

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

ניסויים באחסון אגס

דוח לשנת 2009

צוות המעבדה: דני גמרסני, אוהד נריה, אסיה גיזיס, אלה צבילינג,
ליאת עזאני ורות בן-אריה

ספטמבר 2010

תוכן

מס' עמוד	תקציר
3	1. אחסון אגס באוויר מבוקר דינמי (DCA).
5	2. השפעת סמארט-פרש בשילוב עם ערפול באוויר מבוקר על כושר השתמרות אגסי קוסציה במיכלים לא עטופים
10	3. השתמרות אגסי ספדונה מטופלים ב-1-MCP ומאוחסנים בטמפרטורה גבוהה (1°C).
13	4. השפעת משכי השהייה שונים בקירור לפני הטיפול ב-1-MCP על איכות אגסי ספדונה מאוחסנים
23	5. בחינת הקשר בין נגיפה באמצעות הסינקלייר לתגובת הספדונה לטיפול 1-MCP.
34	6. השפעת טיפולים בחומרי צמיחה במטע על כושר השתמרות אגס ספדונה באחסון
40	

תודות

לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות, תכנית מחקר מס/ 289-0041-08
טל וולף, איציק איתני ועמוס לויין קירור גליל
אייל ינאי ואריה פלג – בראשית פסגות גולן
אברהם מייסטר – הרקור
יעקב ממון, נילי פנחסי וגרוןר בנבנישתי – רפקור
מגדלי האגס ביפתח וברעם
יוסי שטרן ומשה יפה – חברת רימי בע"מ
דן דורון – אופטיגייד
יעקב שוהם – עננים ירוקים
יאב הרמתי, יעדים, אשקלון (מכשיר סינקלייר)
ישראל דורון – שה"מ
גלית רדל – חוות מתיתיהו
שולחן האגס – ענף הפירות במועצת הצמחים
עמית סמדר – י. סמדר בע"מ
חברת Isolcell Italia
פרופ' רפי שטרן – מו"פ צפון

תקציר

1. אחסון אגס באוויר מבוקר דינמי (DCA).

בניסוי שנערך לבדוק את השפעת אחסון באוויר מבוקר דינמי על איכות אגסי ספדונה, הממצאים מצביעים על השפעתו הבולטת של רמת ה- CO_2 בשתי שיטות האחסון – אוויר מבוקר רגיל ואוויר מבוקר דינמי – הן מבחינת המראה החיצוני של הפרי והן מבחינת מצב ציפת הפרי. העלאת רמת ה- CO_2 מעל ל-1% בשתי שיטות האחסון, גרמה לשמירה טובה יותר על מוצקות הפרי, הפחתה בשיעורי הצרבון והריקבון ושיפור במראה הפרי, הודות להפחתת היקף ועוצמת השפופים לאחר חיי מדף. לעומת זאת, במצב ציפת הפרי הנזק של השחמת הליבה הוחלף בגרימת נזק בצורת השחרתה והופעת חללים בהשפעת CO_2 . ההשפעות הללו היו משותפות לשתי שיטות האחסון, אולם לגבי המראה החיצוני של הפרי השפעת ה- CO_2 הייתה פחות בולטת באוויר מבוקר דינמי (אולי משום שלא הושגה אותה רמה של 5% לאורך זמן). לעומת זאת, לגבי נזק CO_2 בציפת הפרי, באוויר המבוקר הדינמי השפעתו הייתה בולטת יותר. אוויר מבוקר דינמי (א.מ.ד.) היה יעיל במניעת התפתחות צירבון שטחי במשך 8 חודשי אחסון, כמו טבילה בדקו-סקולד לפני אוויר מבוקר רגיל. אולם, לאחר 10 חודשים שיעורי הצירבון והריקבון בא.מ.ד. היו גבוהים במובהק בהשוואה לא.מ. רגיל. יתרון נוסף של האוויר המבוקר הדינמי היה בשמירתו על תקינות מצב ציפת הפרי, כך ששיעורי הפרי ללא פגיעה פנימית היו במובהק גבוהים יותר בא.מ.ד. בהשוואה לא.מ. רגיל, בכל מועדי הבדיקה.

2. השפעת סמארט-פרש בשילוב עם ערפול באוויר מבוקר על כושר השתמרות אגסי קוסציה במיכלים לא עטופים.

הניסוי נערך במטרה לבחון את הנחת העבודה, שניתן לאחסן אגסי קוסציה באוויר מבוקר ב- -0.5°C , ללא כיסוי בניילון, מבלי לגרום להפסד משקל הגורם להצטמקות הפרי, ע"י העלאת רמת הלחות היחסית באמצעות מערפל אולטרה-סוני. בו זמנית נבחנה גם תגובתו של פרי מטופל בסמארט-פרש לאותם תנאי קירור. לאחר כ-4 חודשי אחסון, נתקבל הפסד משקל של 3.1% בפרי לא עטוף, ב-50% יותר מאשר בפרי עטוף, אך ללא הופעת הצטמקות פרי נראית לעין. לא נמצאו הבדלים מובהקים באיכויות הפרי שהוערכו ונמדדו, אך הייתה נטייה לשיעורי רקבון נמוכים יותר במיכלי הפרי הלא עטופים. פרי מטופל בסמארט-פרש הגיב בדומה לפרי הבקורת, אך כצפוי הוא שמר טוב יותר על מוצקותו והצהיב פחות מפרי הבקורת, במיוחד בתקופת חיי המדף.

3. השתמרות אגסי ספדונה מטופלים ב-1-MCP ומאוחסנים בטמפרטורה גבוהה (1°C).

בניסוי זה נערכה בחינה ראשונית של האפשרות לאחסן אגסי ספדונה מטופלים ב-1-MCP בטמפרטורה של 1°C , הגבוהה ב- 1.5°C מהטמפרטורה המומלצת כיום לאחסון ממושך של אגסים. היתרון המשמעותי באחסון בטמפרטורות שמעל ל- 0°C הוא ביכולת לשמור ביתר קלות על לחות יחסית גבוהה ובכך לצמצם את איבוד המים מהפרי ואת הצטמקותו. בנוסף לכך, עלויות הקירור פחותות. הממצאים העיקריים בניסוי זה היו: א. ייצור האתילן היה גבוה במובהק בחיי מדף באגסים שטופלו ב-1-MCP ככל שהתארך האחסון ב- 1°C , דבר שיכול להעיד על שיקום

ביכולתם לייצר אתילן. ב. איכותם החיצונית של אגסים שאוחסנו ב-1°C היתה טובה (כ-90% פרי תקין), כשהפגעים העיקריים היו הצטמקות שנובעת מהאחסון הממושך והתמוטטות שמקורה בהבשלה מתקדמת. חשיפת האגסים ל-1-MCP עיכבה את הופעת הצרבון השטחי בקליפת האגס לחלוטין בשתי טמפרטורות האחסון ולפיכך נחסך הצורך בטבילה בנוגד-חמצון 'דקו-סקולד'. כמות האגסים שניזוקו מהצטמקות הלכה ועלתה ככל שהאחסון התארך ולכן צריך להמשיך ולבחון את איבוד המשקל והצטמקות האגסים בתאי אחסון בהם יש תוספת לחות לאווירה. ג. האגסים המטופלים ב-1-MCP שאוחסנו ב-1°C התרככו במידה המתאימה למאכל רק בחיי מדף בתום 8 חודשי אחסון, בעוד אגסי הבקורת התרככו יתר על המידה והיו פחות טעימים במבחן טעימה במועד זה. לפיכך, אגסים שמתופלים ב-1-MCP, כשהם בקשיות דומה לזו המתוארת בניסוי זה, ראויים לאחסון ממושך ב-1°C. ד. איכותם הפנימית של אגסים מטופלים, שאוחסנו ב-1°C נמצאה טובה מאד בתום 8 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף. ה. החשיפה ל-1-MCP שמרה על צבע קליפה יותר ירוק יחסית לאגסי הבקורת, שמעניק לפרי מראה טרי ורענן, בתום שמונה חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף.

4. השפעת משכי השהייה שונים בקירור לפני הטיפול ב-1-MCP על איכות אגסי ספדונה

באחסון

טיפול ב-1-MCP בסמוך לקטיף גרם לעיכוב הבשלה חזק מדי לאגסים שנקטפו בשיא העונה, בעוד שהשהייה ממושכת (19 יום) בקירור לפני הטיפול, לא מנעה את הצרבון השטחי בקליפתם אך שיפר את איכותם של האגסים, יחסית לזו של אגסי הבקורת. בסיכום כולל ניתן להעריך, שניתן לקבל אגסים באיכות וטעם טובים, כשהם נקטפים במצב הבשלה דומה לאלו שבניסוי זה, הודות לטיפול ב-1-MCP לאחר שהייה של 5 עד 12 ימים בקירור לפני יישום הטיפול.

5. בחינת הקשר בין נגיפה באמצעות מכשיר סינקלייר לתגובת הספדונה לטיפול ב-1-MCP.

קורלציה טובה ומובהקת בין קשיות האגסים (בבדיקה חודרנית) לבין מוצקותם (בנגיפה) נמצאה בעיקר בקטיף. את מוצקות הפרי המאוחסן ניתן לבדוק מיד בהוצאתו מאחסון בעודנו קר ללא המתנה להתחממותו. הטיפול ב-1-MCP השפיע על מוצקות האגסים וניתן להבחין בהשפעה זו החל מ-7 חודשי אחסון. לרוב, נמצאו קורלציות מובהקות בין מוצקות האגסים או קשיותם בקטיף לבין מוצקותם לאחר אחסון, אך לא לקשיותם בתום חיי מדף.

6. השפעת טיפולים בחומרי צמיחה במטע על כושר השתמרות אגס ספדונה באחסון

טיפול המטע במעכבי צמיחה רגליס ומגייק לא השפיעו על הבשלת אגסי ספדונה או על מרבית מדדי האיכות של הפרי לאחר אחסון וחיי מדף. שני התכשירים הפחיתו במידה מה את היקף השחמת ליבת הפרי, אך במידה פחותה בהשוואה לשנים קודמות. ייתכן שהמגייק עלול להגביר את רגישות הפרי לנזקי CO₂ בציפת הפרי, אך יש לבחון זאת שנית, במידה שיהיה עניין ליישם תכשיר זה לעיכוב הצמיחה ולהגדלת הפרי.

ניתן להסיק, שאף אם קיימת השפעה פיזיולוגית של שני הגורמים שנבדקו בניסוי זה על המטבוליזם של האגס באחסון ולאחריו, הרי היא מזערית וחסרת משמעות מעשית. עם זאת חשוב לדעת, שבמידה וימצא יתרון ביישום אחד התכשירים לשיפור גודל הפרי, לא צפויה השפעה מזיקה על כושר השתמרות הפרי באחסון.

1. אחסון אגס באוויר מבוקר דינמי (DCA).

מטרת המחקר היא לבחון האם בטכנולוגיה החדשה של אחסון באוויר מבוקר דינמי, שנמצאה יעילה באחסון תפוחים ללא טבילה בתכשירים מונעי חמצון וחומרי הדברה, עשויה להועיל באותה מידה באחסון האגס. הטכנולוגיה מתבססת על קביעת סף החמצן הנמוך ביותר, שאינו גורם נזק לפרי ומאפשר ע"י כך מניעת תהליכי חמצון המקצרים את חיי הפרי.

חמרים ושיטות

נערך ניסוי דו-גורמי, בו הושוותה אווירה מבוקרת ברמת החמצן המקובלת (1.5%) לעומת רמת הסף, בשתי רמות של CO_2 (1% ו-5%). נדגמו 70 תיבות פרי אחיד בגודלו ממיכלי הקטיפ, שהגיעו לקירור גליל ב- 4-5/8/09, מכל אחד מ-4 מטעים באזור עמק החולה ומרום הגליל. מחצית התיבות נטבלו בדקו – סקולד (0.15%) + מרפאן (0.5%) ומחצית התיבות נטבלו רק במרפאן (0.5%) ביום הקטיפ. הפרי קורר במשך לילה לטמפי' מתחת ל- $2^{\circ}C$ ולמחרת נעטף בפוליאאתילן (LDPE-40 מיקרון, מחורר). כל קבוצה חולקה לשני תאי קירור. הפרי שנטבל בדקו – סקולד אוחסן בהרכבי האוויר הבאים: CO_2 1% + O_2 1.5%, CO_2 5% + O_2 1.5%. הפרי שלא נטבל בדקו – סקולד, אוחסן בשני תאים עם אוויר מבוקר דינמי (חמצן ממוצע 0.5%) ורמות CO_2 שהיו אמורות להיות כמו באוויר מבוקר רגיל, אבל בגין אטימות בלתי מספקת של תאי הקירור נוצא צורך להזרים חנקן, שהוריד גם את רמת ה- CO_2 לכ- 1% בחלק מתקופת האחסון. אי לכך הרמה המתוכננת של 5% הושגה רק לעתים. בעת ההוצאה מקירור לאחר 8 ו-10 חודשי אחסון, נדגמו באקראי 15 פירות מכל תיבה (חזרה) לבדיקות צבע וקשיות, והערכת האיכות החיצונית והפנימית למחרת. שאר הפירות (כ- 50 לחזרה) הועברו לחיי מדף ב- $20^{\circ}C$ ונדקו איכותם החיצונית והפנימית, הצבע, הקשיות, תכולת החומצה והסוכר ומבחן טעם כעבור 5 ימים. במבחני הטעם, נתבקש כל משתתף לטעום ולדרג את המראה ואת מרכיבי הטעם של פרי אחד מכל חזרה, בפירות משני מטעים בלבד (סה"כ 8 מדגמים). פרי אחד מאחד המדגמים נחתך ל- 10 פרוסות שנטעמו ע"י כל אחד מהטועמים ושימש כרפנס לשקלול הטועמים. במידה וההערכות של אחד הטועמים חרגו לגבי מדגם זה מהערכות שאר הטועמים, נפסלו הערכות הטעימה של אותו טועם. לכל מבחן נותרו 5-6 טועמים. התוצאות נותחו בשיטת ANOVA בתכנת SPSS גרסה 17. במקרים של מובהקות בוצע מבחן DUNCAN להפרדה בין הממוצעים.

