון ואחת במלכיה. ביום הקטיף, כל הפרי טופל בבית הקירור של יראון, על ידי קילוח 4 מיכלי פרי מכל חלקה בד.פ.א (2000 ח"מ) + 0.5% מרפאן (בקורת מסחרית) או בד.פ.א (2000 ח"מ) + 0.1% סקולר. לפני הטיפול נדגמה תיבת פרי מכל מיכל כבקורת. מחצית מתיבות הבקורת אוחסנו בתוך מיכל, יחד עם שאר המיכלים הטבולים, בתנאי אוויר מבוקר מסחריים ביראון, עד לפתיחת החדר ב-21.11.07. לאחר מכן הועבר הפרי להמשך אחסון, בבית הקירור "פירות גולן", שם אבדו עקבותיו. המחצית השנייה של תיבות הבקורת אוחסנו באוויר רגיל במעבדה לקירור, ביחד עם תיבות פרי, שנדגמו מהמיכלים לפני העברת הפרי לפירות גולן (תיבה מכל מיכל). הפרי בתיבות שאוחסן באוויר רגיל במעבדה, נבדק לאחר 5 חודשי אחסון ב-4.2.08, בעת ההוצאה מקירור ולאחר שבוע בחיי מדף ב-20°C.

### תוצאות

#### אחסון במעבדה לקירור באוויר רגיל לאחר כשלושה חודשי אחסון באוויר מבוקר.

בעת ההוצאה מקירור שעורי הרקבון היו נמוכים למדי ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין המטעים או בין הטיפולים (טבלה 7.1). בפרי מיראון התחילו להופיע סימני התמוטטות פיזיולוגית, שגברו מאד בתקופת חיי המדף והופחתו על ידי הטיפול במרפאן. שעורי הרקבון עלו במקצת בתקופת חיי המדף ובבקורת נתקבלו הבדלים בין המטעים. למרות שלא נתקבלו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, בגין השונות הגדולה בין המטעים. בפרי שטופל בסקולר לא הופיעו רקבונות כלל. הרקבון שהופיע, נגרם על ידי 3 פטריות: פניציליום, בוטריטיס ואלטרנריה, ביחסים שונים בכל מטע. בטיפול במרפאן הופיעה בעיקר הפטריה אלטרנריה. הפגם העיקרי בפרי הבקורת בתקופת חיי המדף היתה מחלת הצרבון השטחי, שהודברה ביעילות על ידי טיפולי הטבילה, שהכילו ד.פ.א.. שעורי הפרי התקין הנמוכים בטיפול הבקורת נבעו בעיקר מהתפתחות צרבון שטחי והתמוטטות הפרי ולא מרקבון. בסיכום, הסקולר היה יעיל בהדברת רקבונות, לפחות כמו המרפאן.

טבלה 7.1 – איכות תפוחי יונתן בעת ההוצאה מקירור (4.2.08) ולאחר חיי מדף (11.2.08).

