

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

אחסון אגס

דו"ח לשנת 2005

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

ספטמבר 2005

תוכן

3	1. בדיקת רקבונות אחסון באגס ספדונה על-ידי קילוח בתנאים מסחריים
7	2. הדברת צרבון שטחי באגס ספדונה בשיטת הקילוח
	3. וויסות הבשלת האגס לאורך השנה לאחר הקטיף והאחסון
10	ניסוי א' - השפעת 1-MCP במצבי הבשלה שונים על אחסון אגס
13	ניסוי ב' - התאמת הטיפול ב- 1-MCP למצב הבשלת הפרי בקטיף
	ניסוי ג' - טיפול חצי מסחרי ב- 1-MCP באגס מקטיף מאוחר המיועד
21	לאחסון בקירור רגיל
24	ניסוי ד' - השפעת 1-MCP על אגס לאחר האחסון באוויר מבוקר
25	ניסוי ה' - זירוז הבשלה הבשלה וקיצור חיי מדף של אגס מאוחסן
26	4. ניסויים מסחריים

תודות

ליוסי ברזילי - חברת מכתשים
 לנוטעי האגס מרמת מגשימים, ברעם, נאות מרדכי, אילת השחר ורמות נפתלי
 ולמועצת הצמחים עבור המימון

הדברת רקבונות אחסון באגס ספדונה על-ידי קילוח בתנאים מסחריים

השיטה הנהוגה במסחר למניעת התפתחות רקבונות באחסון אגס היא טבילת מיכלי הפרי ביום הקטיף בתערובת של מרפאן להדברת הפטריות הגורמות לרקבון עם תכשיר של נוגד החמצון אתוקסיקווין, להדברת מחלת הצרבון השטחי. טיפול זה הוא יעיל למדי לשתי המטרות, אולם לעיתים קרובות הוא משאיר אבקה לבנה של מרפאן על פני הפרי, במיוחד אם הטיפול מבוצע בצורת קילוח. לפיכך, ההמלצה היא לטבול את מיכלי הפרי, אף על פי ששיטת הקילוח היא רצויה יותר מבחינה לוגיסטית. אפשרות אחרת לשמירת איכות הפרי באחסון היא למצוא שילוב אחר של חומרים להדברת המחלות הפתוגניות והמחלה הפיזיולוגית.

בתנאי מעבדה נמצאה חלופה אפשרית לשימוש במרפאן והוא תכשיר ההדברה עמיסטאר (AMISTAR), מתוצרת חברת BAYER (משווק בארץ על-ידי חברת מכתשים) המבוססת על קוטל פטריות מקבוצת הסטרובילורינים, הידועה כבעלת רעילות נמוכה לבעלי דם חם. מטרת הניסוי הזה היתה לבחון את יעילות התכשיר בתנאים מסחריים, בשילוב עם התכשיר "דקו-סקולד", כשהטיפול ניתן בקילוח.

חומרים ושיטות

הניסוי בוצע בבית הקירור "גליל קירור" בקרית שמונה, בפרי שנקטף ב- 27/7/05 במטעים של נאות מרדכי, ברעם, יונתן ורמת מגשימים.

הניסוי בוצע למחרת הקטיף בשעות הבוקר המוקדמות, לאחר שהיית לילה ב- 12 מיכלי פרי מכל מטע, שחולקו ל- 4 הטיפולים הבאים:

1. בקורת מסחרית – טבית המיכלים במשך 20 שניות בדקו-סקולד +0.15% מרפאן 0.5%.
 2. קילוח הפרי במיכלים בתערובת של דקו-סקולד + 0.15% מרפאן 0.5%.
 3. קילוח הפרי במיכלים בדקו-סקולד 0.15% (במקור טיפול זה היה מיועד לבחון את יעילותו של שמר להדברה ביולוגית, אך בדיעבד התברר שהשמר נקטל על-ידי התכשיר דקו-סקולד).
 4. קילוח הפרי במיכלים בתערובת של דקו-סקולד + 0.15% עמיסטאר 150 ח"מ. כל טיפול ניתן ל- 3 מיכלים מכל מטע = סה"כ 12 מיכלים לטיפול.
 5. בקורת - פרי ללא כל טיפול. לפני הטיפולים נדגמו 6 תיבות פרי (כ- 8 ק"ג/תיבה) מכל מטע מכל מיכלי הניסוי. מחצית תיבות פרי הבקורת אוחסנו בקירור מסחרי בתוך מיכל מסומן יחד עם שאר המיכלים. המחצית השניה הועברה לאחסון במעבדה לקירור ביחד עם תיבות הפרי, שנדגמו מהמיכלים לאחר ביצוע הטיפולים.
- בתום הטיפולים, הפרי אוחסן בקירור ונעטף לאחר התקררותו, לפני הפעלת תנאי אוויר מבוקר ($2.5\%CO_2 + 1.5\%O_2$). חדר הקירור ב"קירור גליל" נסגר ב- 4/8 ונפתח ב- 17/11. המיכלים הועברו לבתי האריזה ובשעת המיון נאספו נתוני האריזה ומשקל הפרי הרקוב מכל מיכל. הפרי של יונתן ורמת מגשימים מוין ב- 29/11/05, של ברעם ב- 7/12/05 ושל

נאות מרדכי מוין ב- 8/12/05. בעת המיון נדגמה תיבת פרי מכל מיכל, שהועברה למעבדה לקירור, שם אוחסן בתנאי אוויר רגיל עד 5/1/06. לאחר בדיקת כל הפרי בתיבות, הפרי הבריא הועבר לחיי מדף ונבדק שוב כעבר 5 ימים.

תיבות הפרי שנדגמו לאחר מתן הטיפולים אוחסנו בתנאי אוויר מבוקר כנ"ל עד ל- 5/4/06. בעת בדיקת הפרי בהוצאה מקירור נדגם 1 ק"ג פרי מכל מטע בטיפולים 3 ו- 4 לעריכת בדיקות שאריות של התכשיר עמיסטאר. לאחר הבדיקה הועבר כל הפרי הבריא לחיי מדף ב- 20°C לבדיקה אחרי 5 ו- 10 ימים.

תוצאות

אחסון מסחרי באוויר מבוקר (מיכלים)

לניסוי נבחר פרי מקטיפ מאוחר יחסית, שצפויה לו רגישות רבה להתפתחות רקבונות, וקשיותו בעת הקטיפ נעה בין 11.8-13.0 ל"כ במטעים שונים. לפיכך, בבית הקירור הוחלט לפתוח את חדר האוויר המבוקר במחצית נובמבר. במועד זה שעורי הרקבון היו עדיין נמוכים אפילו בפרי שלא טופל בקוטל פטריות (טבלה 1, טיפול 3) ולא נתקבלו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. עם זאת, שעורי הרקבון בפרי, שלא טופל בקוטל פטריות, היו הגבוהים ביותר.

טבלה 1 - שעורי הפרי הרקוב במיכלי הפרי בעת המיון לאחר אחסון באוויר מבוקר עד 17.11.05.

ממוצע	נאות מרדכי	ברעם	יונתן	רמת מגשימים	הטיפול
0.30	0.34	0.09	0.13	0.65	בקורת מסחרית – טבילה
0.52	1.07	0.15	0.34	0.52	קילוח דקו-סקולד+מרפאן
1.53	4.24	0.50	0.75	0.61	קילוח דקו-סקולד
0.87	2.77	0.19	0.08	0.45	קילוח דקו-סקולד+עמיסטאר

אחסון באוויר רגיל (בתיבות)

לאחר יותר מ- 5 חודשי אחסון באוויר רגיל, ללא כל טיפול, שעור הרקבון בפרי לא היה גבוה (% 1.3-5.3 במטעים השונים) והגיע רק ל- 4.4% בממוצע (טבלה 2). טיפול ההדברה היעיל ביותר היה עמיסטאר, אך שעור הרקבון בו לא נבדל במובהק מהבקורת המסחרית. היתרון העיקרי שלו היה בכך שהפרי היה ללא אבקה לבנה לאחר טיפול הקילוח ובכך הוא נבדל במובהק אף מטיפול הטבילה במרפאן + דקו-סקולד. השילוב של עמיסטאר עם דקו-סקולד לא פגע בכושר ההדברה של האחרון, והתפתחות מחלת הצרבון השטחי נמנעה לחלוטין.

בפרי משני מטעים נצפתה תופעה של נקודות שחורות זעירות בשעור נמוך של פירות לא מטופלים (תמונה 1). הופעת הנקודות הוגברה על-ידי טיפולי הקילוח בדקו-סקולד עם

מרפאן. זה פגע באיכות הכוללת של הפרי בטיפול זה, בנוסף לאבקה הלבנה. כתוצאה מכך ירד מאד שעור הפרי הבריא. בטיפול הקילוח של עמיסטאר ודקו-סקולד התקבל שעור הפרי התקין הגבוה ביותר, שהיה דומה לזה שהתקבל בטיפול המסחרי בטבילה. הרקבונות שהופיעו בפרי לא מטופל נגרמו בעיקרם על-ידי הפטריה *Stemphyllium botryosum*, הגורם לרקבון בפיטם הפרי. רקבון זה על פי רוב הופיע מעט ואינו מסב נזק רב, מאחר ואינו עובר מפרי לפרי. הפטריה לא הודברה ביעילות על-ידי המרפאן, אך לעמיסטאר היתה השפעה מסוימת בעיכוב התפתחותה. לעומתו, הפטריה *Botrytis cinerea* עלולה לעבור מפרי לפרי במהלך האחסון והיא היוותה כ- 40% מגורמי הרקבון בפרי לא מטופל, ולמעלה מ- 50% בפרי שטופל בדקו-סקולד בלבד. הטבילה המסחרית והקילוח בעמיסטאר עם דקו-סקולד, הדבירו ביעילות את הפטריה והפחיתו את שעורי הרקבון, שנגרמו על-ידי *Botrytis cinerea* ועל-ידי *Penicillium expansum*.

טבלה 2 - איכות אגסי ספדונה לאחר 23 שבועות אחסון באוויר רגיל 0.5°C ו- 5 ימים בחיי מדף ב- 20°C (10/1/06)

פרי תקין (%)	נקודות שחורות (%)	אבקה לבנה (%)	צרבון (%)	רקבון (%)	הטיפול
50.0b	1.8b	3.2c	46.5a	1.7	בקורת ללא טיפול
88.2a	2.8b	16.9b	2.5b	1.1	בקורת מסחרית - טבילה
41.8b	10.7a	61.2a	0.1b	1.5	קילוח דקו-סקולד+מרפאן
86.4a	3.2b	9.1b	0b	2.0	קילוח דקו-סקולד
90.9a	1.6b	6.0c	0b	0.8	קילוח דקו-סקולד+עמיסטאר
0.000	0.000	0.000	0.000	ל.מ.	מובהקות



תמונה 1 - נקודות שחורות זעירות בפרי שעבר קילוח בדקו-סקולד + מרפאן.