תוצאות

בעת הקטיפ נמצאו הבדלים מובהקים במדדי הבשלת הפרי (טבלה 1), אך לא ניתן להגדיר פרי ממוצע מסוים כבשל ביותר או להיפך. מבחינת כושר השתמרות הפרי באחסון, הפרי ממוצע אי היה רגיש לריקבון יותר משאר המטעים והפרי ממוצע ג' היה הרגיש ביותר לצרבון שטחי, אך פחות רגיש מכולם לגבי נזקי ציפה. אולם, מאחר שלא נמצאה אינטראקציה מובהקת בין הטיפולים לבין מקור הפרי באף מדד, חושבו התוצאות הממוצעות מארבעת המטעים (16 חזרות) לכל טיפול.

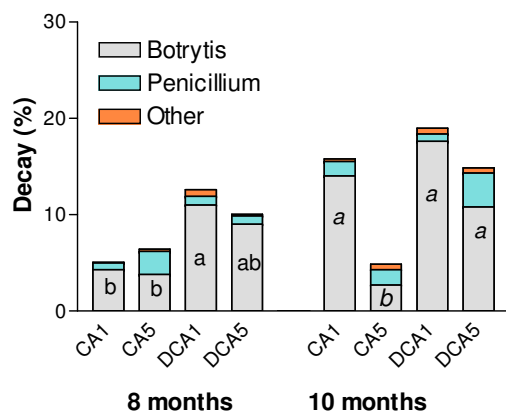
טבלה 1: מדדי הבשלה של אגסי ספדונה בארבעת מטעי המדגם ביום הקטיף.

מקור הפרי	צבע רקע a	קשיות (לב"כ)	עמילן (-)1 (8)	כ.מ.מ (%)	חומצה (%)
א'	-14.0 b	13.1 b	5.5 a	12.0 b	0.19b
ב'	-14.6c	13.4b	4.0 b	11.8 b	0.14 b
ג'	-13.2 a	14.4 a	4.3 b	13.5 a	0.17 b
ד'	-15.4 d	11.4 c	5.3 a	12.9 a	0.34 b
מובהקות (p)	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000

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

איכות הפרי החיצונית

מראה הפרי נפגע בעיקר מריקבון ומצרבון שטחי. לאחר 8 חודשי אחסון שעורי הפרי הרקוב היו לרוב די נמוכים ולא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, אם כי הייתה נטייה לשיעור גבוה יותר בפרי שאוחסן ב – DCA (טבלה 2). בבדיקת גורמי הריקבון נמצא שהפטרייה הגורמת לעובש האפור (הבוטריטיס) התפתחה טוב יותר באוויר מבוקר דינמי ובאוויר מבוקר רגיל היא עוכבה ביעילות ע"י העלאת ריכוז ה- CO_2 (איור 1).



איור 1: השפעת תנאי האווירה באחסון בקירור ($-0.5^{\circ}C$) על התפלגות גורמי הריקבון באגסי ספדונה.

a-b ערכים עם אותיות זהות בשיעור הבוטריטיס אינם נבדלים ברמת המובהקות של $p \leq 0.05$.

הנגיעות בצרבון שטחי הייתה נמוכה למדי, אך היה הבדל מובהק בין אוויר מבוקר רגיל לבין אוויר מבוקר דינמי, שבו לא התפתחה המחלה הפיזיולוגית בצורה ניכרת, אף לאחר חיי מדף. מבחינת קשיות הפרי, לאוויר המבוקר הדינמי הייתה השפעה דומה להעלאת ריכוז ה- CO_2

להשפעתו באוויר הרגיל, למרות שלא נתקבלו אותם הבדלים ברמות ה-CO₂. הפרי היה קשה יותר במובהק הודות לכל אחד מהגורמים הללו. לאחר 10 חודשי אחסון היה ניכר שיעור ריקבון גבוה במובהק באוויר מבוקר דינמי בהשוואה לאוויר המבוקר המסחרי הנהוג (CO₂ 5% + O₂ 1.5%) בעת ההוצאה מקירור. לעומת זאת, לאחר חיי מדף שיעור הצירבון השטחי הופחת הן ע"י אוויר מבוקר דינמי והן ע"י העלאת ריכוז ה-CO₂ ל- 5% באוויר רגיל. בסיכומו של דבר, שיעורי הפרי התקין הגבוהים ביותר התקבלו בנוכחות CO₂ 5% באווירת האחסון, אם רגיל ואם דינמי.

טבלה 2: השפעת אווירת האחסון על איכותם החיצונית של אגסי ספדונה בעת ההוצאה מקירור ולאחר 5 ימי חיי מדף ב- 20 °C.

מדף		חיי	לאחר	מקירור				בהוצאה	הטיפול
פרי בריא (%)	צרבון (%)	רקבון (%)	קשיות הפרי (לב"כ)	פרי בריא (%)	צרבון (%)	רקבון (%)	קשיות הפרי (לב"כ)		
8 חודשי אחסון									
94.3	3.6a	2.1	6.1 b	94.9	2.2 a	2.9	9.8 c	CA-1	
97.6	0.2 b	2.4	7.6 a	95.0	0.9 ab	4.1	12.7a	CA-5	
94.5	1.2 b	4.0	7.4 a	91.4	0 b	8.6	11.4 b	DCA-1	
96.5	0.4 b	2.8	7.4 a	92.8	0 b	7.2	12.4 ab	DCA-5	
ל.מ	0.00	ל.מ	0.000	ל.מ	0.016	ל.מ	0.000	מובהקות (p)	
10 חודשי אחסון									
70.8c	21.6 a	4.6 a	6.6 c	83.6b	5.0	11.3 a	9.4 d	CA-1	
93.2 a	4.9 b	1.5 b	7.0 b	93.3 a	3.3	3.4 b	12.3 a	CA-5	
81.5 b	10.7b	3.2 ab	6.9b	79.2b	5.0	15.8 a	10.1 c	DCA-1	
92.2 a	2.5 b	3.0 ab	7.4 a	79.5 b	7.8	11.9 a	11.7 b	DCA-5	
0.00	0.000	0.003	0.00	0.002	ל.מ	0.002	0.000	מובהקות (p)	

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

איכות הפרי הפנימית

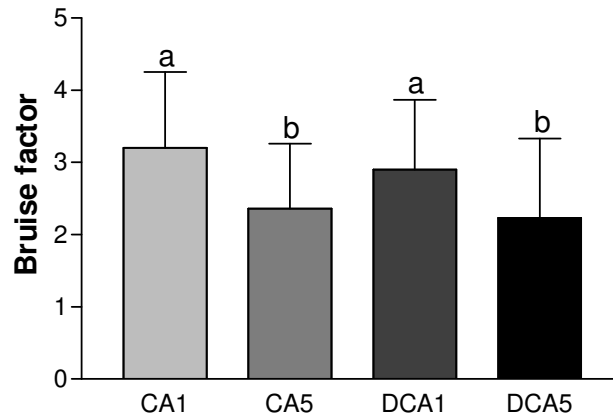
שני הפגמים הקובעים את איכות הפרי הפנימית הופיעו בפרי בעת ההוצאה מקירור לאחר 8 חודשי אחסון: השחמת הליבה הופיעה באוויר מבוקר ב- 1% CO₂ בצורה ניכרת, אך עוכבה הן ע"י העלאת רמת ה-CO₂ ל- 5% והן (בעיקר) ע"י הפחתת רמת החמצן באוויר מבוקר דינמי (טבלה 3). לעומת זאת, נזק פנימי אופייני ל- CO₂ הופיע בעיקר בפרי מאוויר מבוקר דינמי עם

CO₂ 5%. נזק זה כמעט ולא הופיע כששיעורי ה- CO₂ היו 1% בשתי שיטות האחסון ולא גברו עם הארכת משך האחסון או לאחר חיי המדף. התוצאה הסופית של שיעור הפרי עם ציפה תקינה הייתה, שאחסון פרי באוויר מבוקר דינמי עם שמירה על CO₂ 1% היה הטיפול הטוב ביותר מבחינת איכותו הפנימית של אגסי הספדונה. מבחינות אחרות, תכולת הכ.מ.מ, החומצה וטעם הפרי בתום חיי המדף, לא נתקבלו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. אולם, המראה הכללי של הפרי בתום חיי המדף הושפע ע"י הטיפולים מבחינת שפופי הקליפה, שדורגו מ – 1.0 (ללא שפופים) עד 5.0 (שפופים רבים). מהנתונים באיור 2 ברור שהגורם שעיכב את הופעת השפופים היה רמת ה- CO₂ ולא האווירה המבוקרת הדינאמית.

טבלה 3 : השפעת אווירת האחסון על איכותם הפנימית של אגסי ספדונה בעת ההוצאה מקירור ולאחר 5 ימי חיי מדף ב – 20°C.

מדף	חיי	לאחר		מקירור		בהוצאה		הטיפול
		השחמת הליבה		ציפה	נזקי	הליבה	השחמת	
		מדד (1-4)	%	תקינה	CO ₂	מדד (1-4)	(%)	
%	%	%	%	%	%	%		
אחסון				חודשי		8		
60.3c	0.0c	2.0a	37.3a	71.3c	0.0c	1.4a	28.3a	CA-1
79.0b	13.3b	1.3b	7.7b	87.3b	6.7b	1.4a	3.5b	CA-5
95.7a	1.7c	1.0b	0.3c	97.7a	1.7bc	1.0b	0.7c	DCA-1
70.7b	29.0a	1.0b	0.3c	69.3c	30.3a	1.0b	0.3c	DCA-5
0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	מובהקות (p)
אחסון				חודשי		10		
61.3b	0.2c	1.6a	37.3a	59.1c	0c	1.7a	41.0a	CA-1
62.8b	12.7b	1.4b	22.9b	77.1b	10.0b	1.2b	12.9b	CA-5
82.0a	2.0c	1.3b	15.7bc	89.5a	1.7c	1.3b	10.2bc	DCA-1
68.7b	21.0a	1.3b	11.3 c	76.6b	19.1a	1.2b	4.6c	DCA-5
0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	מובהקות (p)

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



איור 2: השפעת תנאי האחסון באוויר מבוקר על התפתחות שפשופי קליפה במהלך 5 ימי חיי מדף בתום 8 חודשי אחסון. a-b עמודות עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת המובהקות של $p \leq 0.05$.

סיכום ומסקנות

בניסוי שנערך לבדוק את השפעת אחסון באוויר מבוקר דינמי על איכות אגסי ספדונה, הממצאים מצביעים על השפעתו הבולטת של רמת ה- CO_2 בשתי שיטות האחסון – אוויר מבוקר רגיל ואוויר מבוקר דינמי – הן מבחינת המראה החיצוני של הפרי והן מבחינת מצב ציפת הפרי. העלאת רמת ה- CO_2 מעל ל-1% גרמה בשתי שיטות האחסון לשמירה טובה יותר על מוצקות הפרי, הפחתה בשיעורי הצרבון והריקבון ושיפור במראה הפרי הודות להפחתת היקף ועוצמת השפשופים לאחר חיי מדף. לעומת זאת, במצב ציפת הפרי הנזק של השחמת הליבה הוחלף בגרימת נזק בצורת השחרתה והופעת חללים בהשפעת CO_2 . ההשפעות הללו היו משותפות לשתי שיטות האחסון, אולם לגבי המראה החיצוני של הפרי השפעת ה- CO_2 הייתה פחות בולטת באוויר מבוקר דינמי (אולי משום שלא הושגה אותה רמה של 5% לאורך זמן). לעומת זאת, לגבי נזק CO_2 בציפת הפרי, באוויר המבוקר הדינמי השפעתו הייתה בולטת יותר.