קשיות (לב"כ)	11.2.08				4.2.08			המטע	הטיפול
	פרי בריא (%)	צרבון שטחי (%)	פרי ממוטט (%)	סה"כ רקבון (%)	פרי בריא (%)	פרי ממוטט (%)	סה"כ רקבון (%)		
9.9	30.0b	50.7	19.4a	2.6a	96.7	2.7	0.5	יראון א'	בקורת
10.3	50.1b	34.2	15.8a	4.2a	93.9	2.8	2.8	יראון ב'	
9.7	80.3a	17.3	2.8b	0.0b	99.3	0.4	0.0	מלכיה	
<b>10.0</b>	<b>53.5</b>	<b>34.1</b>	<b>12.7A</b>	<b>2.3A</b>	<b>96.6</b>	<b>2.0</b>	<b>1.1</b>	<b>ממוצע</b>	
10.1	95.6ab	0.0	2.4	3.3	96.5	0.4	1.2	יראון א'	מרפאן
10.2	87.5b	0.9	4.5	2.8	94.9	0.5	1.4	יראון ב'	
10.1	98.9a	0.0	1.2	0.9	95.2	1.2	0.9	מלכיה	
<b>10.1</b>	<b>94.0</b>	<b>0.3</b>	<b>2.7B</b>	<b>2.3A</b>	<b>95.5</b>	<b>0.7</b>	<b>1.2</b>	<b>ממוצע</b>	
9.9	87.3b	0.4	12.7a	0.0	97.6	1.1	0.0	יראון א'	סקולר
10.1	95.7a	0.4	4.0b	0.0	98.3	1.2	0.0	יראון ב'	
10.0	98.4a	0.0	2.1b	0.0	100.0	0.0	0.0	מלכיה	
<b>10.0</b>	<b>93.8</b>	<b>0.3</b>	<b>6.2B</b>	<b>0.0B</b>	<b>98.6</b>	<b>0.8</b>	<b>0.0</b>	<b>ממוצע</b>	
<b>ל.מ</b>	<b>0.006</b>	<b>0.000</b>	<b>0.003</b>	<b>0.015</b>	<b>ל.מ</b>	<b>ל.מ</b>	<b>ל.מ</b>	<b>מובהקות בין טיפולים</b>	

a-b - אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין המטעים ( $p \leq 0.05$ ).

A-B אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים במובהקות המצוינת בשורה

התחתונה ( $p$ ).

## 8. יעילות מי חמצן להדברת מחלות אחסון בתפוח

מטרת העבודה: היתה לבדוק יעילות היישום של מי חמצן בטבילה להדברת רקבונות אחסון בתפוחים שאולחו באופן מלאכותי בשני גורמי רקבון.

תפוחי דלישם זהוב, שאוחסנו כ- 10 חודשים בקירור באוויר מבוקר בתנאים מסחריים, נדגמו מתוך מיכלי פרי בעת פתיחת חדר הקירור והובאו למעבדה. הפרי חוטא בכוהל 70%, חולק לשתי קבוצות – אחת אולחה בתרחיף נבגים של *Botrytis cinerea* שהכיל  $1.4 \cdot 10^6$  נבגים/מ"ל והשנייה בתרחיף נבגים של *Penicillium expansum* שהכיל  $9.4 \cdot 10^5$  נבגים/מ"ל. האילוח בוצע על-ידי פציעת הפרי עם מחט בקוטר 1.2 מ"מ לעומק 5 מ"מ והנחת טיפה מתרחיף הנבגים בנפח  $10 \mu\text{l}$ . כל פרי אולח ב-2 נקודות בשתי לחיים נגדיות של הפרי. לאחר התייבשות הטיפות, הפירות נעטפו בשקיות פוליאאתילן והוחזקו במשך לילה בלחות גבוהה ב-  $20^{\circ}\text{C}$ , להתבססות הפטריות. למחרת, הפירות מכל קבוצה חולקו ל- 24 קבוצות של 10 פירות, לקבלת הטיפולים הבאים על-ידי טבילה בת 30 שניות:

1. בקורת - טבילה במים

2. מרפאן 0.5%

3. תכשיר מי חמצן 1% Ecobio EBT 500 (2500 ח"מ ח.פ. מי חמצן)

4. תכשיר מי חמצן 2% Ecobio EBT 500 (5000 ח"מ ח.פ. מי חמצן)

5. תכשיר מי חמצן 4% Ecobio EBT 500 (10,000 ח"מ ח.פ. מי חמצן)

6. תכשיר מי חמצן 8% Ecobio EBT 500 (20,000 ח"מ ח.פ. מי חמצן)