אחסון באוויר מבוקר

בהוצאת הפרי מקירור בתחילת אפריל, הופיעו צרבון קל ב- 33% ו- 5% רקבון בפירות הבקורת. הפרי המטופל היה ללא צרבון כלל ועם מעט רקבונות. לאחר שבוע בחיי מדף, שעור הפירות הנגועים בצרבון בפרי הבקורת לא השתנה, אך עצמת המחלה גברה (טבלה 3). לעומת זאת, בכל הטיפולים לא נצפתה צרבון משמעותי ולא היו הבדלים מובהקים ביניהם. הדברת הרקבונות על-ידי המרפאן היתה יעילה בשתי צורות היישום, אך הקילוח עם עמיסטאר לא היה מספיק יעיל. השנה 75% מהרקבונות נגרמו על-ידי הפטריה *Botrytis cinerea*. שיעור העובש האפור אמנם הופחת אך לא במידה מובהקת.

טבלה 3 - השפעת קילוח בתנאים מסחריים על שעורי הצרבון והרקבון באגסי ספדונה לאחר שבוע בחיי מדף בתום 26 שבועות אחסון ב- 0.5°C באוויר מבוקר.

פרי בריא (%)	רקבון (%)				צרבון שטחי (%)	הטיפול
	סה"כ	אחר	<i>P. expansum</i>	<i>B. cinerea</i>		
44.0b	17.1a	2.7	1.6	12.8a	35.4a	בקורת ללא טיפול
94.9a	2.3b	1.7	0.3	0.3b	2.0b	טבילה דקו-סקולד+מרפאן
96.0a	4.6b	2.8	0.3	1.5b	0.1b	קילוח דקו-סקולד+מרפאן
86.5a	13.3ab	2.1	4.3	6.9ab	0.1b	קילוח דקו-סקולד+עמיסטאר
0.000	0.067	ל.מ.	ל.מ.	0.075	0.000	מובהקות

סיכום

בניסוי מסחרי, בו נבדקה האפשרות להחליף את המרפאן בתכשיר עמיסטאר, שהוכיח אשתקד יעילות בהדברת רקבונות אחסון באגסי ספדונה, בעקבות יישומו בקילוח בשילוב עם דקו-סקולד, לא נתקבלה תוצאה משביעת רצון. אמנם לא הופיעה אבקה לבנה על פני הפרי, כפי שהתקבלה לאחר קילוח בדקו-סקולד עם מרפאן, אך יעילות הדברת הרקבונות לא היתה מספקת לאחר אחסון ממושך באוויר מבוקר. הסיבות להעדר יעילות הטיפול בהשוואה לתוצאות שנתקבלו בשנה קודמת עשויה להיות: א. מרבית הרקבונות נגרמו השנה על-ידי פטרית העובש האפור. לעומת העובש הכחול לפני כן. ב. הוחלף תכשיר האתוקסיקווין שהיה בעבר בשימוש, בתכשיר חדש המשאיר פחות אבקה על פני הפרי. יתכן שההתאמה בין שני התכשירים לא היתה טובה. מכל מקום, אין בידינו עדיין קוטל פטריות שעשוי להיות תחליף למרפאן בטיפול באגס לקראת האחסון.

הדברת צרבון שטחי באגס בשיטת הקילוח

יישום תכשירי הדברה לאחר הקטיף למניעת התפתחות מחלת הצרבון השטחי ומחלות פתוגניות הוא חיוני לשמירת איכות האגס בקירור במשך תקופות אחסון ארוכות עד 10 חודשים. תכשירי ההדברה המומלצים היום הם אתוקסיקווין (קדו-סקולד של חברת סייפ-פק בע"מ) ומרפאן ויעילותם גבוהה. שיטת היישום המומלצת היא טבילת מיכלי הפרי במשך 20 שניות. הטיפול חייב להתבצע ביום הקטיף על מנת שהפרי יוכנס באותו יום לחדרי הקירור המוקדם, והטבילה מהווה צוואר בקבוק בתהליך, במיוחד בשיא עונת הקטיף הקצרה. ניתן לזרז את התהליך על-ידי קילוח הפרי, המתבצע בזמנית ב-3 מיכלים. אולם, לעיתים קרובות נתקלים בבעיה של הוצרות שאריות של תכשירי ההדברה בצורת אבקה לבנה על פני הפרי. שכבת האבקה אינה יורדת בקלות, אף על פי שהפרי נשטף במים בסוף האחסון, לקראת אריזתו. מטרות הניסוי היו:

1. לבחון אפשרות של הפחתת שאריות האבקה הלבנה על הפרי על-ידי הפחתת ריכוז הדקו-סקולד, תוך בחינת ירידה אפשרית ביעילותו.
2. להשתמש בתכשיר אחר - DPA למניעת התפתחות הצרבון השטחי (אפשרות שלישית של החלפת המרפאן להדברת רקבונות נבחנה בניסוי הקודם).

חומרים ושיטות

הניסוי בוצע בתנאים מסחריים בבית הקירור "קירור גליל" ב-18/7/05, עם מיכלי פרי מ-4 מטעים: יונתן, רמת מגשימים, אילת השחר ורמות נפתלי. 3 מיכלים מכל מטע קיבלו כל אחד מהטיפולים הבאים לאחר דיגום של 50 פירות מכל מיכל, ששימשו כבקורת לא מטופלת. הטיפולים היו:

1. קילוח בדקו-סקולד 800 ח"מ (ח.פ.) + מרפאן 0.5% (0.11% תכשיר של 72% חומר פעיל)
2. קילוח בדקו-סקולד 1000 ח"מ (ח.פ.) + מרפאן 0.5% (0.14% תכשיר של 72% חומר פעיל)
3. קילוח בדקו-סקולד 1200 ח"מ (ח.פ.) + מרפאן 0.5% (0.17% תכשיר של 72% חומר פעיל)
4. קילוח ב-DPA 1000 ח"מ (ח.פ.) + מרפאן 0.5%
5. קילוח ב-DPA 2000 ח"מ (ח.פ.) + מרפאן 0.5%

בתום הטיפולים, נדגמו 50 פירות מטופלים, לאחסון בתא קירור במעבדה. המיכלים הוכנסו לקירור מוקדם ולמחרת תיבות הפרי נעטפו במעבדה והמיכלים בבית הקירור בפוליאתיילן מחורר 0.04 מ"מ. מחצית מתיבות פרי הבקורת אוחסנו במיכל עם שאר הפרי בתנאים מסחריים באוויר מבוקר (-0.5°C , $2\% \text{O}_2 + 5\% \text{CO}_2$). חדר האחסון נפתח ב-3/4/06 ולמחרת נדגמה תיבת פרי (50 פירות) מכל מיכל לבדיקה במעבדה. הפרי הושהה בחיי מדף עד ל-10/4/06 ונבדק. במעבדה הפרי אוחסן ב- -0.3°C , $1.9\% \text{O}_2 + 5\% \text{CO}_2$ עד ל-23/4/06. לאחר מכן הפרי אוחסן באוויר רגיל באותה טמפרטורה במשך חודש ימים עד ל-24/5/06, נבדק בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף ב- 20°C עד ל-29/5/06.

תוצאות

נתקבלו הבדלים ברגישות הפרי מהמטעים השונים להתפתחות צרבון שטחי ורקבונות אחסון (טבלה 1). אמנם נמדדו הבדלים מובהקים במצב הבשלת הפרי בקטיף בין המטעים השונים (לפי קשיות הפרי) אך דווקא במטע עם הפרי הפחות בשל התקבל שיעור הצרבון הגבוה ביותר, בניגוד למקובל באגס, שנעשה רגיש יותר למחלה זו ככל שהבשלתו מתקדמת. יתכן מאוד שהגורם הקובע הוא הגורם האקלימי בתקופת גידול הפרי והפרי מהעמק (אילת השחר) היה לכן רגיש יותר מפרי מאזור ההר (שאר המטעים). כל הטיפולים למניעת צרבון היו יעילים ללא הבדלים מובהקים ביניהם אך היתה נטיה לשיעור צרבון גבוה יותר בפרי שטופל ב-DPA. למרות ששיעורי הרקבון הופחתו בדרך כלל, ההבדלים לא היו מובהקים לעומת פרי לא מטופל (טבלה 2).

שאריות אבקה לבנה כמעט ולא נראו על פרי שאוחסן בבית הקירור המסחרי ונדגמו בעת פתיחת החדר. לעומת זאת, בפרי שאוחסן במעבדה נראה סימני אבקה על כ- 20% מהפרי שטופל בדקו-סקולד ומרפאן, ללא השפעה של ריכוז הדקו-סקולד. השילוב של DPA עם מרפאן השאיר פחות אבקה על הפרי. ככלל, כמות האבקה הלבנה היתה מעטה, ויתכן שההבדל בין שני מועדי הבדיקה בשעור הפרי המולבן נובע מכך שהפרי הנבדק על-ידי אדם אחר בכל פעם.

טבלה 1 - מצב הבשלת הפרי ממטעים שונים בקטיף ושעור הצרבון השטחי בפירות הבקורת לאחר כ- 10 חודשי אחסון באוויר מבוקר ו- 5 ימים בחיי מדף.

המטע	קשיות (ל"כ)	פרי עם צרבון שטחי (%)	רקבון (%)
יונתן	12.7±0.9b	4.5b	0.7
רמת מגשימים	12.8±1.5b	0.7b	10.0
אילת השחר	13.8±0.9a	15.3a	13.3
רמות נפתלי	12.3±2.3b	4.4b	6.0
מובהקות (p)	0.071	0.042	ל.מ.

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

טבלה 2 - שעורי הצרבון השטחי והרקבון באגסי ספדונה לאחר 5 ימים בחיי מדף בתום האחסון המסחרי והאחסון במעבדה ב- -0.5°C בתנאי אוויר מבוקר.

מקום האחסון	תאריך הבדיקה	הטיפול	צרבון (%)	רקבון (%)	אבקה לבנה (%)
בית הקירור	10.4.06	בקורת	1.7a	7.9	0
		800 ח"מ נו-סקולד+מרפאן	0b	2.1	0.7
		1000 ח"מ נו-סקולד+מרפאן	0b	1.5	0.7
		1200 ח"מ נו-סקולד+מרפאן	0b	1.9	2.3
		1000 ח"מ DPA	0b	2.0	0.3
		2000 ח"מ DPA	0b	0.9	0
		מובהקות (p)		0.002	ל.מ.
מעבדה	28.5.06	בקורת	6.2a	4.7	0.5c
		800 ח"מ נו-סקולד+מרפאן	0b	1.3	17.8a
		1000 ח"מ נו-סקולד+מרפאן	0.3b	5.9	19.0a
		1200 ח"מ נו-סקולד+מרפאן	0.7b	1.2	22.0a
		1000 ח"מ DPA	1.2b	2.3	6.0b
		2000 ח"מ DPA	1.9b	5.5	9.2b
		מובהקות (p)		0.002	ל.מ.