אוויר מבוקר דינמי (א.מ.ד.) היה יעיל במניעת התפתחות צירבון שטחי במשך 8 חודשי אחסון, כמו טבילה בדקו-סקולד לפני אוויר מבוקר רגיל. אולם, לאחר 10 חודשים שיעורי הצירבון והריקבון בא.מ.ד. היו גבוהים במובהק בהשוואה לא.מ. רגיל. יתרון נוסף של האוויר המבוקר הדינמי היה בשמירתו על תקינות מצב ציפת הפרי, כך ששיעורי הפרי ללא פגיעה פנימית היו במובהק גבוהים יותר בא.מ.ד. בהשוואה לא.מ. רגיל, בכל מועדי הבדיקה.

2. השפעת סמארט-פרש בשילוב עם ערפול באוויר מבוקר על כושר השתמרות אגסי קוסציה במיכלים לא עטופים.

לאור השפעתו המעכבת של סמארט-פרש על התפתחות מחלת הצרבון השטחי באגסים באחסון, נוצר הצורך למצוא גם שיטה חלופית לטבילה עבור הדברת מחלות האחסון הפתוגניות. אחת האפשרויות הנדונות היא ערפול של תכשיר הדברה במהלך האחסון. אולם, לפני שנבדוק את יעילותם של תכשירי הדברה אפשריים, קיים צורך לבדוק אם ניתן לאחסן את הפרי ללא עטיפות, מבחינת הפסד משקל של פרי חשוף.

מטרת הניסוי הייתה לבדוק את האפשרות לאחסן אגסי קוסציה מטופלים בסמארט-פרש (1-MCP), ללא עטיפה ועם מתקן לערפול במים בחדר האחסון, תוך שמירת איכות הפרי ברמה זהה לאחסון במיכלים עטופים.

חומרים ושיטות

ביום הקטיף (19.07.09) נדגמו 12 מיכלי פרי מ – 3 חלקות מטע (חזרות), שחולקו ל – 4 טיפולים בניסוי דו – גורמי, כלהלן:
גורם א': עם וללא טיפול בסמארט-פרש.
גורם ב': עם וללא עטיפת מיכלים.

המיכלים נטבלו בדקו סקולד + מרפאן ועברו קירור מהיר בבית הקירור "קירור גליל" ביום הקטיף. בסיום הקירור המהיר הועברו המיכלים לחדרי הקירור של המעבדה, ובאחד מהם ניתן טיפול בסמארט-פרש (0.3 ח"מ ל – 24 שעות). בסיום הטיפול נעטפו 3 ממיכלי הביקורת ו – 3 מיכלים מטופלים, בשקי פוליאאתילן (LDPE, 40 מיקרון, מחוררים) לאחסון באוויר מבוקר בחדר ללא תוספת לחות. ששת המיכלים הלא עטופים אוחסנו בחדר השני, באותו הרכב אוויר עם תוספת לחות ע"י ערפול אולטרה – סוני ("עננים ירוקים"). כל מיכל נשקל לפני האחסון ובעת הוצאתו מקירור (8.11.09). לאחר השקילה נדגמה תיבה של 50 פירות תקינים מכל מיכל לבדיקה לאחר שבוע ימים בחיי מדף. איכות הפרי במיכלים הוערכה על סמך המיון המסחרי בבית האריזה של כל מגדל, לפי שקילת כמות הפרי הפסול (בררה) ומיונו ע"פ גורמי הפסילה (רקבון לפי גורמיו, פציעה, נזק כימי, פרי קטן). בדיקות נוספות שנערכו ב – 10 פירות לכל חזרה בעת הקטיף, ההוצאה מקירור ולאחר חיי מדף כללו: צבע הרקע במד-צבע (מינולטה), קשיות (בפנטרומטר) ואיכות פנימית (מצב ציפת הפרי).

תוצאות

הפסד משקל

הלחות היחסית הממוצעת בחדר האחסון עם ערפול הגיעה ל – 85%, בעוד שבחדר ללא ערפול היא עמדה על 80%. ההפסד במשקל בחדר עם ערפול הגיע בתום האחסון בממוצע ל – 3.1% ולא נתקבל פרי מצומק, בהשוואה ל-1.9% במיכלים העטופים בחדר עם 80% לחות יחסית. הטיפול בסמארט-פרש לא השפיע על ההפסד במשקל במשך כ – 4 חודשי אחסון ואע"פ שהפרי העטוף איבד פחות ממשקלו מהפרי החשוף בכל טיפול, ההבדל לא היה מובהק (טבלה 1). אולם, ההבדל בהפסד משקל בין שני החדרים היה מובהק. כלומר, העלאת הלחות היחסית ל – 85% לא הייתה

מספקת, בהשוואה לנוהל העטיפה. אמנם הכוונה הייתה להגיע לרמה של 90-95%, אך הציוד לא עמד בדרישה.

טבלה 1: הפסד משקל במיכלי קוסציה בהשפעת טיפול בסמארט-פרש ועטיפה במהלך כ – 4 חודשי אחסון, עם וללא ערפול.

הפסד משקל (%)	הטיפול		
	סמארט פרש	עטיפה	ערפול
3.4a	-	-	+
2.7ab	+	-	+
2.3ab	-	+	-
1.6b	+	+	-

אין הבדל מובהק בין טיפולי סמארט-פרש. מובהקות בין טיפולי העטיפה $p \leq 0.023$.

a_b ערכים עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת מובהקות $p \leq 0.05$

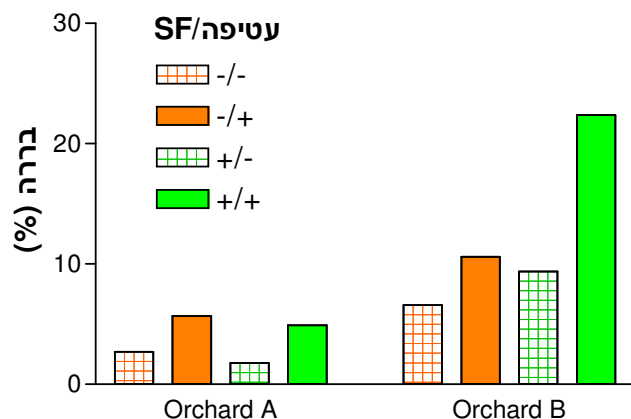
איכות הפרי

בעת ההוצאה מקירור נצפו הבדלים גדולים בשעורי הפרי הפסול בין 3 חלקות המטע. במטע אחד כמעט ולא היו פירות פסולים כלל והבררה לא נשקלה, במטע אחר שיעורי הבררה נעו בין 6% ל – 22% ובמטע השלישי נתקבל מצב ביניים (איור 1). בגין השונות הגדולה בין החזרות לא נתקבלו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, אם כי הייתה נטייה לשיעור גבוה יותר של פרי פסול במיכלים העטופים בשתי החלקות בהן נצפה שיעור רקבון יחסית גבוה בתוך הפרי הפסול (טבלה 2). אולם, כאמור לא נתקבלו הבדלים מובהקים. השפעות מובהקות הודות לטיפול בסמארט-פרש נצפו לגבי קשיות וצבע הפרי, כצפוי בעיקר בתקופת חיי המדף (טבלה 2). מדדים אלו לא הושפעו ע"י עטיפת הפרי בהשוואה לערפול, כמו גם מדדי איכות נוספים כגון, סוג גורם הרקבון, הצטמקות הפרי ומצב ציפתו (הנתונים אינם מוצגים).

טבלה 2: איכות הפרי בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף (ממוצעים מ-3 מטעים).

פרי תקין	פרי פסול*	פרי רקוב**	צבע הרקע H ⁰		קשיות (לב"כ)		הטיפול	
			חיי מדף	בהוצאה מקירור	חיי מדף	בהוצאה מקירור	סמארט פרש	עטיפה
80.7	4.6	65.5	97b	105b	3.2b	8.8b	-	-
85.7	8.1	86.6	104a	108a	8.9a	9.4a	+	-
89.8	5.6	77.0	96b	104b	3.6b	8.8b	-	+
94.2	13.6	86.1	103a	106b	8.6a	8.9b	+	+
ל.מ	ל.מ	ל.מ	0.000	0.000	0.000	0.078	(p)	מובהקות

* אחוזי הבררה במיון המסחרי של מיכלי הפרי בבתי האריזה. ** אחוז מתוך הפרי הפסול



איור 1: שיעורי הפרי הפסול במיכלי קוסציה משני מטעים בעת הוצאת הפרי מקירור לאחר כ- 4 חודשי אחסון באוויר מבוקר. SF – סמארט-פרש

סיכום

הניסוי נערך במטרה לבחון את הנחת העבודה, שניתן לאחסן אגסי קוסציה באוויר מבוקר ב- -0.5°C , ללא כיסוי בניילון, מבלי לגרום להפסד משקל שיביא להצטמקות הפרי, עיי העלאת רמת הלחות היחסית באמצעות מערפל אולטרה-סוני. בו זמנית נבחנה גם תגובתו של פרי מטופל בסמארט-פרש לאותם תנאי קירור.

לאחר כ-4 חודשי אחסון, נתקבל הפסד משקל של 3.1% בפרי לא עטוף, ב-50% יותר מאשר בפרי עטוף, אך ללא הופעת הצטמקות פרי נראית לעין. לא נמצאו הבדלים מובהקים באיכויות הפרי שהוערכו ונמדדו, אך הייתה נטייה לשיעורי רקבון נמוכים יותר במיכלי הפרי הלא עטופים. פרי מטופל בסמארט-פרש הגיב בדומה לפרי הבקורת, אך כצפוי הוא שמר טוב יותר על מוצקותו והצהיב פחות מפרי הבקורת, במיוחד בתקופת חיי המדף.

3. השתמרות אגסי ספדונה מטופלים ב-1-MCP ומאוחסנים בטמפרטורה גבוהה (1°C).

רקע

אגסי ספדונה המטופלים ב-1-MCP לעתים מאבדים את כושרם להתרכך כראוי, כלומר תגובת הפרי חזקה מדי, במיוחד בפרי שנקטף עד לשיא עונת הקטיפה, מאחר שאינו מגיע להבשלה מלאה בתנאי האחסון המקובלים לזן זה. הנחת העבודה הייתה, שניתן ליהנות מיתרונות הטיפול בהאטת קצב התרככת הפרי ולהעלות את טמפרטורת האחסון על-מנת לקבל פרי במצב הבשלה ראוי לאכילה, לאחר חיי מדף של שבוע ימים בתום האחסון.

מטרת הניסוי: בחינת השפעת החשיפה ל-1-MCP על כושר השתמרות האגסים בטמפרטורת

אחסון של 1°C.

חומרים ושיטות

לאחר שיא הקטיפה נאספו אגסי ספדונה ב-11.8.2009 ממיכלים שהגיעו לבית הקירור מ-3 מטעים לתוך 36 ארגזי אחסון, בקשיות נמוכה מ-14 ל"כ (איילת השחר- 13.7 ל"כ, ראש פינה- 13.1 ל"כ ודישון-12.9 ל"כ). האגסים נטבלו בפונגיצידי 'סקולאר' בריכוז של 0.2%, קוררו במסדרון למשך לילה, ולמחרת נעטפו בשקיות LDPE מחוררות.

מחצית מהאגסים טופלו ב-1-MCP בריכוז של 300 ח"ב בטמפרטורה של 1°C למשך לילה והמחצית השנייה, שלא טופלה ב-1-MCP שמשה כבקורת. כל קבוצת פרי חולקה לשני תאי אחסון האחד ב-0.5°C והשני ב-1°C. בשני התאים הופעלה אווירה מבוקרת (2% CO₂ ו-1.5% O₂) לאחר שבועיים.

האגסים נבדקו בתום אחסון ובחיי מדף כמפורט (טבלה 1).