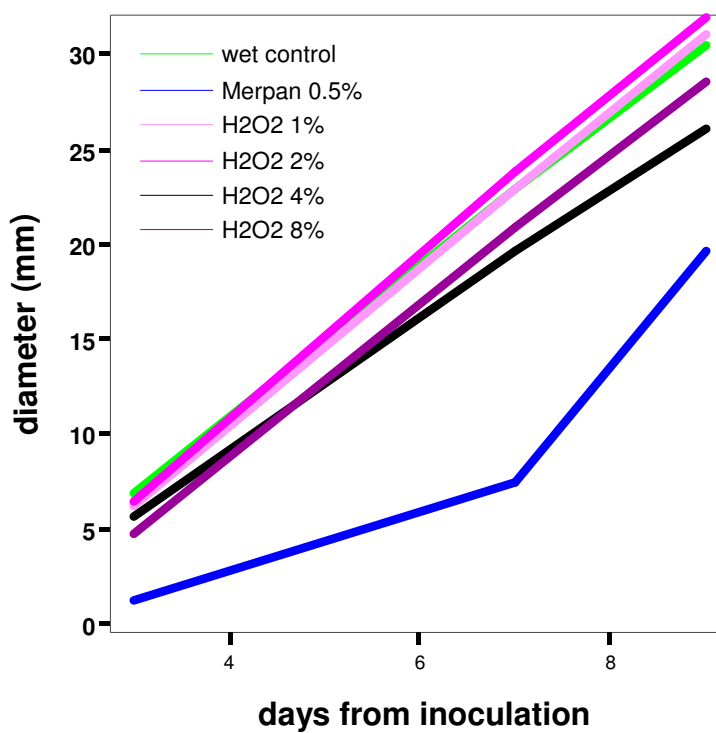
כל טיפול ניתן ל- 4 חזרות פרי (10 פירות בחזרה) עבור כל פטרייה. לכל חזרה הוכנה תמיסה לטבילה בת 5 ליטר של התכשיר המכיל 25% מי חמצן ו- 2% חומצה פראצטית, על-ידי מיהול במים מזוקקים. לאחר התייבשות הפרי הוא הועבר לחיי מדף ב-  $20^{\circ}\text{C}$  כשהוא עטוף בשקיות פוליאאתילן למעקב אחר התפתחות הפטריות. קוטר הרקבון שהתפתח בכל אתר אילוח נמדד לאחר 2, 6 ו- 8 ימי שהיה בתנאים אלה.

### תוצאות

שעורי התפתחות הרקבון בפרי הבקורת היו גבוהים למדי והם הופחתו משמעותית רק על-ידי הטיפול במרפאן 0.5% (טבלה 8.1). למרות שלא נמנעה התפתחות הפטריות על-ידי הטיפולים במי חמצן, חל עיכוב מובהק בהתפתחות שתי הפטריות בתכשיר בריכוז של 4% (איורים 8.1 ו-8.2). הכפלת הריכוז ל- 8% הגבירה במקצת את היעילות כנגד העובש האפור (מובהק לעומת הביקורת), אך לא כן לגבי העובש הכחול.

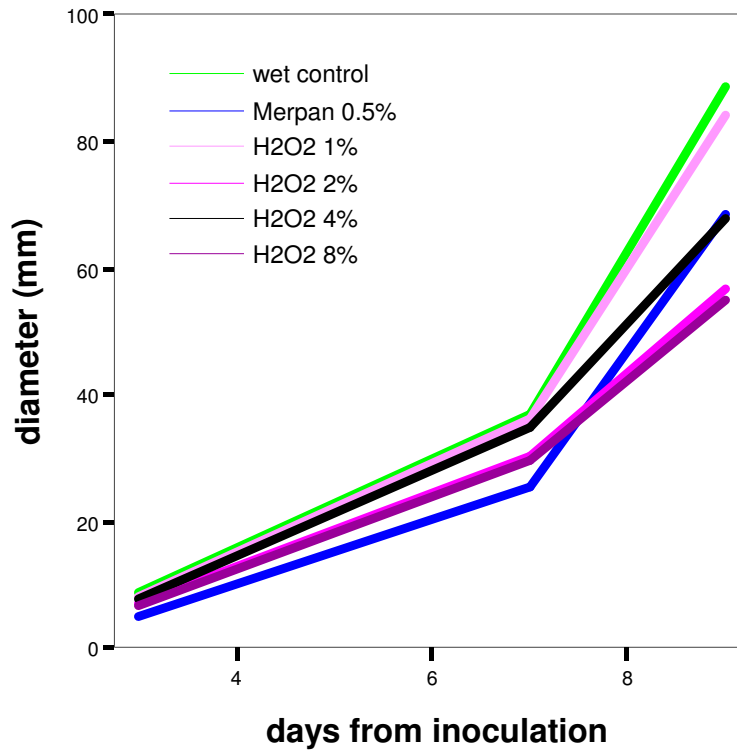
טבלה 8.1 - שעורי התפתחות רקבון באתרי אילוח, לאחר 8 ימי שהיה ב- 20°C מיום הטיפול (באחוזים).