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

סיכום

בניסוי מסחרי שנערך בבית הקירור "קירור גליל" באגסי ספדונה מ-4 מטעים, בפרי שנקטף במחצית השניה של חלון הקטיף נתקבלו שעורי צרבון שטחי ורקבונות אחסון נמוכים למדי בפרי לא מטופל, אפילו לאחר 10 חודשי אחסון. כל הטיפולים למניעת הצרבון היו יעילים (ללא הבדלים בין המטעים) אך יש לשער שברמת רגישות גבוהה יותר למחלה, ניתן היה להבחין ביעילות שונה של הטיפולים. לפיכך, נראה שאפשר להפחית את המינון של הדקו-סקולד ל-1000 ח"מ, אך יש לבדוק את יעילותו של מינון נמוך יותר על רקע של נגיעות קשה יותר. ל-DPA היה יתרון לעומת הדקו-סקולד בשעורים נמוכים יותר של פרי עם אבקה לבנה, אך גם לגבי תכשיר זה אין בטחון שבפרי רגיש יותר היעילות תהיה מספקת, לאור ניסיון בעבר. לעומת זאת, לא נתקבלה פיטוטוקסיות במינון הכפול של התכשיר, אך יחד עם זאת הוא גם לא היה יותר יעיל. מקור האבקה הלבנה שהופיעה על הפרי בכל הטיפולים הוא הפונגציד מרפאן, שלא מנע לחלוטין את שעורי הרקבון הנמוכים, שהופיעו בפרי לא מטופל. במעבדה נערכים עדיין ניסויים למצוא תחליף למרפאן בעל יעילות גבוהה יותר בהדברת רקבונות וכושר ערבוב טוב עם התכשירים למניעת צרבון.

וויסות הבשלת האגס לאורך השנה לאחר הקטיף והאחסון

בנוסף לטיפול הדרוש לזירוז הבשלת האגס בתחילת עונת השיווק, קיים צורך לעכב את הבשלתו וכך להאריך את משך האחסון תוך שמירת איכותו בחיי מדף. החומר 1-MCP מעכב את פעולת האתילן במגוון פירות והינו גורם חדש ומשמעותי באחסון פירות. השפעתו של חומר זה על עיכוב הבשלת פירות רבים מתבטאת בעיקר בחיי מדף. ניסיונות קודמים הראו שיש חשיבות למספר גורמים בעת יישום 1-MCP באגסים. יישומו אף במינונים נמוכים למדי, בשלבים מוקדמים בהבשלת האגס עלול לגרום לעיכוב חזק מדי של הבשלת הפרי וזה יצטמק בחיי מדף עוד לפני התרככותו. כמו כן, ריכוז גבוה יותר עלול לגרום לתוצאה דומה ולא רצויה בפרי יותר בשל. לפיכך, כדי להשתמש ב-1-MCP לוויסות הבשלת האגס לאורך השנה צריך לאפיין את הקשר בין דרגת הבשלת הפרי בעת היישום, מועד היישום, הריכוז הרצוי ואופן האחסון. נבחנה השפעת התכשיר על אגסים בשלבים שונים של הבשלתם, מהקטיף ועד הוצאתם מאחסון. מטרה שנייה ביישום 1-MCP היא מניעת התפתחות המחלה הפיזיולוגית המתפתחת בקירור הקרויה 'צרבון שטחי'. רגישות האגס לצרבון גוברת ככל שמועד קטיף הפרי נדחה. נשאלה איפוא השאלה האם ניתן למצוא מינון מתאים ליישום 1-MCP, שידביר את המחלה, יאט את קצב הזדקנות הפרי, אך יאפשר את הבשלתו התקינה בעת שווק הפרי? אשתקד הופעת הצרבון נמנעה על-ידי אחסון באוויר מבוקר ועל כן לא הובחנה יעילותו של היישום. כמו כן, בשנה שעברה אגס שטופל ב-1-MCP 0.1 ח"מ הבשיל באופן תקין בחיי מדף לאחר 7 ו-9 חודשי אחסון. אולם מינון זה עלול לא להספיק להדברת המחלה בשנה של רגישות גבוהה למחלה, כפי שהיתה השנה.

בעיה נוספת בהבשלת האגס נעוצה בעובדה שהקטיף נערך לפני הבשלתו המלאה והתקופה המוקדמת בשווקו בעייתית מכיוון ואינו מצליח להבשיל כראוי. הבשלתו לאחר תקופת קירור קצרה אינה אחידה ויכולה לארוך זמן ממושך מדי. מכיוון שהאגס הינו פרי קלימקטרי המושפע מאתילן, ניתן להעזר בגז זה כדי לנסות ולזרז את הבשלתו. נבחנה האפשרות לזרז את הבשלת האגס על-ידי אתילן בשלבי אחסון מוקדמים.

ניסוי א' - השפעת 1-MCP במצבי הבשלה שונים על אחסון אגס .

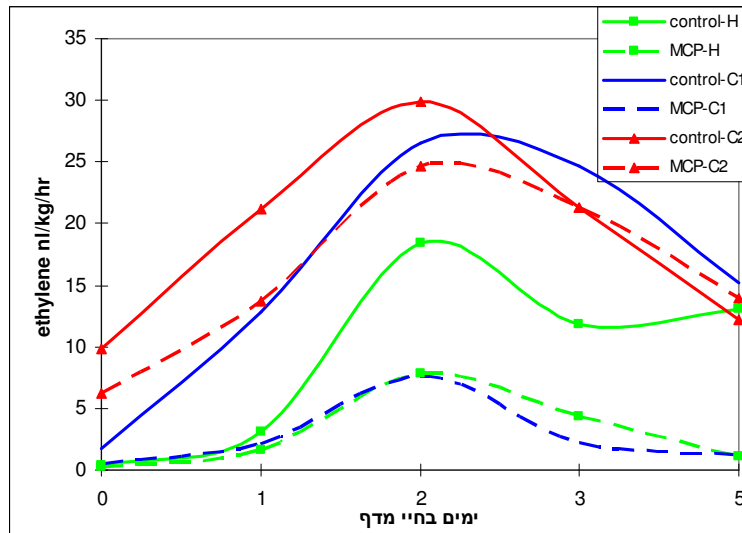
מטרת הניסוי - לבחון את השפעתו של 1-MCP על כושר השתמרותו של פרי קטוף שהגיע למצבי הבשלה שונים, בשאיפה להגדיר את המצב הפיזיולוגי של הפרי בו הוא מאבד את רגישותו לתכשיר.

מהלך הניסוי - אגסים נקטפו וחולקו ל-3 קבוצות לחשיפה ל-1-MCP ב-3 מועדים: קבוצה 1 טופלה ביום הקטיף בו לא ניתן להבחין בייצור אתילן, קבוצה 2 טופלה כעבור 12 ימים, בתחילת העלייה הקלימקטרית (0.33 nl ethylene/kg/hr), וקבוצה 3 טופלה כעבור 19 ימים, בשלב ייצור האתילן האקספוננציאלי בקלימקטריה (2.9 nl ethylene/kg/hr). בכל מועד חולקו האגסים ל-2 קבוצות: האחת נחשפה ל-1-MCP בריכוז של 0.2 ppm בעוד

הקבוצה השנייה מהווה בקורת. הפרי אוחסן ב- 0.5°C ל-6 חודשים באוויר מבוקר
($1.5\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$) ונבדק בהוצאה מקירור ולאחר שבוע ושבועיים בחיי מדף.

תוצאות ניסוי א'

במעקב אחר ייצור האתילן בהוצאת הפרי מאחסון נמצא שטיפול ב-1-MCP במועדים 1 ו-2 עיכב מאד את ייצור האתילן בעוד שהטיפול במועד 3 כמעט ולא השפיע ונמצא דומה מאד לבקורת (איור 1). צרבון נמנע באגסים שטופלו ב-1-MCP במועדים השונים בעוד באגסי הבקורת נמצא צרבון בחיי מדף (איור 2). אגס שטופל ב-1-MCP במועדים 1 ו-2 נותר קשה בהוצאה מקירור וב-2 מועדי חיי המדף, בעוד פרי הבקורת התרכך מאד במהלך חיי מדף. אגסים שטופלו במועד 3 נותרו שבוע אחד בלבד בחיי מדף ולא נמצא הבדל בקשיות האגסים שטופלו ב-1-MCP לעומת אגסי הבקורת (איור 3). בבחינת טעם הפרי לאחר שבוע ולאחר שבועיים בחיי מדף, פרי הבקורת נמצא יותר טעים לעומת האגס המטופל ב-1-MCP, שהיה פחות מתוק, ארומטי ועסיסי ויותר גריסי (נתונים לא מוצגים).



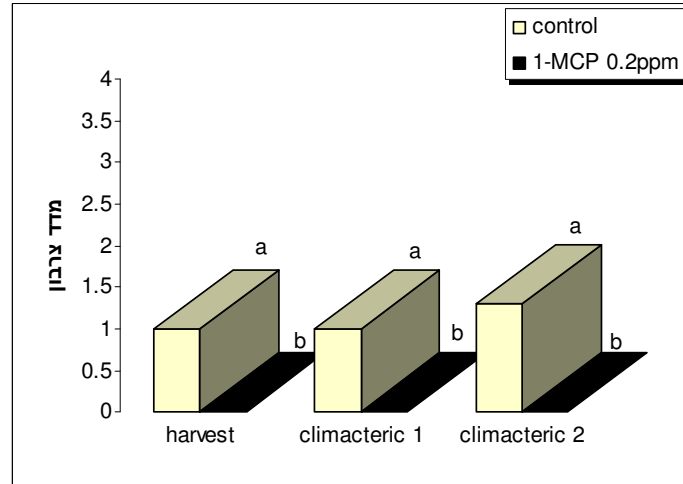
איור 1 - ייצור אתילן של אגסים ב- 20°C שהוצאו בתום 6 חודשי אחסון באוויר מבוקר.

קו רציף- בקורת, קו מקוטע- מטופל ב- 0.2 ח"מ 1-MCP.