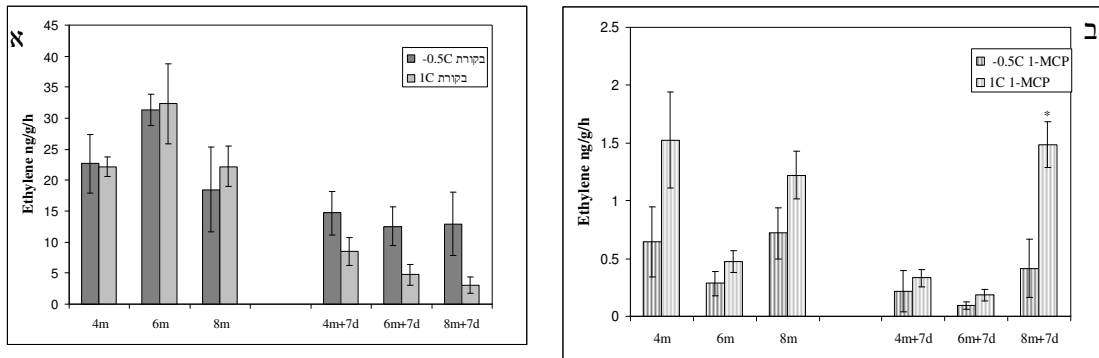
טבלה 1: תאריכי בדיקות הפרי בהוצאה מאחסון בקירור ולאחר שבוע חיי המדף

כ-4 חודשים	כ-6 חודשים	כ-8 חודשים	
21.12.2009	15.2.2010	19.4.2010	הוצאה
28.12.2009	22.2.2010	26.4.2010	חיי מדף

תוצאות

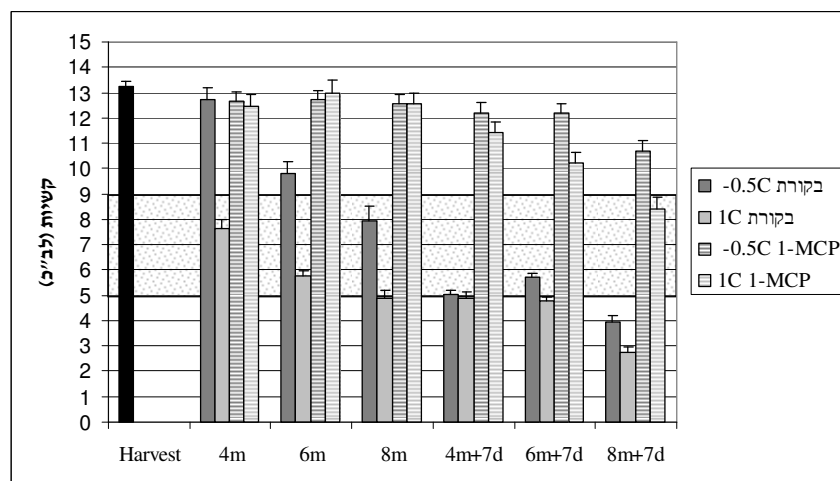
ייצור האתילן באגסים- באגסי הבקורת ייצור האתילן הגבוה ביותר נמדד לאחר 6 חודשי אחסון וללא הבדל מובהק בהשפעת טמפרטורות האחסון בכל המועדים (איור 1א). ייצור האתילן נמצא דומה בכל משכי האחסון בתום שבוע ימים בחיי מדף באגסים שאוחסנו ב-0.5°C, ובאגסים שאוחסנו ב-1°C רמת האתילן הייתה נמוכה יותר ככל שהאחסון התארך. חשיפת האגסים ל-1-MCP עיכבה את ייצור האתילן פי 10 ויותר באגסים בשתי טמפרטורות האחסון במשך 8 חודשים ובמהלך חיי מדף (איור 1ב). ייצור האתילן באגסים שאוחסנו ב-0.5°C היה נמוך לעומת הייצור באלו שאוחסנו ב-1°C, בעת ההוצאה מקירור, אך לא במובהק. ייצור

אתילן גבוה במובהק נמצא בחיי מדף לאחר 8 חודשי אחסון בפרי שטופל ב-1-MCP ואוחסן ב- 1°C לעומת אלו שאוחסנו ב- -0.5°C .



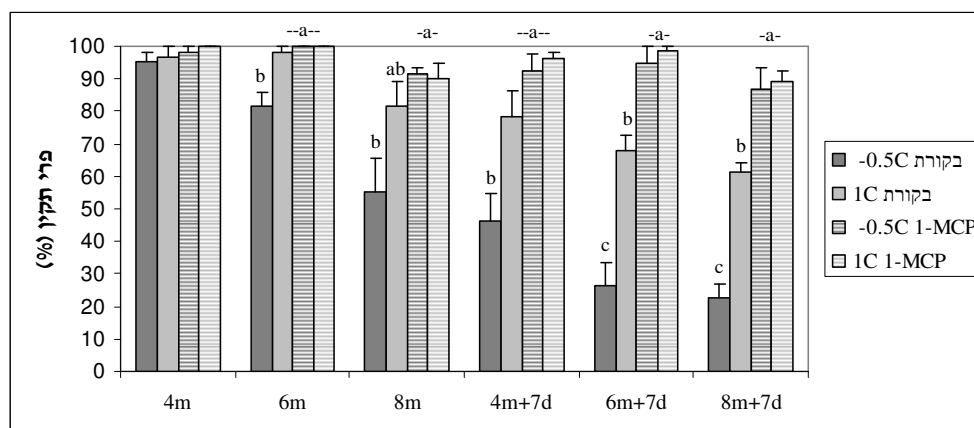
איור 1: השפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על ייצור האתילן באגסים לאחר משכי אחסון שונים בהוצאה מקירור ולאחר 7 ימים בחיי מדף. א'- בקורת, ב'- טיפול ב-1-MCP. (נא לשים לב להבדלי הסקלה בשני האיורים).
* - הבדל מובהק ($p < 0.05$) ביצור האתילן בין הטמפרטורות באותו מועד בדיקה.

התרכבות האגסים - אגסי הבקורת שאוחסנו ב- -0.5°C התרכבו ככל שהאחסון התארך ובין 4 ו-6 חודשים האגסים נמצאו ראויים למאכל במהלך חיי מדף, בעוד שלאחר 8 חודשים היו ראויים למאכל רק בהוצאה מאחסון ורכים מדי לאחר שבוע בחיי מדף (איור 2). פרי הבקורת שאוחסן ב- 1°C התאים למאכל כבר בעת ההוצאה מאחסון לאחר 4 ו-6 חודשים אך בחיי מדף האגסים היו רכים מדי. לעומת זאת, אגסים שטופלו ב-1-MCP ואוחסנו ב- -0.5°C לא התרכבו במידה הראויה למאכל בכל תקופת האחסון הנבדקת ובמהלך חיי מדף. אולם, האגסים שאוחסנו ב- 1°C היו קשים מדי למאכל ברוב מועדי הבדיקה, אך נמצאו בקשיות טובה למאכל בתום 8 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף.



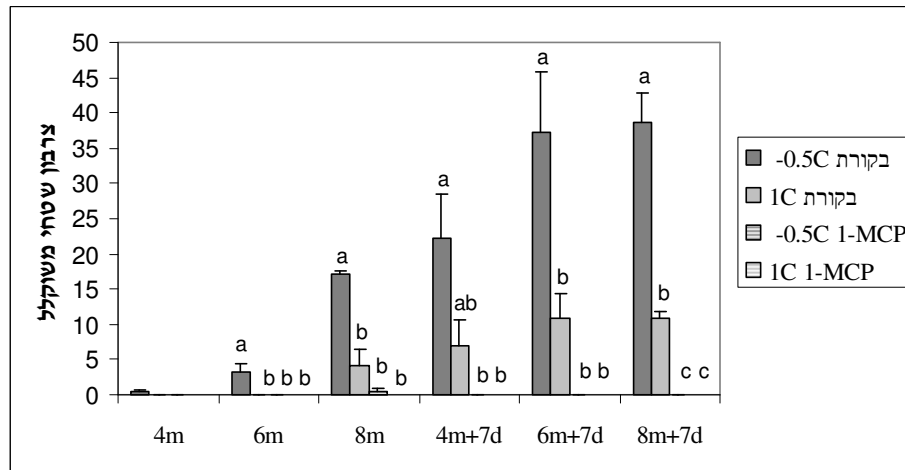
איור 2: השפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על קשיות האגסים בהוצאה מאחסון ולאחר 7 ימים בחיי מדף במשכי אחסון שונים. בטווח המנוקד (9-5 ל"כ) נמצאים האגסים שקשיותם המתאימה למאכל.

איכות חיזונית - באגסים שטופלו ב-1-MCP אחוז הפרי שאיכותו החיצונית הייתה טובה עלה על 85% בכל מועדי הבדיקה עד ל-8 חודשים ו-7 ימים בחיי מדף, ללא הבדל מובהק בהשפעת טמפרטורת האחסון (איור 3). לעומת זאת איכותם החיצונית של אגסי הבקורת בשתי טמפרטורות האחסון הלכה ופחתה עם הארכת האחסון, בעיקר עקב החמרה בהופעת הצרבון השטחי, שנמצא בהיקפים גדולים ובעוצמה חריפה יותר באגסים שאוחסנו ב- -0.5°C , לעומת אלו שאוחסנו ב- 1°C (איורים 4, 6).



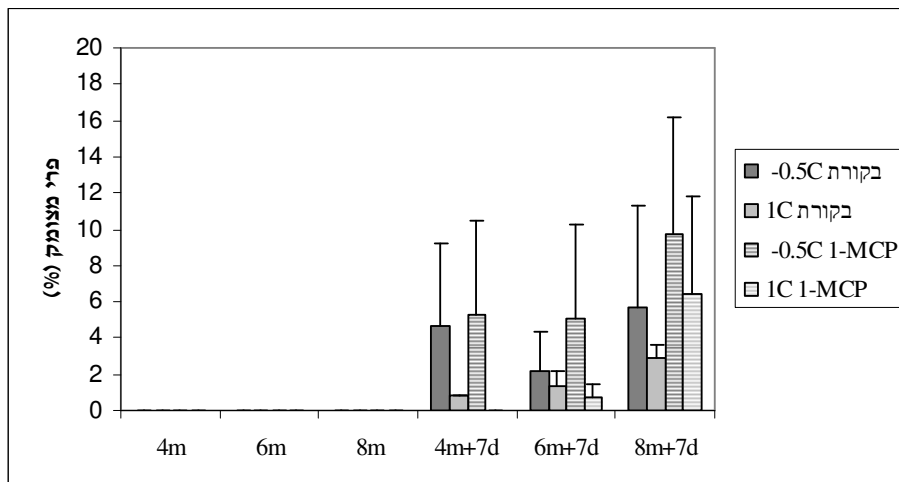
איור 3: השפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על שיעור הפרי התקין בהוצאה מאחסון ולאחר 7 ימים בחיי מדף במשכי אחסון שונים. a-c – הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים (שילוב של טמפרטורה וחשיפה ל-1-MCP) בכל אחד ממועדי הבדיקה.

הצרבון השטחי - באגסים מטופלים ב-1-MCP עוכב הצרבון השטחי באופן מוחלט כמעט בכל מועדי הבדיקה (ב- -0.5°C נמצא באגסים צרבון שטחי בהיקף של 0.4% לאחר 8 חודשי אחסון בלבד) (איור 4). לעומת זאת, באגסי הבקורת נמצא צרבון שטחי בכל מועדי הבדיקה ובעיקר לאחר חיי מדף. חומרת הצרבון הייתה גבוהה באגסים שאוחסנו ב- -0.5°C לעומת אלו שאוחסנו ב- 1°C , כצפוי, כיוון שהצרבון ידוע כנוק צינה שמתפתח בעת אחסון בטמפרטורות נמוכות.







איור 4: צרבון משוקלל (ב-%) בהשפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על אגסים בהוצאה מאחסון ולאחר 7 ימים בחיי מדף במשכי אחסון שונים. צרבון שטחי משוקלל = סכום [% הפרי הנגוע בצרבון * מדד הצרבון] / 4 (ערך מרבי 100). (מדד: 0-ללא צרבון, 1-צרבון קל, 2-צרבון בינוני, 4-צרבון קשה).

הצטמקות - ככל שהאגסים אוחסנו למשכי זמן ארוכים יותר כך עלה אחוז הפרי המצומק, שהופיע רק לאחר חיי מדף (איור 5). נצפתה מגמה לפיה באחסון ב- -0.5°C אחוז הפרי המצומק היה גבוה יותר לעומת אלו באחסון ב- 1°C , אך ללא הבדל מובהק. כמו כן, לא נמצאה השפעה מובהקת של החשיפה ל-1-MCP על מידת האגסים המצומקים בשתי טמפרטורות האחסון.

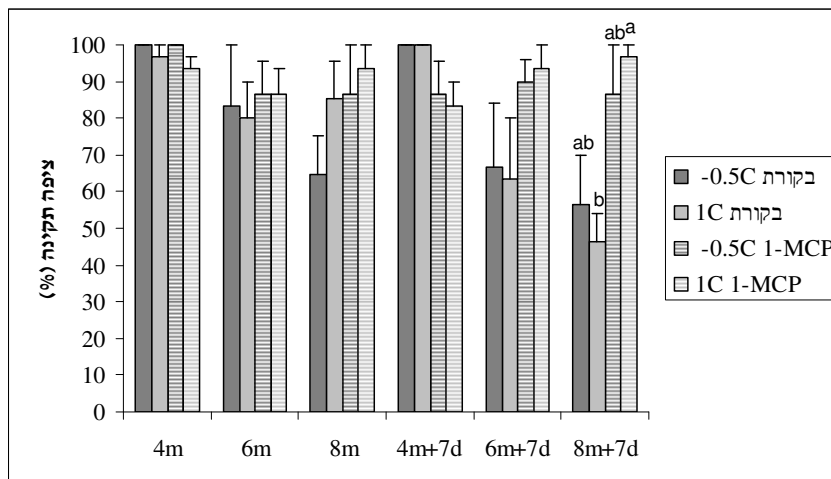


איור 5: אחוז הפרי המצומק בהשפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על אגסים בהוצאה מאחסון ולאחר 7 ימים בחיי מדף במשכי אחסון שונים.