<i>Penicillium expansum</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	הטיפול
98.8	98.8	בקורת
76.3	87.5	מרפאן 0.5%
97.5	100	מי חמצן 1%
98.8	98.8	מי חמצן 2%
83.8	95.0	מי חמצן 4%
98.8	100	מי חמצן 8%



איור 8.1 - קוטר ריקבון העובש הכחול בפירות תפוח דלישם זהוב מאולחים באופן מלאכותית.





איור 8.2 - קוטר ריקבון העובש האפור בפירות תפוח דלישס זהוב מאולחים באופן מלאכותית.

#### סיכום

נערך ניסוי לבדיקת יעילות מי חמצן הניתנים בטבילה, בהדברת העובש הכחול והעובש האפור בפירות תפוח מאולחים. יש לציין שבתנאי הניסוי ניתנה עדיפות גבוהה לפטריות להתפתח ולגרום לרקבון, ואף הטיפול המסחרי המומלץ – טבילה במרפאן 0.5% - עיכב רק חלקית את התפתחות הרקבונות. רק בריכוז של 4% הראה התכשיר הנבדק עיכוב מובהק של התפתחות שני גורמי הרקבון. העלאת הריכוז לא שיפרה את יעילות הטיפול, שהיתה פחותה מיעילות המרפאן. יתכן שניתן יהיה לשפר את יעילות הטיפול על-ידי הארכת משך הטבילה. כמו-כן, ניתן לשער שבתנאי הדבקה טבעיים יהיו לטיפול סיכויים טובים יותר לעכב את הופעת הרקבון ואת התפתחותו.

## 9. בחינת יעילות תכשיר DPA גל 30 להדברת צרבון שטחי בתפוח

### רקע

חברת עמגל פיתחה תכשיר להדברת הצרבון השטחי בתפוח על בסיס החומר הפעיל די-פניל אמין (DPA) בשם DPA גל 30. על סמך ניסויי מעבדה, שנערכו במנהל המחקר החקלאי, נתקבל היתר שימוש בתכשיר לטיפול בתפוח. אולם, יעילות התכשיר עדיין לא נבדקה בתנאים מסחריים, בשילוב עם קוטל הפטריות מרפאן. לפיכך נערכו שני ניסויים בתנאים מסחריים בזני תפוח הרגישים לצרבון שטחי: סטרקינג דלישס וגרני-סמית.