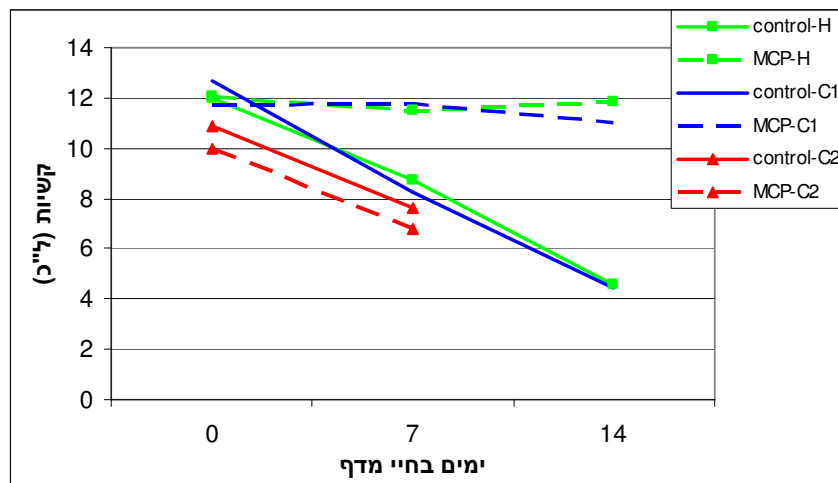
H- קטיף

C1- טיפול 12 יום לאחר קטיף

C2- טיפול 19 יום לאחר קטיף.



איור 2 - מדד צרבון (מדד) בקליפת אגסים בתום חיי מדף ב- 20°C שהוצאו בתום 6 חודשי אחסון באוויר מבוקר מקרא למדד: 0 = ללא צרבון, 1 = צרבון קל, 2 = צרבון בינוני, 4 = צרבון קשה. a-b עמודות עם אותיות שונות נבדלות ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.



איור 3 - קשיות אגסים לאחר 6 חודשי אחסון באוויר מבוקר ובמהלך חיי מדף ב- 20°C קו רציף- בקורת, קו מקוטע- מטופל ב- 0.2 ח"מ 1-MCP.
 H- קטיף
 C1- טיפול 12 יום לאחר קטיף
 C2- טיפול 19 יום לאחר קטיף.

ניסוי ב' - התאמת הטיפול ב-1-MCP למצב הבשלת הפרי בעת הקטיפ

מטרת הניסוי הייתה לקבוע את המינון והטמפרטורה הרצויים לטיפול בפרי בשיא עונת הקטיפ ובסופה. מהלך הניסוי - בשבוע השני והשלישי של עונת קטיפ 2005, נאספו מדגמי פרי בבית הקירור שהגיעו מ-3 מטעים שונים במרום הגליל, ביום קטיפ הפרי ב-17/7/05 וב-25/7/05. כל הפרי נטבל במרפאן 0.5% לפני חשיפתו לטיפול 1-MCP כלהלן:

קטיפ ראשון - 0, 0.1 ו-0.2 ח"מ במשך 24 שעות ב-2°C או ב-20°C.

קטיפ שני - 0, 0.2 ו-0.3 ח"מ במשך 24 שעות ב-2°C או ב-20°C.

הטיפול ב-20°C ניתן מיד לאחר טבילת הפרי. הטיפול ב-2°C ניתן לאחר שהיית הפרי במשך לילה בקירור. בסיום החשיפה ל-1-MCP, נעטף הפרי הקר בשקיות פוליאאתילן מחורר (0.04 LDPE מ"מ) ואוחסן ב-0.5°C באוויר מבוקר (5%CO₂, 1.5%O₂) לאחר הטיפול בפרי מהקטיפ השני. כעבור 7 ו-9 חודשי אחסון נבדקה איכות הפרי בהוצאה מקירור ולאחר שבוע ושבועיים בחיי מדף ב-20°C. כמו-כן נערך מעקב אחר ייצור האתילן על-ידי הפרי ב-20°C עד להבשלתן המלאה מיד לאחר הקטיפ ובכל מועד הוצאה מקירור.

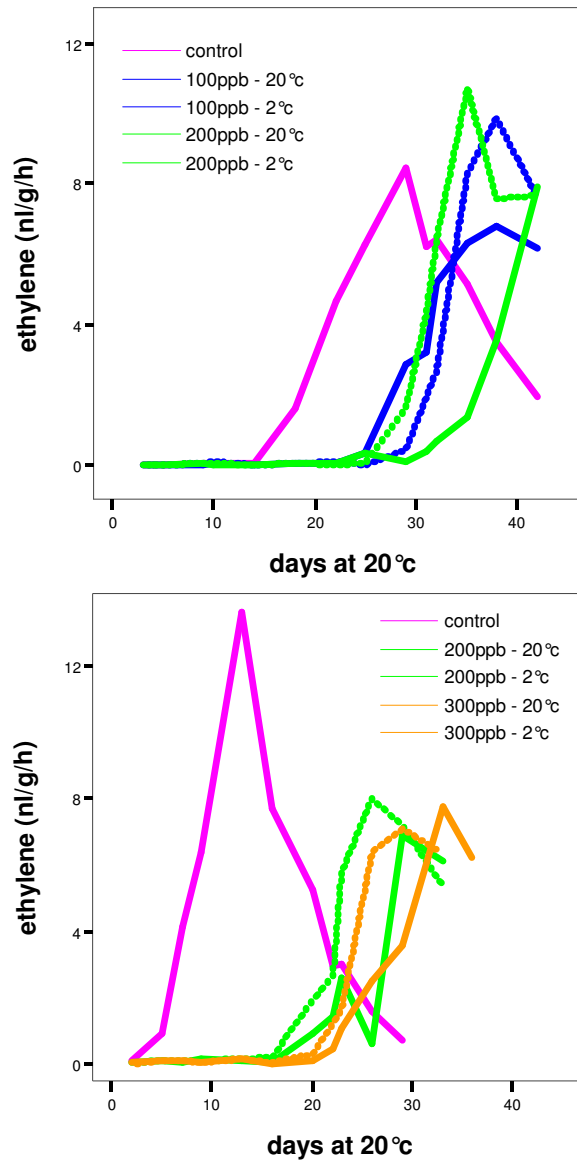
תוצאות ניסוי ב'

למרות שבוע ימים הבדל בין מועדי הקטיפ הראשון והשני, לא נתקבלו הבדלים בולטים במצב הבשלת הפרי לפי המדדים שנמדדו, למעט בצבע הזרעים ופירוק עמילן (טבלה 1). הפרי היה אף ירוק יותר בקטיפ השני, אך הזמן עד לשיא הקלימקטרי התקצר והפרי ייצר כבר אתילן ביום השלישי לאחר הקטיפ השני, כאשר בקטיפ הראשון נדרשו לכך 10 ימים.

טבלה 1 - מצב הבשלת הפרי בשני מועדי הקטיפ (ממוצעים מ-3 מטעים).

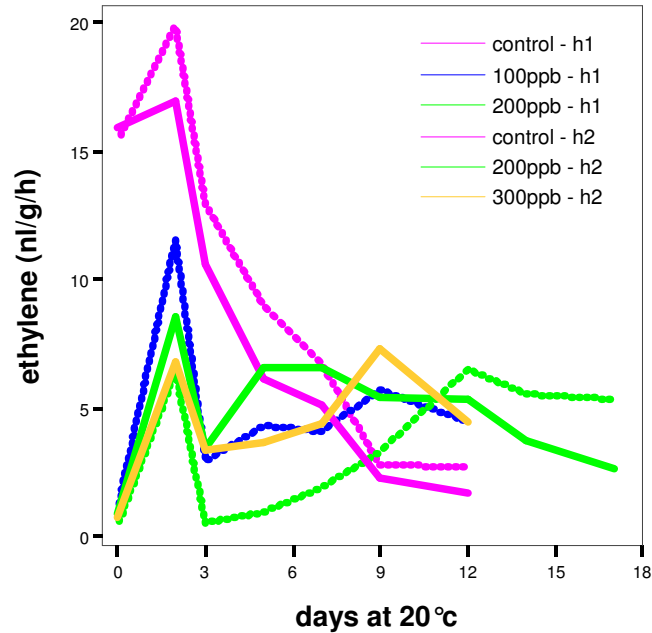
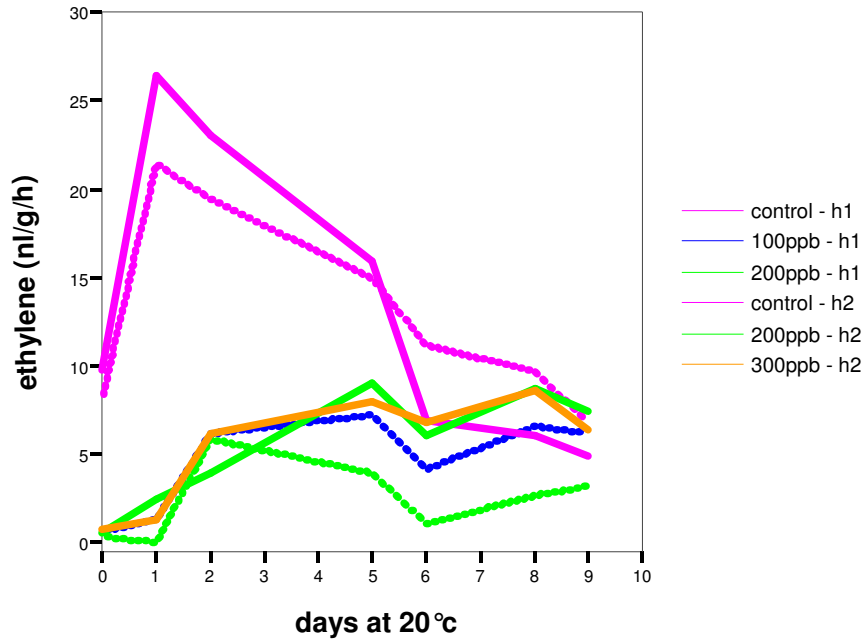
תאריך הקטיפ	משקל (גרם)	צבע רקע a*	קשיות (ל"כ)	צבע זרעים (1-5)	עמילן (1-10)	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)	ימים עד לשיא קלימקטרי
17/7/05	124	-14.8	13.2	2.4	2.2	12.4	0.25	29
25/7/05	131	-16.6	13.0	3.4	3.3	12.5	0.21	14
מובהקות	ל.מ.	0.003	ל.מ.	0.013	0.023	ל.מ.	ל.מ.	

ניתן היה להבחין בהשפעת המינון וטמפרטורת החשיפה ל-1-MCP כבר בבדיקת ייצור האתילן על-ידי הפרי מיד לאחר הטיפול (איור 4). עצמת העיכוב גברה בעיקר עם העלאת הטמפרטורה בעת החשיפה ולרוב גם עם העלאת המינון. אמנם ב-2°C לא נמצא הבדל משמעותי בין 0.1 ל-0.2 ח"מ, אך ב-20°C המינון הגבוה דחה את העליה הקלימקטרית יחסית למינון הנמוך יותר.