1-MCP	בקורת	
		-0.5°C
		1°C

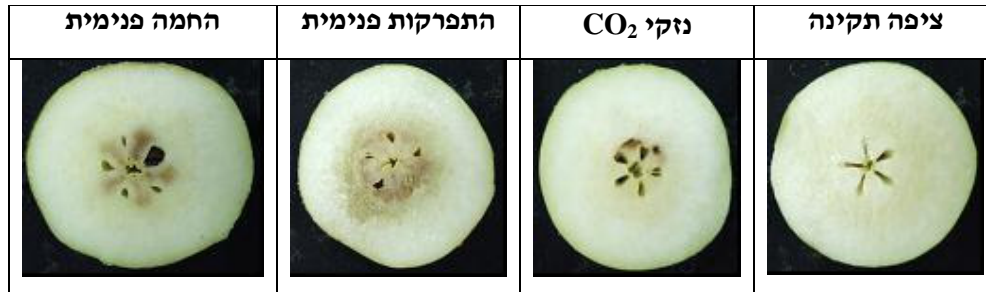
איור 6: מראה האגסים בהשפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) בתום 8 חודשי אחסון ושבוע נוסף בחיי מדף.

איכות פנימית - ככל שאחסון האגסים התארך כך אחוז הפרי עם ציפה תקינה הלך ופחת תוך הופעת נזקים פנימיים בציפת הפרי, שעל פי רוב החמירו בחיי מדף (איור 7). בתום אחסון ממושך (8 חודשים ו-7 ימים בחיי מדף) השפעה מיטיבה מובהקת נמצאה רק לטיפול ב-1-MCP בפרי שאוחסן ב-1°C.

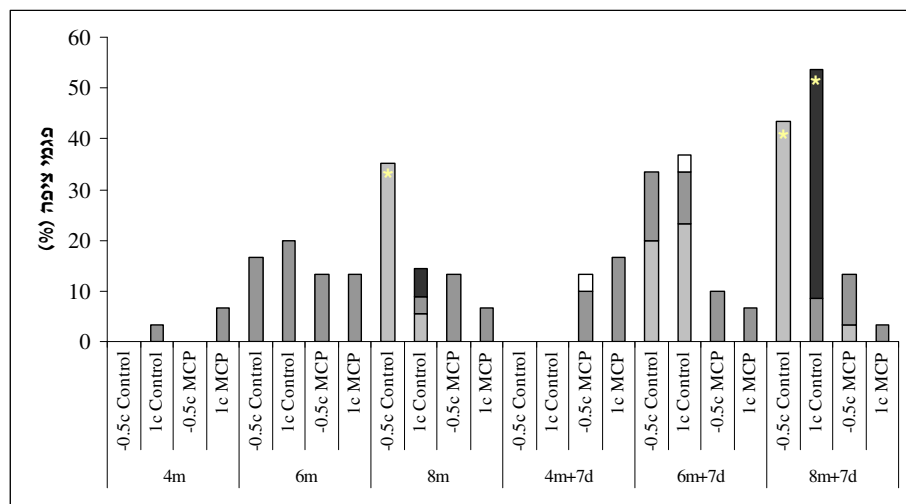


איור 7: אגסים עם ציפה תקינה (%), כתוצאה מהשפעת טמפרטורת האחסון והטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על האגסים, בהוצאה מאחסון ולאחר 7 ימים בחיי מדף בתום משכי אחסון שונים. a-b הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים (שילוב של טמפרטורה וחשיפה ל-1-MCP) בכל אחד ממועדי הבדיקה.

נזקי הציפה (איור 8) - נזקי CO₂ הופיעו בציפת הפרי ברוב הטיפולים בהיקפים שונים, עם מעט הבדלים מובהקים בהשפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ). נזקי השחמת הליבה (core flush) הופיעו לאחר אחסון ממושך בעיקר באגסים שלא טופלו ב-1-MCP, ובהיקף גדול במובהק באגסי בקורת שאוחסנו ב-0.5°C במשך 8 חודשים (איור 9). יותר התפרקות פנימית, שהינה נזק של הבשלה מתקדמת, נמצאה במובהק באגסים שאוחסנו ב-1°C למשך 8 חודשים והנזק החמיר בחיי מדף, בעוד שטיפול ב-1-MCP עיכב הופעת נזק זה (איור 9).



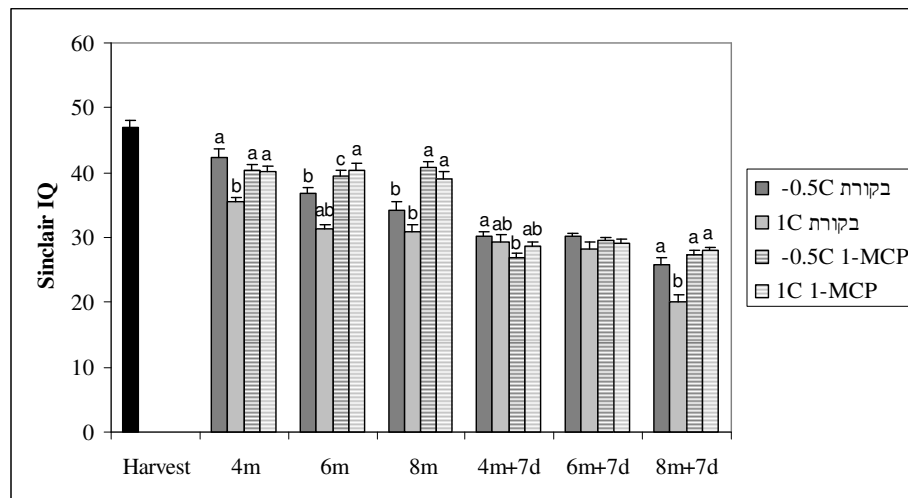
איור 8: ציפת אגס תקינה ונזקי ציפה פנימיים שנמצאו במהלך בדיקת האגסים.



איור 9: סך הנזקים הפנימיים המצטברים בהשפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על אגסים בהוצאה מאחסון ולאחר 7 ימים בחיי מדף במשכי אחסון שונים.

* - הבדל מובהק ($p < 0.05$) בנזק הפנימי המסומן בין הטיפולים באותו מועד בדיקה.
 ■ - השחמת ליבה ■ - נזקי CO₂ ■ - התפרקות פנימית □ - רקבון פנימי.

מוצקות האגס – שנמדדה בנגיפה בלתי הרסנית בעזרת מכשיר הסינקלייר, לא השתנתה לאורך האחסון בפרי שטופל ב-1-MCP והיתה גבוהה במובהק מזו של פרי הבקורת, כשתקופת האחסון התארכה, לרוב ללא השפעה של טמפרטורת האחסון (איור 10). אולם, במהלך חיי מדף השפעת הטיפול ב-1-MCP הלכה ופחתה והשפעה מובהקת שלו נמצאה רק לאחר אחסון הקצר ב- -0.5°C . הבדל מובהק נוסף במוצקות נמצא בין אגסי הבקורת בתקופת חיי המדף, לאחר אחסון ממושך בטמפרטורות השונות. מוצקות אגסי הבקורת הלכה ופחתה ככל שהאחסון התארך ולרוב זו של אגסי הבקורת שאוחסנו ב- $+1^{\circ}\text{C}$ הייתה הנמוכה ביותר.



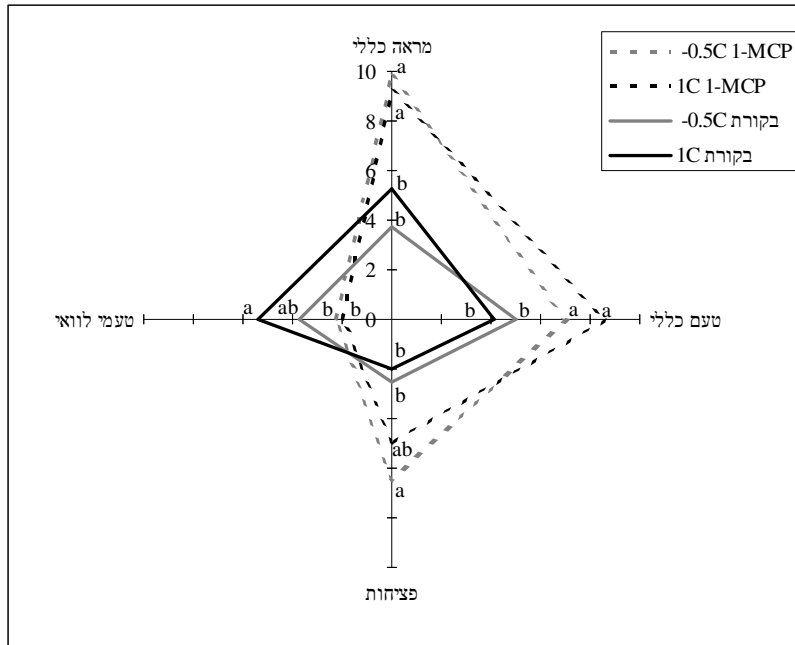
איור 10: השפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על מוצקות האגסים על פי מכשיר ה-SinclairTM בהוצאה מאחסון ולאחר 7 ימים בחיי מדף במשכי אחסון שונים. a-c הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים (שילוב של טמפרטורה וחשיפה ל-1-MCP) בכל אחד ממועדי הבדיקה.

קורלציה בין קשיות למוצקות האגס – נבחנה ההתאמה בין ערכי הקשיות על פי הפנטרומטר מסוג Penefel לבין ערכי המוצקות שהתקבלו במכשיר הסינקלייר. לעריכת ההתאמה נערך שימוש בערכים ממוצעים מכל משק ובכל מועדי הבדיקה ללא הפרדה בין הוצאה מקירור לחיי מדף. הקורלציה בין הערכים בקטיף נערכה בנפרד ועל פי התוצאות (טבלה 2), ניתן לראות כי בקטיף התקבלה התאמה טובה וחזקה בין שתי שיטת הבדיקה. התאמה טובה ומובהקת נמצאה גם באגסי הבקורת שאוחסנו בטמפרטורות השונות, אולם בחשיפת האגסים ל-1-MCP מידת ההתאמה פחתה. עבור אגסים אלו, שאוחסנו ב- $+1^{\circ}\text{C}$, נשמרה התאמה טובה ומובהקת, אך עבור אלו שאוחסנו ב- -0.5°C ההתאמה הייתה נמוכה משמעותית וזו אף אינה מובהקת (טבלה 2).

טבלה 2 : התאמה לינארית בין ערכי הקשיות כפי שנמדדו באמצעות הפנטרומטר לבין ערכי המוצקות שנמדדו באמצעות הסינקלייר.

מובהקות	מידת ההתאמה (r)	הטיפול	טמפרטורת האחסון
0.0105	0.9999	קטיף (בקורת)	-
0.0000	0.9609	בקורת	-0.5°C
0.0000	0.8712	בקורת	+1°C
0.0616	0.449	1-MCP	-0.5°C
0.0001	0.7782	1-MCP	+1°C

הערכת טעם ומראה האגסים - אגסים שטופלו ב-1-MCP ואוחסנו ב-1°C הגיעו לקשיות מתאימה למאכל רק לאחר 8 חודשי אחסון ושבע בחיי מדף ולפיכך ההתייחסות הינה למבחן הטעם ממועד זה בלבד. במבחן הטעם השתתפו 7 טועמים ונמצאו הבדלים מובהקים בטעם הכולל, במראה, בפציחות ובטעמי הלוואי של אגסים מהטיפולים השונים (איור 11). ככלל, לא נמצא הבדל מובהק במדדים בהשפעת הטמפרטורות השונות, אך נמצאו הבדלים מובהקים בהשפעת החשיפה ל-1-MCP. מראה האגסים שטופלו ב-1-MCP קיבל הערכה גבוהה במובהק לעומת אגסי הבקורת, כפי הנראה כתוצאה מהצרבוץ השטחי שהתפתח באגסי הבקורת ועוכב ביעילות ע"י הטיפול (ראה גם איור 6). בנוסף, הטעם הכולל של אגסים מטופלים ב-1-MCP היה טוב יותר מזה של אגסי הבקורת. באגסים המטופלים ב-1-MCP הייתה תחושת פציחות כפי הנראה עקב מוצקותם הגבוהה יחסית לזו של אגסי הבקורת. האגסים מוכרים כבעלי מרקם נימוח בעת ההבשלה ולכן פציחות עלולה להתפס ע"י הטועם כמדד שלילי להערכת טעם האגס. אולם, יש לציין שאגסים שטופלו ב-1-MCP הינם עסיסיים מאד על אף פציחותם ולפיכך מתקבל שילוב כולל של מרקם שמזכיר את זה של התפוח (אך טעמם שונה). טעמי לוואי שהובחנו במובהק באגסי הבקורת, הינם כפי הנראה תוצאה של התקדמות רבה מדי בהבשלת האגסים לעומת אלו המטופלים ב-1-MCP. מדדים נוספים בהם לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים הם: מתיקות, חמיצות, עסיסיות, ניחוח, וגריסיות. יש לציין שעל אף שקשיות האגסים שטופלו ב-1-MCP ואוחסנו ב-0.5°C הייתה ברמה המוגדרת כגבוהה מדי למאכל (כ-10.7 ל"כ), טעמם הכולל קיבל הערכה טובה יחסית. אם כן, יתכן שבאגסים שמטופלים ב-1-MCP תתכן התקדמות במדדים הקשורים להבשלתם כגון עסיסיות, איבוד הגריסיות וכדומה אך למרות שהפרי נשאר קשה יחסית הוא בכל זאת יהיה מתאים למאכל.