### מהלך העבודה

הוצבו 2 ניסויים בכל אחד מהזנים: אחד בקירור רגיל בתיבות שדה והשני באוויר מבוקר במיכלים. הניסויים בוצעו במתקן הקילוח של בית הקירור "קירור גליל" בקרית שמונה. יום לאחר הקטיף המסחרי, נדגמו 24 מיכלי פרי מ-4 מטעים מהגולן ומהרי נפתלי (6 מיכלים מכל מטע). בהגיע הפרי לבית הקירור נדגמו כ-50 פירות מכל מיכל (כ-8 ק"ג), לתיבות שדה, אשר שימשו כביקורת לא מטופלת. לאחר דיגום הפרי מהמיכלים בוצעו טיפולי קילוח ב-DPA, כאשר 3 מיכלים (חזרות) מכל מטע קולחו בו זמנית. הטיפולים שנבחנו בניסוי כללו:

טיפול 1: DPA גל 30 – 2,000 או 3,000 ח"מ חומר פעיל (ח"פ) בתוספת מרפאן 0.5%.

טיפול 2: DPA תוצרת סייפ-פק – 2,000 או 3,000 ח"מ ח"פ בתוספת מרפאן 0.5% (ביקורת מסחרית).

טיפול 3: ביקורת ללא טיפול כלל (תיבות שדה בלבד).

\* בזן סטרקינג נבחן ריכוז של 2,000 ח"מ ח"פ ובזן גרני סמית נבחן ריכוז של 3,000 ח"מ ח"פ.

לאחר התייבשות הפרי המטופל נדגמו מכל מיכל 50 פירות לתיבות שדה בדומה לביקורת. מיכלי הפרי אוחסנו בבית הקירור גליל באווירה מבוקרת (בהתאם לזן). בנוסף הוכנסו לחדר הקירור 3 מתוך 6 תיבות הביקורת מכל מטע. תיבות השדה, שנדגמו ממיכלי הפרי המטופלים, ויתרת תיבות הביקורת אוחסנו בקירור רגיל במעבדה. בעת פתיחת חדרי האחסון המסחריים באוויר מבוקר, נדגמו 50 פירות מכל מיכל, שהועברו ביחד עם תיבות פרי הביקורת לשבוע ימים בחיי מדף.

בעת הקטיף נבדק מצב הבשלת הפרי (קשיות ודרגת פירוק העמילן). לאחר 7 ימי חיי מדף ( $20^{\circ}\text{C}$  ו-65% לחות יחסית) בתום האחסון, נבחנה איכות הפרי ושעור התפתחות הצרבון השטחי, לבדיקת השפעת הטיפולים. מועדי ביצוע הבדיקות מפורטים בטבלה 10.1 ומצב הבשלת הפרי בקטיף מתואר בטבלה

10.2.

טבלה 9.1 - מקור הפרי, מועדי ביצוע הטיפולים והבדיקות בפירות הניסויים.

סטרקינג	גרני-סמית	
אלוני הבשן, אודם, כפר סאלד ומנרה	אלוני הבשן, רמת-מגשימים, מלכיה ודישון	<b>מקור הפרי</b>
9 ספטמבר, 2007	7 אוקטובר, 2007	<b>קטיף</b>
25 פברואר, 2008	16 מרץ, 2008	<b>חיי המדף לאחר אחסון בקירור רגיל</b>
30 מרץ, 2008	11 מרץ, 2008	<b>חיי המדף לאחר אחסון באוויר מבוקר</b>

טבלה 9.2 - מצב הבשלת הפרי מהזנים השונים בעת הקטיף.

הזן	מקור הפרי	דרגת פירוק עמילן (1-10)	קושיות (ל"כ)
<b>גרני סמית</b>	<b>אלוני הבשן</b>	3.1 b	15.4 b
	<b>רמת-מגשימים</b>	4.2 a	16.8 a
	<b>מלכיה</b>	4.5 a	15.4 b
	<b>דישון</b>	3.9 ab	16.0 ab
<b>סטרקינג</b>	<b>אלוני הבשן</b>	5.3 a	16.0 ab
	<b>אודם</b>	4.8 a	16.3 ab
	<b>כפר סאלד</b>	2.7 b	16.7 a
	<b>מנרה</b>	4.8 a	15.6 b

a-b – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין המטעים, בכל זן.