איור 4 - השפעת המינון וטמפרטורת החשיפה ל-1-MCP על ייצור אתילן על-ידי אגסי ספדונה בשני מועדי הקטיף, מיד לאחר הקטיף. (קטיף 1 – למעלה, קטיף 2 – למטה)

בהוצאה מקירור לאחר 7 חודשי אחסון, ייצור האתילן על-ידי הפרי שטופל ב-1-MCP בכל המינונים עוכב ולא הגיע לשיא קלימקטרי במשך 9 ימים, כאשר בפרי לא מטופל הושג שיא למחרת ההוצאה מקירור (איור 5). כעבור חודשיים נוספים באחסון, עדיין ניכר עיכוב בולט בייצור האתילן על-ידי פרי שטופל ב-1-MCP בכל המינונים, אך עליה קלימקטרית מתונה באה לידי ביטוי יומיים לאחר ההוצאה מקירור. לא נתקבלו הבדלים משמעותיים בין המינונים השונים של 1-MCP וטמפרטורת היישום, כמו גם בין שני מועדי הקטיף (בבקורת). אולם, המינון של 0.2 ח"מ בשתי ההוצאות מקירור גרם לעיכוב חזק יותר בייצור האתילן על-ידי הפרי מהקטיף הראשון בהשוואה לפרי מהקטיף השני.

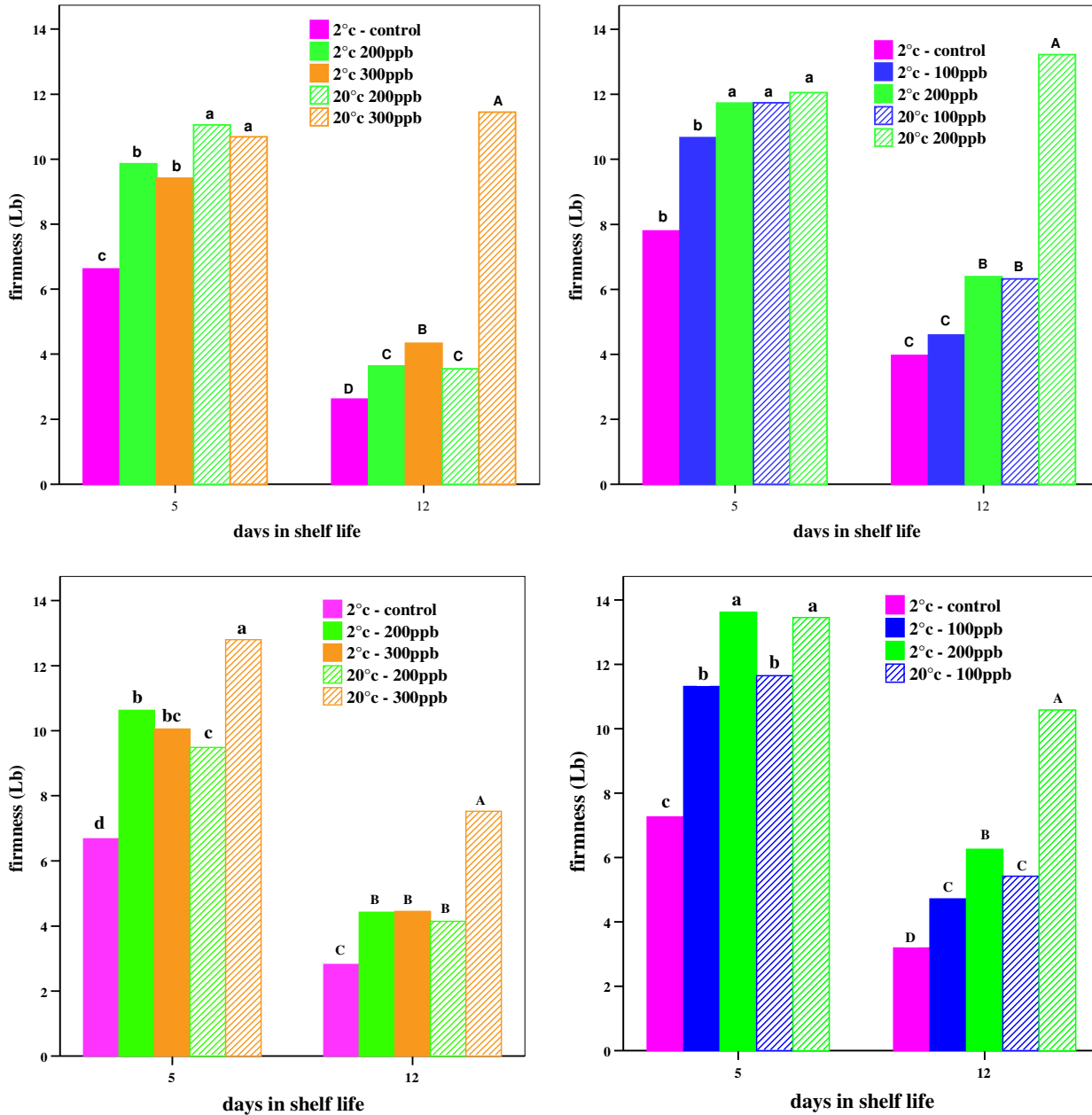


איור 5 - ייצור אתילן על-ידי אגסי ספדונה לאחר 7 (למעלה) ו-9 (למטה) חודשי אחסון (ממוצעים מיישום 1-MCP בשתי טמפרטורות).
 מקרא קווים: --- קטיף 1, — קטיף 2

קשיות הפרי

אף על פי שלא נמדדו הבדלים בקשיות הפרי בין שני מועדי הקטיף, נמצאו הבדלים ביניהם בעת הוצאת הפרי מקירור ולאחר חיי מדף (איור 6). ברם, בכל מועדי הבדיקה הפרי שטופל ב-1-MCP, בכל התנאים היה קשה במובהק לעומת פרי הבקורת, כאשר הפרי מהקטיף השני היה תמיד יותר רך. פרי מהקטיף הראשון, שטופל ב-0.2 ח"מ ב-20°C לא התרכך במידה מספקת

בחיי מדף, כמו גם פרי מהקטיף השני שטופל ב- 0.3 ח"מ ב- 20°C. אולם, כשמינונים אלה נתנו לפרי קר (2°C), הפרי התרכז לערכים מתחת ל- 8 ל"כ (ראוי למאכל) תוך 12 יום בחיי מדף. לרוב העלאת טמפרטורת היישום היתה יעילה יותר מהעלאת המינון בטמפרטורה נמוכה, שבה ההבדלים בין המינונים לא היו תמיד מובהקים, במיוחד בפרי מהקטיף השני.

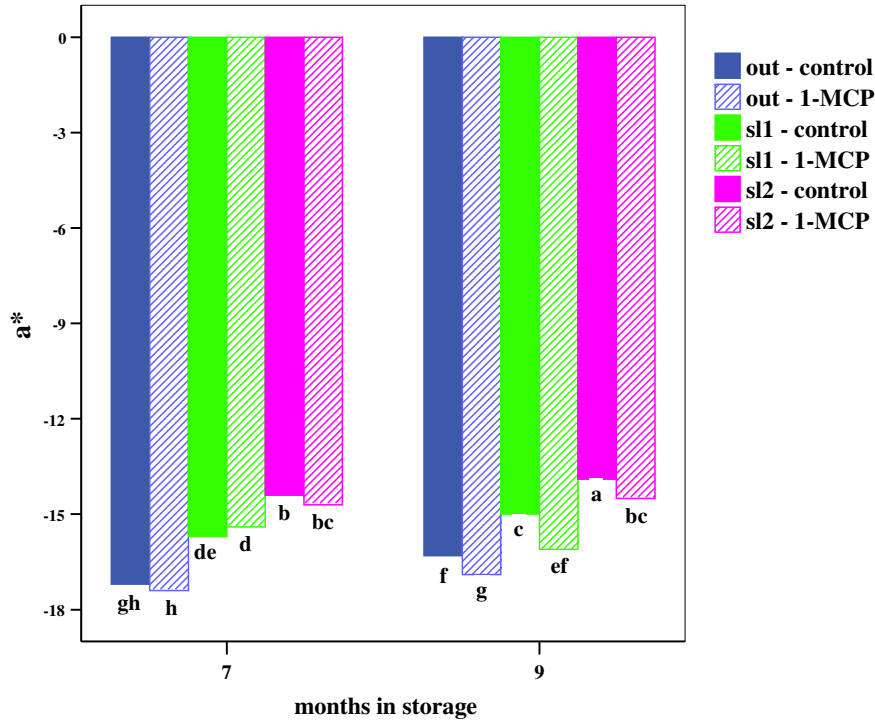


איור 6 - קשיות הפרי משני מועדי קטיף במהלך חיי המדף ב- 20°C לאחר שתי תקופות אחסון (למעלה - 7 חודשים, למטה - 9 חודשים, מימין - קטיף 1, משמאל - קטיף 2).

a-d, A-C – עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

צבע הפרי

למרות ההבדלים שנצפו בצבע הפרי בין שני מועדי הקטיף, לא נמצאו הבדלים ביניהם בעת הוצאת הפרי מאחסון ועל כן אוחדו הנתונים משניהם. צבע הפרי הלך והצהיב במהלך חיי המדף. הטיפול ב-1-MCP לא השפיע על הצהבה זו לאחר 7 חודשי אחסון, אולם לאחר 9 חודשי אחסון נמצא עיכוב מסוים, ללא הבדלים מובהקים בין טיפולי 1-MCP השונים, ועל כן חושבו הממוצעים של כלל טיפולי ה-1-MCP (איור 7).



איור 7 - הצהבת קליפת אגסי ספדונה (עליה בערך a^*) במהלך חיי המדף ב- 20°C לאחר אחסון באוויר מבוקר ב- 0.5°C (1-MCP ממוצעים מכלל הטיפולים).

a-h עמודות עם אותיות שונות נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

out = הוצאה מקירור, sl1 = 5 ימים בחיי מדף, sl2 = 12 ימים בחיי מדף

איכות חיצונית

לא נמצאו הבדלים בשעורי הפרי הנגוע בצרבון שטחי בפרי לא מטופל בין שני מועדי הקטיף ולכן מוצגות תוצאות ממוצעות משני הקטיפים (טבלה 2). כל הטיפולים ב-1-MCP, ללא הבדל במינון או בטמפרטורה, הדבירו ביעילות את מחלת הצרבון השטחי. הארכת חיי המדף ל-12 יום הדגישה את שמירת האיכות החיצונית של אגסי ספדונה באמצעות ה-1-MCP, שמנע התמוטטות פרי והפחית את רגישותו לשפשופי קליפה (טבלה 3). לעומת זאת, היתה נטיה מוגברת להצטמקות הפרי בחיי מדף, אך היא היתה יחסית מעטה,

וההבדל לא היה מובהק. לא היו הבדלים מובהקים בין טיפולי ה-1-MCP לגבי מדדים אלה, ועל כן חושבו ממוצעים מכלל הטיפולים.

טבלה 2 - שעורי הצרבון בהוצאה מקירור ובחיי מדף (ממוצעים משני מועדי הקטיף).