איור 11: השפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על מדדי טעם של אגסים לאחר 8 חודשים בקירור ושבע נוסף בחיי מדף (המדדים בסקלה בין 0-10).
 a-b הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים (שילוב של טמפרטורה וחשיפה ל-1-MCP).

צבע קליפת האגסים - בבחינת צבע קליפת האגסים במועד הבדיקה המוקדם (4 חודשים ושבע בחיי מדף) נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בכל מדדי הצבע השונים (נתונים לא מוצגים). במועדי הבדיקה הבאים היו הבדלים בערכי a^* ו- Hue^* בלבד, כשערכי צבע הקליפה של האגסים המטופלים ב-1-MCP ומאוחסנים בטמפרטורות שונות אינם נבדלים במובהק אלו מאלו. לעומת זאת, ערך Hue^* של אגסי הבקורת שאוחסנו ב- $0.5^\circ C$ נבדלו במובהק מיתר הטיפולים (טבלה 3).

טבלה 3: השפעת הטמפרטורה וטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על צבע קליפת האגסים (ערך Hue^*), כפי שנמדד באמצעות מד צבע מתוצרת Minolta בתום משכי אחסון שונים ו-7 ימים בחיי מדף. a-b הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים (שילוב של טמפרטורה וחשיפה ל-1-MCP) בכל אחד ממועדי הבדיקה.

8m+7d		6m+7d		4m+7d		Hue*	
b	107.6	ab	109.5	b	108.5		בקורת $0.5^\circ C$
b	107.9	ab	109.4	a	110.3		בקורת $1^\circ C$
a	109.2	a	110.5	a	110.8		- $0.5^\circ C$ 1-MCP
a	109.2	b	110.3	a	110.1	$1^\circ C$ 1-MCP	

a-b אותות שונות בכל טור מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים.

סיכום

בניסוי זה נערכה בחינה ראשונית של האפשרות לאחסן אגסי ספדונה מטופלים ב-1-MCP בטמפרטורה של 1°C , הגבוהה ב- 1.5°C מהטמפרטורה המומלצת כיום לאחסון ממושך של אגסים. היתרון המשמעותי באחסון בטמפרטורות שמעל ל- 0°C הוא ביכולת לשמור ביתר קלות על לחות יחסית גבוהה ובכך לצמצם את איבוד המים מהפרי ואת הצטמקותו. בנוסף לכך, עלויות הקירור פחותות. הממצאים העיקריים בניסוי זה היו: א. ייצור האתילן היה גבוה במובהק בחיי מדף באגסים שטופלו ב-1-MCP ככל שהתארך האחסון ב- 1°C , דבר שיכול להעיד על שיקום ביכולתם לייצר אתילן. ב. איכותם החיצונית של אגסים שאוחסנו ב- 1°C היתה טובה (כ-90% פרי תקין), כשהפגעים העיקריים היו הצטמקות שנובעת מהאחסון הממושך והתמוטטות שמקורה בהבשלה מתקדמת. חשיפת האגסים ל-1-MCP עיכבה את הופעת הצרבון השטחי בקליפת האגס לחלוטין בשתי טמפרטורות האחסון ולפיכך נחסך הצורך בטבילה בנוגד-חמצון 'דקו-סקולד'. כמות האגסים שניזוקו מהצטמקות הלכה ועלתה ככל שהאחסון התארך ולכן צריך להמשיך ולבחון את איבוד המשקל והצטמקות האגסים בתאי אחסון בהם יש תוספת לחות לאווירה. ג. האגסים המטופלים ב-1-MCP שאוחסנו ב- 1°C התרככו במידה המתאימה למאכל רק בחיי מדף בתום 8 חודשי אחסון, בעוד אגסי הבקורת התרככו יתר על המידה והיו פחות טעימים במבחן טעימה במועד זה. לפיכך, אגסים שמטופלים ב-1-MCP, כשהם בקשיות דומה לזו המתוארת בניסוי זה, ראויים לאחסון ממושך ב- 1°C . ד. איכותם הפנימית של אגסים מטופלים, שאוחסנו ב- 1°C נמצאה טובה מאד בתום 8 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף. ה. החשיפה ל-1-MCP שמרה על צבע קליפה יותר ירוק יחסית לאגסי הבקורת, שמעניק לפרי מראה טרי ורענן, בתום שמונה חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף.

מסקנות

אגסי ספדונה שטופלו ב-1-MCP בריכוז של 0.3 ח"מ ואוחסנו ב- 1°C נמצאו טעימים ואיכותיים לאחר 8 חודשי אחסון באווירה מבוקרת ולפיכך ראוי להמשיך ולבחון זאת שנה נוספת לאישוש תוצאות אלו בתנאים חצי-מסחריים.

4. השפעת משכי השהייה שונים בקירור לפני הטיפול ב-1-MCP על איכות אגסי ספדונה

מאוחסנים.

רקע

חשיפה של אגסי ספדונה ל-1-MCP עלולה לעכב את הבשלתם ביעילות גבוהה כך שתמנע בהם הבשלה תקינה אף לאחר אחסון ממושך. האגסים עלולים לאבד את כושרם להתרכך כראוי, בעיקר בפרי שנקטף בתחילת עונת הקטיף. על פי הספרות המדעית חשיפת אגסים לטמפרטורות נמוכות משרה בהם מגוון תהליכי הבשלה, בהם ייצור אתילן והתרככות. לפיכך הוחלט לבחון האם ניתן לקדם תהליכים אלו בהשהיית אגסים לפרקי זמן שונים בקירור ועייכ למתן את עכוב הבשלתם בתגובה לחשיפתם ל-1-MCP. בעזרת השילוב בין תהליכי זירוז ההבשלה (השהייה בקירור) לבין תהליכי האטת ההבשלה (טיפול ב-1-MCP) ניתן יהיה לבחון מהו השילובים בהם יתקבל פרי איכותי וטעים לאחר שבוע ימים בחיי מדף בתום האחסון.

תקציר התוצאות

- ככל שהשהייה בקירור הייתה ארוכה יותר טרם החשיפה ל-1-MCP, כך התקדמו תהליכי הבשלה באגס: התגברו ייצור אתילן ונשימת הפרי, ירדו מוצקות וקשיות האגס, וכן פחתה רמת החומצה וזרעי האגס השחימו.
- לאחר של 5 או 7 חודשי אחסון בקירור ושבוע נוסף ב-20°C נמצא שככל שהאגסים שהו יותר זמן בקירור עד לטיפול ב-1-MCP כך השפעתו פחתה: האגס התרכך במידה רבה יותר, ייצר יותר אתילן והתפתח בקליפתו צרבון שטחי. כמו כן, בציפת האגסים שטופלו ב-1-MCP עוכבה ביעילות השחמת הציפה לעומת אגסי הבקורת.
- במבחני הטעימה שנערכו נמצא חסרון לטעם הכולל ולעסיסיות האגסים שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיף (2d), בעוד שהמראה שלהם היה מצוין. המראה הכולל של אגסי הבקורת קיבל ציון נמוך במובהק מיתר הטיפולים, כפי הנראה כתוצאה מהתפתחות הצרבון השטחי בקליפתם. איכויות עסיסיות טעם ומראה כולל טובים היו לאגסים שטופלו ב-1-MCP לאחר 5 עד 19 ימי השהייה בקירור.
- בסיכום כולל ניתן להעריך שקבלת אגסים באיכות וטעם טובים ניתן לקבל באגסים שבמצב הבשלה דומה לאלו שבניסוי זה, טופלו ב-1-MCP לאחר ששהו בין 5 ל-12 ימים בקירור לפני הטיפול ב-1-MCP.

מטרת הניסוי

בחינת השפעת השילוב בין משכי השהייה שונים בקירור וחשיפה ל-1-MCP על כושר השתמרות האגסים באחסון ממושך.

חומרים ושיטות

אגסי ספדונה נקטפו לאחר שיא הקטיפה ב-11.8.2009 ונאספו ממיכלים שהגיעו לבית הקירור מ-3 מטעים לתוך 36 ארגזי אחסון, בקשיות נמוכה מ-14 ל"כ (איילת השחר- 13.7 ל"כ, ראש פינה- 13.1 ל"כ ודישון-12.9 ל"כ). האגסים נטבלו בפונגיצידי 'סקולאר' בריכוז של 0.2%, קוררו לטמפרטורה מתחת ל-1°C במשך לילה, ולמחרת נעטפו בשקיות LDPE מחוררות. 2 ארגזים (ארגז לכל משך אחסון) מכל משק שימשו כביקורת ואוחסנו מיד בטמפרטורה של 0°C. יתר ארגזי הפרי הושהו למשכי זמן שונים עד לחשיפתם ל-1-MCP בתא בטמפרטורה של 0°C (מיד לאחר הקירור, 5, 9, 12 או 19 ימים). מדדי הבשלה נבדקו במדגמי אגסים (10 פירות מכל משק) בתום ההשהיות השונות, טרם החשיפה ל-1-MCP. האגסים טופלו ב-1-MCP בריכוז של 300 ח"ב בטמפרטורה של 0°C למשך לילה ואורורו ביום המחרת. כל ארגזי האגסים אוחסנו באווירה מבוקרת (O₂ 1.5% ו-CO₂ 2%, -0.5°C). האגסים נבדקו בתום אחסון ובחיי מדף כמפורט (טבלה 1).

טבלה 1: תאריכי בדיקות הפרי בהוצאה מאחסון בקירור ולאחר שבוע חיי המדף

כ-7 חודשים	כ-5 חודשים	
15.3.2010	18.1.2010	הוצאה
22.3.2010	25.1.2010	חיי מדף

בדיקות הפרי בכל מועד היו כמתואר בניסוי הקודם.

תוצאות

מדדי הבשלה בקטיפה ולאחר השהיות בקירור טרם החשיפה ל-1-MCP:

לבחינת השפעת ההשהייה על התקדמות הבשלת האגסים בקירור נבדקו מדגמי אגסים ממשכי ההשהיות השונים כשהאתילן והנשימה נבדקו יום לאחר העברתם לחימום ב-20°C. ייצור האתילן ונשימת האגס עלו ככל שההשהייה בקירור התארכה (טבלה 2). מוצקות האגס, שנבדקה בנגיפה בצורה לא הרסנית (באמצעות מכשיר של סינקלייר), פחתה ככל שההשהייה התארכה וזו נבדלה במובהק לאחר 19 ימי השהייה לעומת זו שבקטיפה. ביתר מדדי הבשלה שנבדקו לא היו הבדלים מובהקים, אך ניתן להבחין במגמה של ירידה ברמת החומצה, בקשיות הפרי, ובמדד צבע הזרעים, שהלך והשחים ככל שהפרי שהה זמן ממושך יותר בקירור.

ייצור האתילן באגסים-

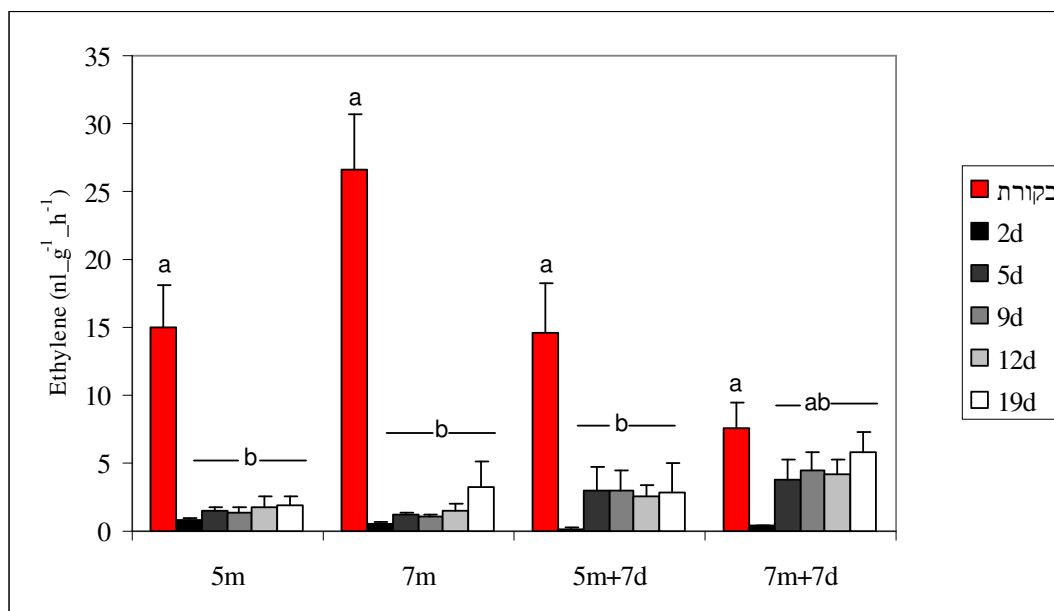
ייצור האתילן נבחן באגסים בהוצאתם מקירור ולאחר שבוע ב-20°C בחיי מדף (איור 1). בהוצאות מאחסון ייצור האתילן היה גבוה במובהק באגסי הבקורת לעומת האגסים שטופלו ב-1-MCP לאחר משכי השהייה שונים. אותה תוצאה נמצאה באגסים שאוחסנו למשך 5 חודשים ושבוע נוסף ב-20°C, אולם לאחר 7 חודשי אחסון ושבוע נוסף ב-20°C ייצור האתילן עוכב במידה

מובהקת רק באגסים שטופלו בסמוך לקטיף (2d) לעומת אגסי הבקורת. ייצור האתילן ע"י האגסים בשאר הטיפולים לא נבדל משני הטיפולים האלה.