## תוצאות

### א. גרני סמית

בפרי שאוחסן בקירור רגיל, נמצאה הפחתה מובהקת של שיעור הצירבון וחומרנו על-ידי שני חומרי הקילוח, ללא הבדל ביניהם (טבלה 9.3). בבחינת שיעור הצירבון, בפרי שאוחסן באווירה מבוקרת לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים, כאשר בכולם שיעור הצירבון היה נמוך מ-8% וחומרנו הייתה קלה (נתונים אינם מוצגים). מבחינת קשיות הפרי לאחר שבוע חיי מדף בתום האחסון בקירור באווירה מבוקרת, או בקירור רגיל לא נמצאו הבדלים עקביים בין חומרי הטבילה השונים לבין הביקורת הלא מטופלת למרות שבממוצע נמצא הבדל מובהק בין שני התכשירים הנבדקים, לאחר אחסון באוויר מבוקר (טבלה 9.4). היעילות הייתה דומה בפרי מכל המטעים, ללא קשר למצב ההבשלה בקטיף ולכן מוצגים הממוצעים מארבעתם. ההשפעה המוכרת של DPA על שמירת קשיות פרי טובה בהשוואה לפרי לא מטופל, היתה ניכרת בפרי מאחד המטעים בלבד ורק בקירור רגיל.

**טבלה 9.3** - השפעת טיפולים ב-DPA על שיעור הצירבון, חומרנו ושיעור הפרי הבריא בתפוח גרני-סמית לאחר 7 ימי חיי מדף בתום כ-5 חודשי אחסון בקירור רגיל (ממוצעים מכלל המטעים).

הטיפול	שיעור הצירבון (%)	חומר הצירבון (1-4)*	פרי בריא (%)**
ביקורת	98.0 a	2.6 a	1.5 b
DPA 30 גל	32.7 b	1.3 b	67.1 a
DPA סייפ-פק	42.3 b	1.4 b	57.7 a

a-b – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין הטיפולים בכל מטע. \* חומר הצירבון: 1 קל - פחות מ-25% משטח הפרי... 4 קשה – 75-100% משטח הפרי. \*\* המשלים ל-100% הינו שיעור הריקבון.

**טבלה 9.4** - השפעת טיפולים ב-DPA על קושיות (ל"כ) תפוח גרני-סמית לאחר 7 ימי חיי מדף בתום אחסון בקירור.

מקור הפרי	אוויר מבוקר			קירור רגיל		
	ביקורת	DPA 30 גל	DPA סייפ-פק	ביקורת	DPA 30 גל	DPA סייפ-פק
אלוני הבשן	16.4 a	15.9 b	16.1 ab	15.0	14.5	15.0
רמת-מגשימים	16.4	16.7	16.7	15.5	15.9	15.5
מלכיה	15.8 ab	15.4 b	16.3 a	14.4 c	15.0 b	15.5 a
דישון	16.2	16.3	16.6	14.4	14.7	14.7
ממוצע	16.2 ab	16.1 b	16.4 a	14.8	15.1	15.1

a-c – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין הטיפולים בכל מטע.

### ב. סטרקינג

באחסון בקירור רגיל, נמצא כי בפרי הביקורת מאודם, היה שיעור הצירבון נמוך מ-5% בעוד שבפירות המטעים האחרים נמצא כ-30% צירבון (טבלה 9.5). לפיכך, על-מנת להדגיש את ההבדלים בין הטיפולים בהשפעתם על שיעור הצירבון וחומרנו, נותחו הנתונים של שלושת המטעים הללו, ללא נתוני הפרי מאודם. מניתוח זה עולה, כי שני טיפולי הקילוח הפחיתו את שיעור הצירבון באופן מובהק, לעומת פירות הביקורת ללא השפעה על חומרנו. למרות שלא נמצא הבדל סטטיסטי בין שני טיפולי ה-DPA, הרי שה-DPA של סייפ-פק היה יעיל פי 1.5 לעומת ה-DPA 30 גל. גם בפרי מאודם שתוצאותיו נותחו בנפרד התקבלה נטייה דומה, אם כי לא מובהקת. בבחינת שיעור הצירבון בפרי שאוחסן באווירה מבוקרת לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים, כאשר שיעור הצירבון היה נמוך מ-2% וחומרנו קלה (נתונים אינם מוצגים). בבחינת קשיות הפרי לאחר שבוע חיי מדף בתום האחסון בקירור רגיל נמצא בשני מטעים מתוך הארבעה, כי הפרי המטופל ב-DPA של סייפ-פק היה רך במובהק לעומת פרי הביקורת (טבלה 9.6). לעומת זאת בפרי שאוחסן בקירור באוויר מבוקר לא נמצאה כל השפעה של הטיפולים על קושיות הפרי.