שעורי הנגיעות (%)			טיפולים ב-1-MCP	
בהוצאה מקירור	5 ימים בח.מ.	12 ימים בח.מ.	מינון	טמפרטורה
4.1	54.0a	55.7a	0	7
0	0b	0b	100	2°C
0	1.7b	0b	200	20°C
0	0.9b	0.9b	200	2°C
0	0.9b	0b	300	20°C
0	0b	0b	300	2°C
0	0b	0b	20°C	
ל.מ.	0.000	0.000	מובהקות (p)	
15.6a	55.0a	73.4a	0	9
0b	1.7b	0b	100	2°C
0b	0b	1.3b	200	20°C
0b	0b	1.1b	200	2°C
0b	0b	0.7b	200	20°C
0b	0b	0b	300	2°C
0b	0b	0b	20°C	
0.000	0.000	0.000	מובהקות (p)	

טבלה 3 - איכות חיצונית של אגסי ספודה בתום 12 ימים בחיי מדף ב-20°C בתום האחסון באוויר מבוקר ב-0.5°C (ממוצעים של טיפולי ה-1-MCP).

מדד איכות *(1-10)	הצטמקות (%)	שפשופי קליפה		התמוטטות (%)	טיפול	תאריך הקטיף
		מדד (1-4)	(%)			
** 4.5b	0	3.7a	95.8a	43.3b	בקורת	17/7/05
8.3a	6.4	2.7b	46.4b	3.3c	1-MCP	
** 5.0b	1.1	3.6a	93.3a	73.3a	בקורת	25/7/05
8.0a	3.8	2.9b	52.3b	2.5c	1-MCP	
0.002	ל.מ.	0.000	0.000	0.000	מובהקות (p)	

* הערכה של צוות הטועמים מ-1 (פרי פסול) עד 10 (פרי מעולה).

** לאחר 5 ימים בחיי מדף.

איכות פנימית

השחמת ליבת האגס התחילה להופיע בפרי לא מטופל לאחר 12 ימי חיי מדף בתום 7 חודשי אחסון באוויר מבוקר ובהוצאה מקירור לאחר 9 חודשי אחסון, והלכה והחריפה במהלך חיי המדף. התופעה היתה קשה יותר בפרי מהקטיפ השני מאשר בפרי מהקטיפ הראשון, אך בכל המקרים היא הופחתה בצורה מובהקת על-ידי כל הטיפולים ב-1-MCP (טבלה 4). לפיכך, נתקבלו שעורי פרי עם ציפה תקינה מעל ל- 90% בפרי המטופל, עד ל- 12 יום לאחר 9 חודשי אחסון, למעט בטיפול בינון הנמוך בקטיפ השני, בו 25% מהפירות היו נגועים לעומת 80% בפרי לא מטופל.

טבלה 4 - מצב ציפת אגסי ספדונה בעת ההוצאה מקירור באוויר מבוקר ב- 0.5°C ולאחר חיי מדף ב- 20°C .

פרי עם ציפה תקינה (%)			1-MCP	תאריך	משך האחסון
12 ימים בח.מ.	5 ימים בח.מ.	הוצאה מקירור	(ח"מ)	הקטיפ	(חודשים)
56.7b	100	100	0	17/7/05	7
93.3a	100	100	0.1		
100a	100	100	0.2		
26.7c	90.0	100	0	25/7/05	
95.0a	98.3	98.3	0.2		
100a	95.0	100	0.3		
0.000	ל.מ.	ל.מ.	מובהקות (p)		
20.0c	53.3bc	90.0a	0	17/7/05	9
93.3a	91.7a	100a	0.1		
100a	100a	100a	0.2		
20.0c	50.0c	73.3b	0	25/7/05	
75.0b	76.7ab	98.3a	0.2		
90.0a	80.0a	98.3a	0.3		
0.000	0.003	0.000	מובהקות (p)		

a-c ערכים בכל טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת המובהקות המצוינת עבור כל מועד בדיקה.

טעם הפרי

הטיפולים ב-1-MCP לא השפיעו על מתיקות הפרי וחמיצותו הן במדידות הכ.מ.מ. ואחוז החומצה והן במבחני הטעם. לאחר 5 ימים בחיי מדף הפרי המטופל ב-1-MCP ב-2°C לא הגיע לטעם המיטבי (דרגות 5.9 ו-6.3 לאחר 7 ו-9 חודשי אחסון בהתאמה) כאשר טעם פרי הבקורת הוערך מעט יותר (טבלה 5). הסיבות העיקריות היו העדר עסיסיות וגריסיות רבה מדי. אולם, לאחר 12 ימי חיי מדף, כאשר לא ניתן היה להגיש את פרי הבקורת למבחן טעימה בגלל התמוטטותו, טעם הפרי המטופל ב-1-MCP ב-2°C היה טוב יותר מטעם פרי הבקורת שבוע קודם לכן. טעם פרי שטופל ב-1-MCP ב-20°C היה מעט פחות טוב, אך עדיין היה טוב יותר מטעם פרי הבקורת בשבוע הקודם. השיפור בטעם הפרי מ-5 ל-12 ימים בחיי מדף היה הודות לעליה בדירוג העסיסיות מעל ל-4 ולירידה בדירוג הגריסיות ל-2.0 או פחות. לעומת זאת, כאשר הטיפול ב-1-MCP ניתן ב-20°C הפרי היה פחות טעים בעיקר בגלל עסיסיות נמוכה יחסית.

טבלה 5 – טעם הפרי לאחר חיי מדף בתום האחסון באוויר מבוקר ב-0°C.
(בקורת - 5 ימים בחיי מדף, ממוצעי טיפולי 1-MCP אחרי 12 ימים בחיי מדף).

טיפול	7 חודשים			9 חודשים		
	טעם (1-10)	עסיסיות (1-5)	גריסיות (1-5)	טעם (1-10)	עסיסיות (1-5)	גריסיות (1-5)
בקורת	6.6	4.3	2.0	6.5	3.5	2.5
1-MCP 20°C	7.5	4.1	1.8	6.7	3.2	2.5
1-MCP 2°C	8.2	4.7	1.9	7.5	4.4	1.7

ניסוי ג' - טיפול חצי מסחרי ב- 1-MCP באגס מקטיף מאוחר המיועד לאחסון בקירור רגיל

מטרת הניסוי היתה להאריך את משך האחסון של אגסים שנקטפו בסוף עונת הקטיף (ב- 28 ביולי), במטרה לאפשר אחסון ממושך בקירור רגיל. לפיכך, נחשפו מיכלי אגסים מארבעה מטעים שונים, ל-0.3 ח"מ 1-MCP ל-24 שעות ב-2°C, בוצעו ארבעה טיפולים שונים:

1. בקורת - ללא כל טיפול.
 2. טיפול מסחרי- קילוח במרפאן 0.5% ודקו-סקולד 0.15%.
 3. חשיפה ל-0.3 ח"מ 1-MCP ב-0°C ל-24 שעות.
 4. קילוח במרפאן 0.5% וחשיפה ל-0.3 ח"מ 1-MCP ב-0°C ל-24 שעות.
- הפרי אוחסן בקירור רגיל ב-0°C בבית קירור מסחרי, הוצא לאחר 5 חודשי אחסון ומדגמים מכל מיכל נבדקו פעמיים בחיי מדף. נערכו בדיקות צבע הקליפה וקשיות בכל מועד. כמו כן הוערכו האיכות החיצונית, שפופי קליפה, התפתחות צרבון, התפתחות רקבונות, איכות פנימית וטעם הפרי.

תוצאות ניסוי ג'

השינוי שחל בצבע קליפת הפרי שטופל ב-1-MCP היה קטן לעומת הצהבת קליפת פירות הבקורת. הבדלים מובהקים אלו נמצאו בין השבוע הראשון לשבוע השני בשהות הפרי בחיי מדף (טבלה 7).

טבלה 7 - השפעת 1-MCP על צבע קליפת האגס במהלך חיי מדף ב-20°C (ערך a* לפי קואורדינטת הצבעים של CIELAB) לאחר 5 חודשי אחסון בקירור רגיל.

הטיפול	בהוצאה מקירור	שבוע בחיי מדף	שבועיים בחיי מדף
בקורת	-19.5	-18.4	-12.1a
1-MCP 0.3ppm	-19.8	-18.5	-17.4b
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	0.000

פרי הבקורת נמצא נגוע בצרבון ואילו באגסים מטיפול מסחרי, המטופלים בדקו-סקולד, ובפרי שטופל ב-1-MCP כמעט ולא נמצאו מקרים של צרבון (טבלה 8). רמת הרקבונות נמצאה גבוהה בפרי שטופל ב-1-MCP בלבד בהשוואה לטיפולים בהם קולח הפרי במרפאן, עם הבדלים מובהקים. האגסים שטופלו ב-1-MCP היו פחות משופשפים ועם מראה קליפה יפה לעומת האגסים מהטיפול המסחרי ואגסי הבקורת. אחוז הפירות המשופשפים בבקורת ללא כל טיפול אמנם לא נבדל משעורם בפרי שטופל ב-1-MCP, אך עצמת הפגיעה היתה חמורה

יותר ולכן סה"כ הפרי הראוי לשיווק היה גבוה במובהק. באגסי הבקורת נמצאו מקרים רבים של השחמה פנימית בבית הזרעים (core flush) לעומת מקרים בודדים בפרי שטופל ב-1-MCP.

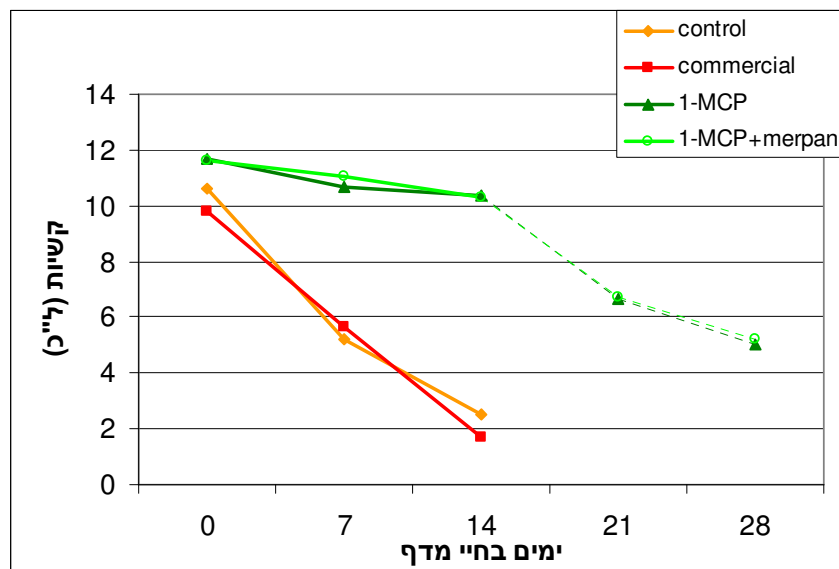
טבלה 8- איכות אגסי ספדונה לאחר 5 חודשי אחסון ב-0°C באוויר רגיל וחיי מדף ב-20°C (ערכים ממוצעים משני מועדי הבדיקה, לאחר 7 ו-14 יום)

השחמת הליבה		שפופים		פרי בריא	רקבון	צרבון	הטיפול
מדד*	(%)	מדד*	(%)	(%)	(%)	(%)	
2.3	20.8a	2.0b	54.5b	84.8b	1.5a	7.9a	בקורת ללא טיפול
2.5	37.5a	3.1a	94.4a	97.9a	1.7a	0.2b	בקורת מסחרית
1.5	0.8b	1.4c	55.9b	95.0a	5.4b	0.4b	1-MCP 0.3ppm
-	0b	1.5c	57.2b	99.0a	1.0a	0.2b	1-MCP 0.3ppm + מרפאן
ל.מ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	מובהקות

* 1=פחות מ-5% משטח הפרי משופשף, 2=10-5% משטח הפרי משופשף, 3=15-10% משטח הפרי משופשף, 4=מעל 15% משטח הפרי משופשף.