טבלה 2: מדדי הבשלה של אגסים ממשכי השהייה שונים ב- -0.5°C , לפני הטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ).
 ח"מ).

19 ימים	12 ימים	9 ימים	5 ימים	יום הקטיף	
4.1 a	1.2 b	1.3 b	0.7 bc	0.1 c	ייצור אתילן $\text{nl}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$
12.1 a	6.3 ab	7.6 ab	4.8 b	4.4 b	נשימה $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$
40.2 b	43.6 ab	42.2 ab	44.6 ab	46.6 a	מוצקות (IQ)
14.2	13.6	14.4	14.0	14.1	כ.מ.מ. (%)
0.11	0.11	0.13	0.15	0.16	חומצה (%)
12.7	13.0	13.0	13.9	13.2	קשיות (לבי"כ)
4.9	5.4	4.5	4.9	4.1	מדד פירוק העמילן (1-8)
3.2	3.0	2.9	2.9	2.5	מדד צבע זרעים (1-4)

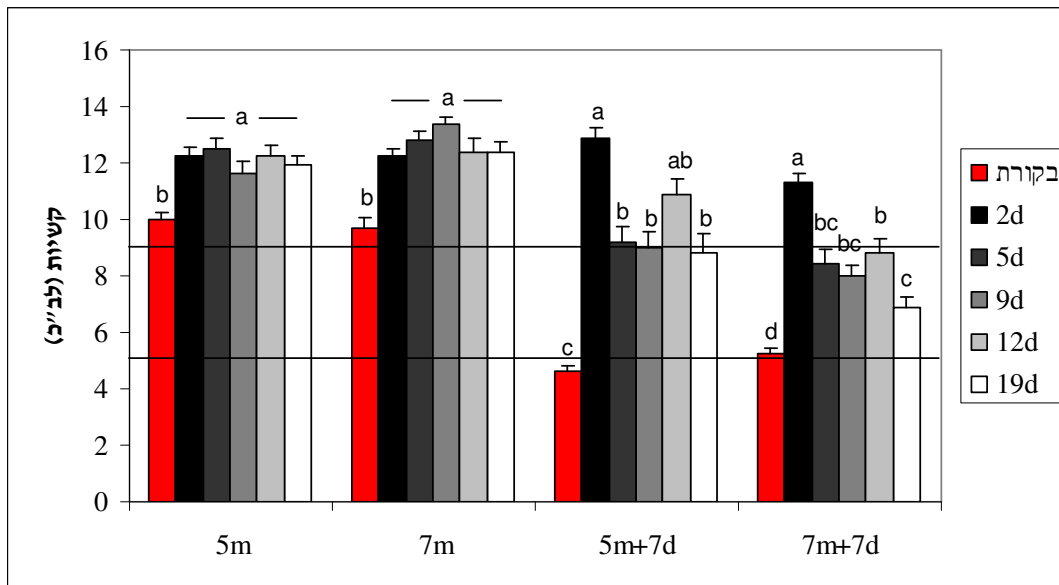
a – אותיות שונות מציינות הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין משכי ההשהייה, במדד הנבדק.



איור 1: ייצור האתילן של אגסי ספדונה בהשפעת משכי השהייה שונים ב- 0°C טרם הטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ), בתום משכי אחסון שונים ולאחר שבוע ב- 20°C . a-b – הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים בכל אחד ממועדי הבדיקה.

התרככות האגסים-

לא נמצאו הבדלים מובהקים בקשיות האגסים ממשכי ההשהייה השונים טרם החשיפה ל-1-MCP (טבלה 2, איור 2). לאחר 5 ו-7 חודשי אחסון בקירור אגסי הבקורת היו רכים במובהק מיתר האגסים שטופלו ב-1-MCP. לאחר 5 חודשי אחסון בקירור ושבוע ב-20°C אגסים שטופלו בסמוך לקטיפ (2d) היו קשים במובהק מרוב האגסים שטופלו ב-1-MCP לאחר השהיות ממושכות יותר (מלבד אלו שהושהו למשך 12 ימים). השפעה דומה נמצאה גם לאחר 7 חודשי אחסון בקירור ושבוע ב-20°C, כשהאגסים שטופלו ב-1-MCP לאחר 19 ימים בקירור נמצאו הרכים ביותר יחסית לאלו שטופלו ב-1-MCP, אך עדיין קשים במובהק מאגסי הבקורת שלא טופלו. לאחר 7 חודשי אחסון ושבוע ב-20°C רק האגסים שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיפ נותרו קשים מדי למאכל וכל יתר הטיפולים נמצאו בקשיות המתאימה למאכל.

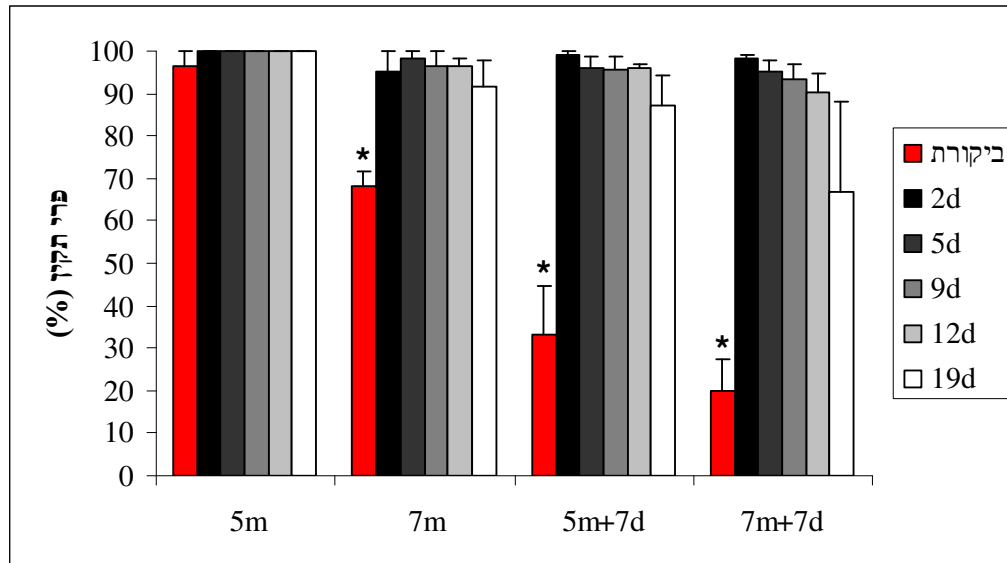


איור 2: קשיות אגסי ספדונה בהשפעת משכי השהייה שונים ב-0°C טרם הטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ), בתום משכי אחסון שונים ולאחר שבוע ב-20°C. בין הקווים המסומנים (5-9 לב"כ) נמצאים האגסים שראויים למאכל. a-d – אותיות שונות מציינות הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים בכל אחד ממועדי הבדיקה, על פי Tukey-Kramer HSD.

איכות חיצונית –

איכותם החיצונית של אגסי הבקורת הלכה ופחתה ככל שהאחסון התמשך ואף יותר בחיי מדף (איור 3). איכותם החיצונית של האגסים שטופלו ב-1-MCP הייתה טובה מזו של אגסי הבקורת בכל מועדי הבדיקה ונבדלה מהם במובהק לאחר 7 חודשי אחסון ולאחר שבוע ב-20°C בכל מועד. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין האגסים שטופלו ב-1-MCP ממשכי ההשהייה השונים, אך ניתן להבחין במגמה של ירידה באיכות הפרי ככל שמשך ההשהייה בקירור התארך עד לחשיפה ל-1-

MCP. הגורם המרכזי לירידת איכות הפרי החיצונית היה התפתחות הצרבון השטחי בקליפת האגסים.



איור 3: שיעור הפרי התקין בהשפעת משכי השהייה שונים ב-0°C טרם הטיפול ב-MCP-1 (0.3 ח"מ), בתום משכי אחסון שונים ולאחר שבוע ב-20°C.

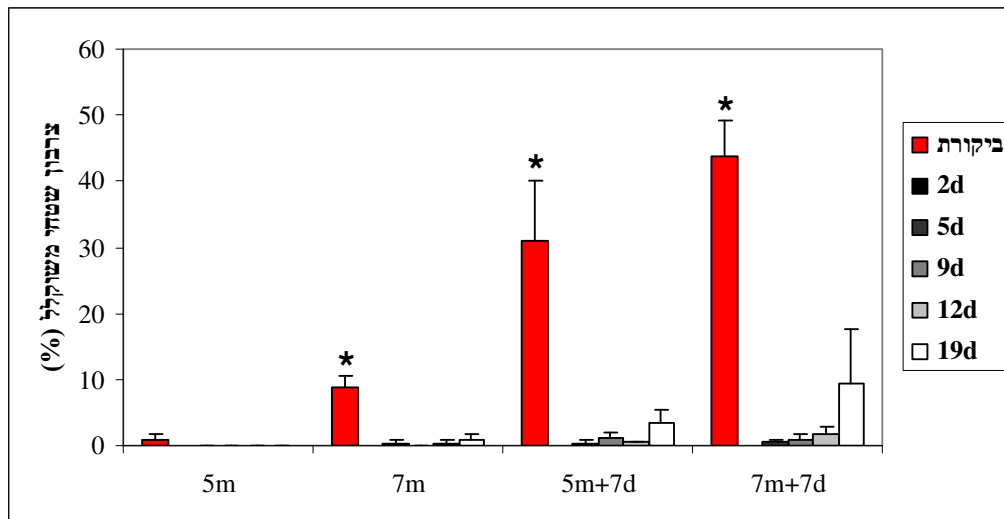
* – הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הבקורת לבין הטיפולים בכל אחד מועד בדיקה.

הצרבון השטחי-

האגסים לא נטבלו בחומרים מעכבי צרבון לאחר הקטיף ולכן התפתח בהם צרבון במהלך האחסון ובעיקר בחיי מדף. על פי תדירות הצרבון וחומרתו חושבה רמת הצרבון השטחי המשוקלל ונמצא שבאגסי הבקורת רמתו הייתה גבוהה במובהק בהשוואה לאגסים שטופלו ב-MCP-1 (איור 4). באגסים שטופלו ב-MCP-1 בסמוך לקטיף עוכב הצרבון השטחי לחלוטין עד לסוף תקופת האחסון, אולם באגסים ששהו בקירור עד לחשיפתם ל-MCP-1 נראה שככל שמשך ההשהייה בקירור התארך כך רמת הצרבון השטחי המשוקלל באגסים הייתה גבוהה יותר.

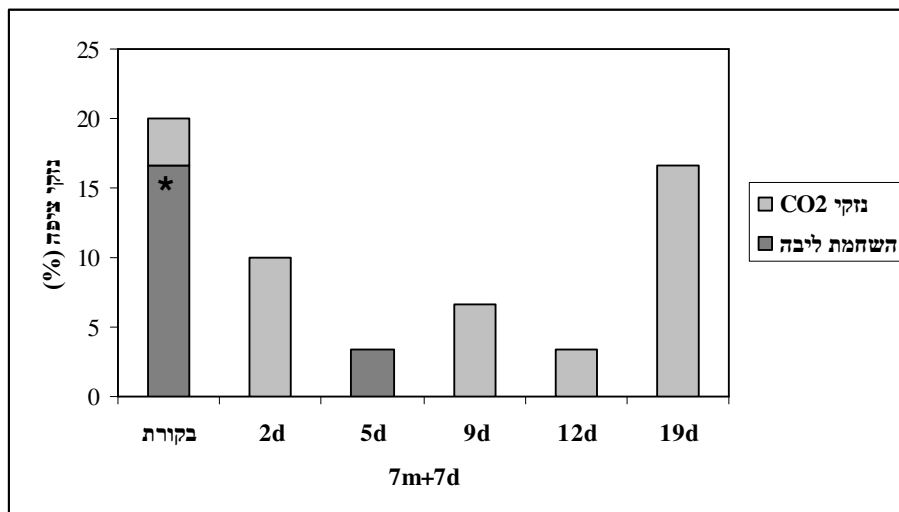
איכות פנימית –

איכותם הפנימית של האגסים בניסוי זה הייתה יחסית טובה בטיפולים השונים בכל משך הניסוי. איכותם הפנימית של אגסי הבקורת ושל אלו שנחשפו לאחר 19 ימים השהייה בקירור עד לטיפול ב-MCP-1 הייתה הנמוכה ביותר לאחר 7 חודשי אחסון בקירור ושבוע ב-20°C כשהנזקים העיקריים היו השחמת הליבה ונזקי CO₂ (איור 5). לאחר 7 חודשי אחסון ושבוע נוסף ב-20°C השחמת הליבה הייתה הגורם המרכזי לנזק הפנימי באגסי הבקורת ובמובהק מכל אלו שטופלו ב-MCP-1 (איור 5). נזקי CO₂ בציפת הפרי לא נבדלו במובהק בין הטיפולים השונים בכל מועדי הבדיקה ונעו בין 0 ל-16% נזק.