טבלה 9.5 - השפעת טיפולים ב-DPA על שיעור הצירבון, חומרתו ושיעור הפרי הבריא בתפוח סטרקינג לאחר 7 ימי חיי מדף בתום אחסון בקירור רגיל.

מקור הפרי	הטיפול	שיעור הצירבון (%)	חומרת הצירבון (1-4) <sup>*</sup>	פרי בריא (%) <sup>**</sup>
אלוני הבשן, מנרה וכפר סאלד	ביקורת	29.8 a	1.7	68.2 b
	DPA 30 גל	15.0 b	1.4	81.5 a
	DPA סייפ-פק	6.5 b	1.6	88.2 a
אודם	ביקורת	4.8	1.5	92.8
	DPA 30 גל	1.5	2.0	93.1
	DPA סייפ-פק	0.0	---	94.5

<sup>\*</sup> חומרת הצירבון: 1 קל - פחות מ-25% משטח הפרי... 4 קשה - 75-100% משטח הפרי.

<sup>\*\*</sup> המשלים ל-100% הינו שיעור הריקבון וגומה מרה.

a-b - אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין הטיפולים בכל מטע.

טבלה 9.6 - השפעת טיפולים ב-DPA על קושיות (ל"כ) תפוח סטרקינג לאחר 7 ימי חיי מדף בתום אחסון בקירור.

מקור הפרי	אוויר מבוקר			קירור רגיל		
	ביקורת	DPA 30 גל	DPA סייפ-פק	ביקורת	DPA 30 גל	DPA סייפ-פק
אלוני הבשן	14.4	14.1	14.8	13.5	12.7	13.0
אודם	13.2	12.9	13.7	13.5 a	12.7 b	12.7 b
כפר סאלד	14.9	15.0	14.9	13.0 b	14.2 a	12.4 c
מנרה	12.9	13.0	13.1	13.3	13.1	13.6
<b>ממוצע</b>	<b>13.9</b>	<b>13.7</b>	<b>14.1</b>	<b>13.3</b>	<b>13.2</b>	<b>12.9</b>

a-c - אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ( $p \leq 0.05$ ) בין הטיפולים בכל מטע.

### סיכום

בבחינת יעילות התכשיר DPA 30 גל של חברת עמגל בהדברת הצירבון השטחי בתפוח, נבחנו 2 זני תפוח: סטרקינג דליש בעל רגישות בינונית-גבוהה למחלה וגרני סמית, לו רגישות גבוהה למחלה. יעילות התכשיר השוותה ליעילות התכשיר המאושר של חברת סייפ-פק. מבחינת השפעת התכשירים על התפתחות הצירבון השטחי, בשני הזנים נמצאה הפחתה מובהקת של המחלה באחסון בקירור רגיל ללא הבדל מובהק בין שני התכשירים. בשני הזנים לא נמצאו הבדלים בהשפעת שני תכשירי ה-DPA על קושיות הפרי או על גורמי איכות אחרים כמו ריקבונות או גומות. בנוסף לכך יש לציין כי לא נמצאה כל השפעה פיטוטוקסית של התכשיר החדש.