נבדקה קשיות הפרי בהוצאה מקירור לאחר 5 חודשי אחסון ולאחר שבוע ושבעיים בחיי מדף (איור 8). פרי מטופל ב-1-MCP נותר קשה (כ-10 ל"כ), בעוד פרי הבקורת והפרי שטופל מסחרית התרככו והיו ראויים למאכל לאחר שבוע בחיי מדף (כ-5.5 ל"כ), אך לאחר שבועיים בחיי מדף היו רכים מדי (כ-2 ל"כ). לאחר כחודש באחסון, נבדק מדגם מהפרי ונמצא שפרי שטופל ב-1-MCP הגיע לרמת קשיות ראויה למאכל החל מהשבוע השלישי בחיי מדף (כ-6 ל"כ).

מבחן טעם נערך לפרי שטופל ב-1-MCP בלבד לאחר שבועיים ושלושה שבועות בחיי מדף, מכיוון שפרי מטיפולי הבקורת כבר לא היה ראוי למאכל במועדים אלה. בהשוואה בין מבחן הטעימה הראשון למבחן הטעימה השני, לא נמצאו הבדלים מובהקים בכל הפרמטרים שנבחנו. פרי זה קיבל ציונים טובים בהערכת טעמו ומראהו (נתונים לא מוצגים).



איור 8 - קשיות אגסים בהוצאה מקירור לאחר 5 חודשי אחסון באוויר רגיל ובמהלך שבועיים חיי מדף ב- 20°C (קו רציף). הקו המקוטע מתאר את השינוי בקשיות אגסים שהוצאו לאחר חודש באוויר רגיל שהגיעה לאותו ערך לאחר שבועיים בחיי מדף.

נספח לניסוי ג' - בניסוי הנ"ל נערכה בדיקה נוספת שמטרתה היתה לבחון האם עטיפת מיכלי האגס בניילון משפיעה על יעילות פעולתו של 1-MCP. כיום, אגס המגיע לבית הקירור עובר קילוח בתמיסה המכילה שני חומרים: מרפאן 0.5% (למניעת רקבונות) ודקו-סקולד 0.15% (מעכב הופעת צרבון) לפני שהוא עובר קירור מהיר באוויר מאולץ עד לטמפרטורה הנמוכה מ- 2°C, והמיכלים נעטפים בניילון למניעת הצטמקות הפרי באחסון. עטיפת המיכלים העלתה את השאלה האם זו עלולה לפגום ביעילות פעולתו של 1-MCP. לכן, מחצית ממיכלי הפרי מכל טיפול נעטפו בניילון בעוד החצי השני נותר ללא עטיפה בעת יישום 1-MCP.

בבחינת מגוון הפרמטרים השונים שנבדקו באגסים ממיכלים עטופים בניילון לעומת כאלו שלא היו עטופים בעת החשיפה ל- 1-MCP לא נמצאו כל הבדלים.

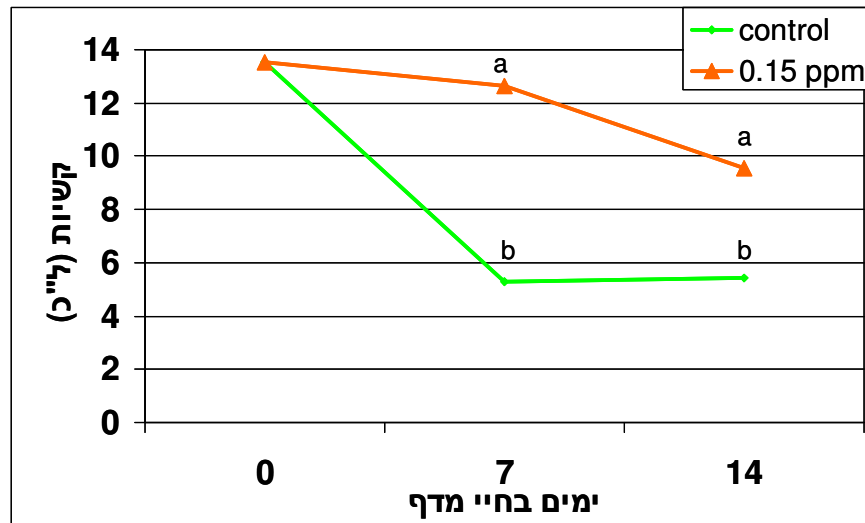
ניסוי ד' - השפעת 1-MCP על אגס לאחר האחסון באוויר מבוקר

מטרת הניסוי היתה לבחון האם ניתן להאט את קצב הבשלת הפרי בחיי מדף ע"י חשיפתו ל-1-MCP לאחר האחסון.

מהלך הניסוי - במספר ניסויים אגסים הוצאו במועדי אחסון שונים מאווירה מבוקרת ונחשפו ל-1-MCP. האגסים נחשפו לאחר 4 ו-5 חודשי אחסון ל-0.15 ח"מ של התכשיר. אגסים שאוחסנו ל-6 חודשים טופלו בריכוזים של 0, 0.1, 0.3 ו-0.5 ח"מ 1-MCP. האגסים שהו בחיי מדף בטמפרטורה של 20°C ונבדקו לאחר שבוע. נבדקה רמת ייצור האתילן בהוצאת האגסים מאחסון וכן נבדקה קשיותם.

תוצאות ניסוי ד'

אגסים שהוצאו לאחר 4 ו-5 חודשי אחסון ייצרו אתילן ברמה נמוכה (3.5 nl/kg/hr) וקשיותם היתה גבוהה מ-12 ל"כ. אגסים אלו הגיבו ל-0.15 ח"מ של 1-MCP (איור 9). התרככות והתפתחות שפשופי הקליפה של אגסים אלו עוכבה (איור 5 בנספח) אך הם הגיעו לדרגת התרככות ראויה למאכל. אגסים שהוצאו לאחר 6 חודשי אחסון היו בקשיות של 10.4 ל"כ וייצרו אתילן ברמה גבוהה יותר (11 nl/kg/hr) בערך פי 3 לעומת האגסים שהוצאו לאחר 4 ו-5 חודשי אחסון. הבשלת אגסים אלו לא עוכבה על-ידי הטיפול ב-1-MCP בריכוזים גבוהים יחסית (עד 0.5 ח"מ), ולא נבדלו מאגסי הבקורת.



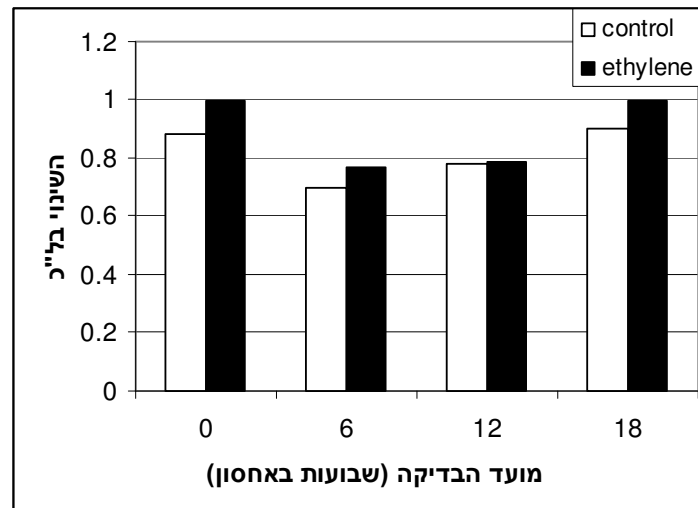
איור 9: קשיות אגסים שאוחסנו במשך 5 חודשים ונחשפו ל-1-MCP בריכוז של 0.15 ח"מ בהוצאה מקירור ולאחר 7 ו-14 ימים בחיי מדף ב-20°C. a-b נקודות עם אותיות שונות נבדלות ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.

ניסוי ה' - זירוז הבשלה וקיצור חיי מדף של אגס מאוחסן

מטרת הניסוי היתה לזרז הבשלת אגס שלא שהה מספיק זמן בקירור להשראת תהליך ההבשלה. **מהלך הניסוי:** אגסי ספדונה משלושה מטעים נקטפו ב- 25 ליולי (קשיות ממוצעת 13 ל"כ) ואוחסנו ב- -0.5°C באוויר מבוקר ($5\%\text{CO}_2, 1.5\%\text{O}_2$). האגסים חולקו ל-4 קבוצות בהתאם למספר מועדי החשיפה לאתילן: מועד החשיפה הראשון לאתילן היה עם הגעת הפרי למעבדה. יתר המועדים היו לאחר 6, 12 ו-18 שבועות אחסון. בכל אחד ממועדי הבדיקה אגסים הועברו לחדר חיי מדף ב- 20°C והוכנסו לשתי חביות, דרכן הוזרם אתילן בריכוז של 10ppm ו-50ppm בהתאמה למשך 8, 20 ו-48 שעות. הביקורת לא נחשפה לאתילן. בדיקת הפרי נערכה בהוצאה מאחסון ופעמיים נוספות בחיי מדף לאחר החשיפה לאתילן. 10 פירות מכל מטע שטופלו בשילוב של כל אחת מרמות האתילן ומשך הזרמתו נבדקו בכל פעם. נבחנו השינויים בצבע קליפת האגס וקשיותו.

תוצאות ניסוי ד'

אגסים, בקשיות ממוצעת של 13 ל"כ, שנחשפו לאתילן בריכוז גבוה התרככו מעט יותר בהשוואה לאגסים שטופלו באתילן בריכוז נמוך, אולם ההבדלים לא היו מובהקים, לכן אוחדו תוצאות שני הריכוזים. לרוב, ככל שחשיפת האגסים לאתילן נמשכה זמן רב יותר, הם התרככו מהר יותר, אולם ללא ההבדלים מובהקים. השינוי היומי הממוצע בקשיות פרי שטופל באתילן גדול רק במעט לעומת זה של פרי הבקורת, כפי שנמצא בכל מועדי הבדיקה (איור 10). לא נמצאו הבדלים מובהקים בשינוי צבע קליפת האגסים שטופלו באתילן לעומת אגסי הביקורת (נתונים אינם מוצגים).



איור 10 - השינוי הממוצע ליום בקשיות אגסי בקורת ואגסים שטופלו באתילן לאחר משכי אחסון שונים.

ניסויים חצי מסחריים של חברת רימי בע"מ

בשיתוף: יוסי שטרן, רימי כימיקלים בע"מ

מהלך הניסויים: נערכו ניסויים בבתי הקירור מסחריים במיכלי פרי שנעטפו בשקיות אטומות, שבתוכן שוחרר 1-MCP במינון של 0.3 ח"מ. הטיפול ניתן לפרי שנטבל במרפאן 0.5% וקורר. לאחר הטיפול, מיכלי הפרי המסומנים אוחסנו בבתי הקירור, ליד מיכלים מאותן חלקות, שקבלו את הטיפול המסחרי הנהוג - כלומר, טבילה בדקו-סקולד 0.15% + מרפאן 0.5%. לפני יישום ה-1-MCP ולאחריו, נדגמו 60 פירות מכל מיכל למעקב שבועי אחרי התרככותו ב-20°C במשך 3 שבועות. בעת ההוצאה מקירור נדגמה תיבת פרי מכל מיכל בניסוי (מטופל ולא מטופל) שהובאה למעבדה לבדיקת איכות ומעקב אחר הבשלתו בחיי מדף ב-20°C, כולל מבחני טעם. הניסויים נערכו בבית האריזה "רפ-קור" עם פרי מ-3 חלקות שנקטף בתאריכים שונים מ-13/7/05 עד 26/7/05, ובבית האריזה "פרי פסגות" בפרי מחלקה אחת, ממנה נקטף פרי ב-26/7/05.

תוצאות

במעקב אחר התרככות הפרי בחיי מדף מיד לאחר היישום ניתן לראות את ההשפעה החזקה של הטיפול על פרי שקשיותו מעל 14 ל"כ והשפעה מופחתת על פרי שקשיותו מתחת ל-13 ל"כ (טבלה 9). בתום 3 שבועות ב-20°C הפרי שטופל בקשיות גבוהה עדיין לא התרכך עד כדי התאמתו לאכילה. גם לאחר 4.5 חודשי אחסון באוויר מבוקר קשיות הפרי המטופל אחרי שבועיים בחיי מדף היתה מעל לסף אכילה (8 ל"כ). אולם, לאחר 6.5 חודשי אחסון באוויר רגיל (פרי ממרום הגליל) או כ-9 חודשים באוויר מבוקר (פרי מראש פינה, קטיפ 13/7/05) - הפרי היה ראוי למאכל בתום שבועיים ושבוע בחיי מדף, בהתאמה.

טבלה 9 - השפעת הטיפול ב-1-MCP על התרככות הפרי בחיי מדף לאחר היישום ולאחר אחסון, בקירור ב-CA או ב-RA.

קשיות פרי מטופל (בתום חיי מדף (ל"כ))	הפרש בקשיות אחרי חיי מדף (ל"כ)*			קשיות בקטיפ (ל"כ)	משך אחסון CA (שבועות)	תאריך הקטיפ	אזור
	3 שבועות	שבועיים	שבוע				
8.9	+4.4	+5.3	+3.4	14.5	0	13/7	ראש
5.9	+2.2	+6.2	+4.0	12.5	0	24/7	פינה
4.3	+0.6	+1.9	+0.7	12.4	0	26/7	
4.6	ל.ג.	ל.ג.	+0.4	14.5	CA-37	13/7	
3.7	ל.ג.	+1.1	+0.7	12.5	CA-18	24/7	
3.4	ל.ג.	+1.5	+4.7	12.4	CA-15	26/7	
11.8	+5.8	+3.8	+0.1	15.4	0	26/7	מרום
8.3	ל.ג.	+3.3	+4.2	15.4	CA-22	26/7	הגליל
7.7	ל.ג.	+2.3	+3.8	15.4	RA-26	26/7	

ל.ג. = לא נבדק, * בין פרי הבקורת לפרי שטופל ב-1-MCP.

מיד לאחר היישום, שני מדגמי פרי מראש פינה שנקטפו בקשיות מתחת ל- 13 ל"כ הגיבו בעצמה שונה לטיפולים I-MCP, אך שניהם הגיעו לקשיות מתאימה למאכל לאחר 3 שבועות בחיי מדף לאחר הקטיף וגם לאחר שבועיים בחיי מדף, לאחר אחסון קצר (כ- 4 חודשים) באוויר מבוקר.

השפעת I-MCP על צבע הפרי באה לידי ביטוי רק בחיי מדף לאחר היישום (טבלה 10), אך לא נמצאו הבדלים לאחר האחסון (הנתונים אינם מוצגים). השפעת הטיפול על צבע הפרי היתה חזקה יותר בפרי הקשה (ראש פינה מ- 13/7/05 ומרום הגליל) מאשר על הפרי הרך יותר, אך בכל המדגמים היא הלכה וקטנה במהלך חיי המדף.

טבלה 10 - השפעת I-MCP על צבע הפרי בחיי מדף ב- 20°C לאחר היישום.

הפרש בערך a* בחיי מדף בין מטופל ללא מטופל	תאריך		אזור
	שבוע	שבועיים	
-1.7	-2.5	-3.7	ראש פינה
-0.4	-1.3	-2.5	13/7
-0.1	-1.5	-2.5	24/7
-1.3	-1.9	-2.0	26/7
			מרום הגליל

איכות הפרי בהוצאה מקירור היתה טובה בכל המדגמים. יעילות הטיפול ב-I-MCP בהדברת צרבון לרוב לא באה לידי ביטוי, כי נערכה השוואה לבקורת מסחרית שטופלה בדקו-סקולד למניעת צרבון והמחלה לא הופיעה באף מקרה. בקורת ללא טיפול בדקו-סקולד נדגמה רק ממטע בראש פינה בקטיף מ- 13/7/05. בפרי זה נתקבלו 20% ו- 33% פירות נגועים במחלה, בבדיקות פרי שנערכו אחרי שבוע בחיי מדף, בחודשים דצמבר ואפריל בהתאמה. שתי השפעות נוספות של הטיפול ב-I-MCP היו הפחתת שפופי הקליפה והשחמת ליבת הפרי (טבלה 11), שבאו לידי ביטוי בעיקר לאחר שבועיים בחיי מדף, כשפרי הבקורת היה כבר ממוטט ברובו.

במבחני טעם שנערכו לאחר שבוע ימים בחיי מדף, נמצא יתרון לפרי הבקורת בשל עסיסיותו. אולם, במבחני טעם שנערכו כעבור שבועיים בחיי מדף, הטועמים לא הבחינו לרוב בין שני טיפולים ה-I-MCP ולא העדיפו אחד על פני השני.

טבלה 11 - איכות הפרי לאחר חיי מדף.

השחמת הליבה (%)	שפופי קליפה		טיפול בחיי מדף	שבועות בחיי מדף	משך האחסון (שבועות)	מקור הפרי
	מדד (1-4)	(%)				
0	1.8	45.0	בקורת	1	15	ראש
0	1.2	10.0	1-MCP			פינה
72.2	2.5	60.0	בקורת	2		
25.0	2.0	33.3	1-MCP			
0	3.4	92.5	בקורת	1	18	
0	2.0	55.0	1-MCP			
30.0	3.6	100	בקורת	2		
0	2.3	60.0	1-MCP			
0	1.7	90.0	בקורת	1	22	מרום
0	1.5	50.0	1-MCP			הגליל
55.6	3.5	100	בקורת	2		
0	1.9	58.3	1-MCP			

סיכום ודיון

אגס הספדונה רגיש לטיפול ב-1-MCP אף כשהוא מצוי בשלבים מוקדמים של העלייה הקלימקטרית בייצור אתילן ($0.33 \text{ nl ethylene/kg/hr}$). במועדי הקטיפה המאוחרים הנהוגים במסחר, הספדונה אינה מגיעה לנקודה זו בקלימקטריה. לפיכך, סביר שיישום של 1-MCP במשך כל עונת הקטיפה ישפיע על אגס זה. השפעותיו בעקבות טיפול בדרגת הבשלה זו ניכרו גם לאחר אחסון במשך 6 חודשים באוויר מבוקר. כאשר יושם 1-MCP לאחר שהאגס שהה 19 ימים ב- 20°C , והיה בשלב מתקדם יותר בקלימקטריה (ייצר אתילן ברמה של $2.9 \text{ nl ethylene/kg/hr}$), ניכרה השפעתו לאחר האחסון רק על הצרבון ולא על האטת ההבשלה. כלומר, נתן להשיג הדברה יעילה של הצרבון בפרי שקצב הבשלתו כבר אינו מושפע. בדומה, 1-MCP לא השפיע על אגס שהוצא בתום 6 חודשי אחסון מסחרי ורמת האתילן שייצר היתה כ- $11 \text{ nl ethylene/kg/hr}$. כלומר, קיימת נקודה בהבשלת האגס בה אין ל-1-MCP השפעה על כל המנגנונים המגיבים לאתילן. הפרמטרים לפיהם ניתן לקבוע מהו מצב הבשלת האגס בו 1-MCP משפיע עדיין אינם ברורים ולכך נדרש המשך מחקר. זיהוי פרמטרים אלו יכול לאפשר הבנה טובה יותר של מעורבות האתילן בתהליך הבשלת האגס ולעשות שימוש יעיל ונכון ב-1-MCP תוך ניצול מקסימלי של תכונותיו המיטיבות עם האגס. כך ניתן לקבל אגס איכותי לאורך כל עונת האחסון. כשהפרי המטופל היה במצב הבשלה מתקדם (קשיות 13 ל"כ ומטה), המינון של 0.3 ח"מ 1-MCP בפרי קר אפשר הבשלה תקינה של הפרי לאחר אחסון באוויר מבוקר. בפרי פחות

בשל, או כשהטיפול ניתן ב- 20°C , נדרשו חיי מדף ארוכים יותר משבועיים על מנת שהפרי יגיע למצב ראוי למאכל. ניסויים חצי-מסחריים אמתו ממצא זה, גם בתקופות אחסון קצרות יחסית (כ- 4 חודשים).

חשיפת אגסים לאתילן השפיעה על הבשלתם לאחר אחסון קצר באוויר מבוקר רק במעט. קצב התרככותם זורז, אך לא באופן משמעותי. יתכן והאתילן לא השפיע כצפוי מכיוון שהפרי היה מקטיף מאוחר יחסית. מאידך, יתכן שהשיטה המועדפת להספקת פרי איכותי בחדשים ספטמבר-נובמבר תהיה חשיפה לאתילן של פרי מקטיף מרכזי לפני אחסון באוויר רגיל.