איור 4: צרבוני שטחי משוקלל בהשפעת משכי השהייה שונים ב-0°C טרם הטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ), בתום משכי אחסון שונים ולאחר שבוע ב-20°C. צרבוני שטחי משוקלל = סכום [% הפרי הנגוע בצרבוני X מדד הצרבוני]/4 (ערך מרבי 100). (מדד: 0-ללא צרבוני, 1-צרבוני קל, 2-צרבוני בינוני, 4-צרבוני קשה).

* – הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הבקורת לשאר הטיפולים בכל מועד בדיקה.



איור 5: נוקי ציפה באגסים (%) בהשפעת משכי השהייה שונים ב-0°C טרם הטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ), לאחר 7 חודשי אחסון ושבוע ב-20°C.

* – הבדל מובהק בהשחמת הליבה ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הבקורת לשאר הטיפולים בכל מועד בדיקה.

הערכת טעם ומראה האגסים-

מבחני טעם ומראה נערכו לאגסים לאחר שבוע ב-20°C בשני משכי האחסון והבדלים מובהקים נמצאו במראה הכולל, בטעם הכולל ובעסיסיותם.

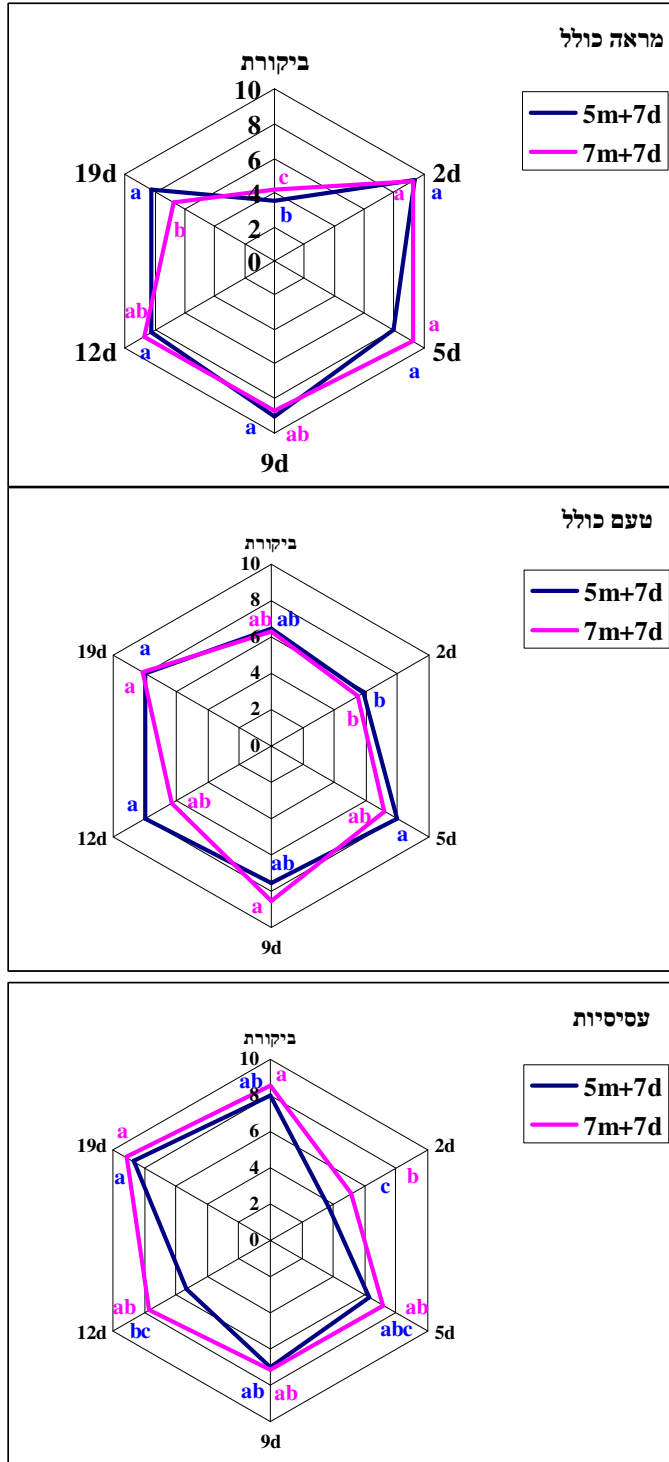
מראה האגסים- שטופלו ב-1-MCP היה טוב במובהק מאגסי הבקורת בשני מועדי הבדיקה כפי הנראה בעקבות עיכוב התפתחות הצרבון השטחי בקליפתם (איור 7a, תמונה 1). התפתחות מסוימת של צרבון שטחי בקליפת האגסים שטופלו ב-1-MCP לאחר 19 ימי השהייה בקירור גרמה להערכה הנמוכה במובהק של המראה החיצוני וכפי הנראה מאותה הסיבה גם לאלו שטופלו לאחר 9 ו-12 ימי השהייה.

הטעם הכולל של האגסים- הערכת טעם הנמוכה ביותר קיבלו אגסים שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיפ (2d) ובמובהק לעומת חלק מהאגסים שטופלו לאחר משכי השהייה ארוכים יותר (איור 7b). הציונים לטעם הכולל של אגסי הבקורת לא נבדלו במובהק מיתר הטיפולים, כאשר הציונים לטעם היו גבוהים מאשר של אלו שטופלו בסמוך לקטיפ, אך נמוכים מיתר האגסים שטופלו ב-1-MCP.

עסיסיות האגסים- הערכה לעסיסיות הגבוהה ביותר ניתנה לאגסי הבקורת ולאלו שטופלו ב-1-MCP לאחר ששהו 19 ימים בקירור בטרם החשיפה. העסיסיות באגסים שטופלו ב-1-MCP היתה גבוהה יותר לאחר 7 חודשים באחסון לעומת זו שנמצאה לאחר 5 חודשים (איור 7c). אגסים ששהו בקור לפחות 5 ימים בטרם חשיפתם ל-1-MCP לא נבדלו בעסיסיותם מאגסי הבקורת. האגסים בעלי העסיסיות הנמוכה ביותר היו אלו שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיפ.



תמונה 1: מראה אגסי בקורת ואגסים מטופלים ב-1-MCP לאחר משכי השהייה שונים בקירור (ב-0°C) בתום 8 חודשי אחסון ו-7 ימים ב-20°C.



איור 7: השפעת משכי השהייה שונים בקירור עד לטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על מדדי מראה טעם ועסיסיות של האגסים לאחר 5 ו-7 חודשי אחסון בקירור ושבוע נוסף בחיי מדף (המדדים בסקלה בין 0-10).

a-c הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים (שילוב של טמפרטורה וחשיפה ל-1-MCP).

צבע קליפת האגסים-

בבחינת השפעת הטיפול השונים על צבע הקליפה נמצא שלאחר 5 חודשי אחסון ושבוע ב-20°C האגסים שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיף הם הירוקים ביותר וערך H° שלהם נבדל במובהק מאלו שטופלו לאחר 5 ימי השהייה בקירור, ויתר הטיפולים לא נבדלו מהשניים (טבלה 3). אולם לאחר 7 חודשי אחסון בקירור ושבוע ב-20°C האגסים שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיף עדיין היו הירוקים ביותר, אך ערך H° שלהם נבדל במובהק רק מזה של אגסי הבקורת

טבלה 3: השפעת השהיית האגסים למשכי זמן שונים בקירור עד לטיפול ב-1-MCP (0.3 ח"מ) על ערך H° בצבע קליפת האגסים כפי שנמדד באמצעות מד צבע מתוצרת Minolta בתום 5 ו-7 חודשים באחסון ו-7 ימים בחיי מדף.

7m+7d		5m+7d		
b	107.51	ab	110.16	בקורת
a	109.38	a	111.18	2d
ab	108.57	b	109.58	5d
ab	109.15	ab	110.68	9d
ab	109.18	ab	110.79	12d
ab	108.73	ab	110.64	19d

a-b הבדל מובהק ($p < 0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים השונים בכל אחד ממועדי הבדיקה.

סיכום ודיון

תגובת אגסי ספדונה לטיפול ב-1-MCP היא לעתים חזקה מדי והפרי אינו מגיע להבשלה מלאה בתום האחסון וחיי המדף. בניסוי זה נבחנה השפעת משך השהייה ב-0°C של אגסי ספדונה, טרם הטיפול ב-1-MCP בריכוז של 0.3 ח"מ, על איכותם בתום האחסון, מאחר וידוע שהשהיית האגס בקירור מזרזת בו את תהליכי ההבשלה, בעוד שחשיפתו ל-1-MCP מעכבת אותם. לכן, הבנת יחסי הגומלין בין משך השהייה בקירור לבין החשיפה ל-1-MCP עשויה לאפשר וויסות של הבשלת הפרי תוך קבלת פרי איכותי בתום האחסון. הממצאים העיקריים:

1. **השפעות השהייה על מדדים בפרי-** ייצור האתילן וקצב נשימת הפרי גברו עם הארכת משך שהיית הפרי זמן בקירור טרם החשיפה ל-1-MCP. שני התהליכים הקשורים זה בזה מצביעים על התקדמות בתהליכי ההבשלה עקב הקירור. ירידה במוצקות הפרי חלה אף היא בתגובה להשהייה וזו יכולה להצביע על התקדמות בתהליכים הקשורים לשינויים בדופן הפרי. יש לציין שהייתה ירידה בקשיות הפרי, אך זו לא הייתה מובהקת. נצפו

- מגמות של ירידה ברמת החומצה והשחרה של זרעי הפרי אך גם אלו לא היו מובהקים, בעוד שבפירוק העמילן ורמת הכמ.מ. לא ניתן להצביע על מגמה ברורה. אם כן, ניתן להסיק שככל שהפרי שהה זמן ממושך יותר באחסון, חלה התקדמות מסוימת בהבשלתו, ולפיכך יתכנו הבדלים בתגובתו לחשיפה ל-1-MCP.
2. **ייצור האתילן לאחר האחסון** - יצור האתילן עוכב משמעותית בכל האגסים שטופלו ב-1-MCP, וככל שההשהייה בקירור הייתה ארוכה יותר טרם החשיפה ל-1-MCP השפעתו על עיכוב ייצור האתילן פחתה.
3. **התרככות האגסים** - בהוצאה מאחסון היה הבדל מובהק בקשיות האגסים שטופלו ב-1-MCP לבין אגסי הבקורת. אולם, לאחר שבוע ב-20°C נתקבלה הדרגתיות מסוימת בהתרככות האגסים וככל שההשהייה בקירור הייתה ממושכת כך האגסים היו רכים יותר (עם חריגה מסוימת באגסים משהייה של 12 יום), וקשים מאגסי הבקורת. השהיית הפרי בקירור הגבירה את ייצור האתילן וזה יכול להשרות הגברה של פעילות אנזימטית הקשורה להתרככות דופן האגס ולכן סביר שככל שהפרי שהה זמן ממושך יותר בקירור כך התרכך במידה רבה יותר.
4. **איכות חיצונית של האגסים** - איכותם של האגסים שטופלו ב-1-MCP היתה גבוהה במובהק מאלו של אגסי הבקורת בכל מועדי הבדיקה כמעט, כשהפגם העיקרי באלו היה התפתחות הצרבון השטחי. ככל שההשהייה בקירור התמשכה ויצור האתילן התגבר כך הרגישות לנזק זה ותדירות הופעת הצרבון עלתה אף באגסים שטופלו ב-1-MCP, אך ללא הבדל מובהק בין משכי ההשהייה בקירור. לפיכך, השהייה ממושכת מדי בקירור עלולה לפגום ביעילות השפעת ה-1-MCP בעיכוב הופעת הצרבון ולפגום באיכותו החיצונית של הפרי.
5. **איכות ציפת האגסים** - לא היו הבדלים מובהקים באיכותם הפנימית של האגסים בכל מועדי הבדיקה, אך לאחר 7 חודשי אחסון בקירור ושבוע ב-20°C האיכות הפנימית של אגסי הבקורת ושל אלו ששהו 19 ימים בקירור טרם הטיפול הייתה נמוכה יחסית ליתר האגסים. הפגמים העיקריים בציפת האגסים היו השחמת ליבה (Core flush) ונזקי CO₂. לא היה הבדל בין הטיפולים השונים בתגובה לרמת של 2% CO₂ באווירת האחסון, אך באגסי הבקורת הרגישות להשחמת הליבה, שמתגברת עם הזדקנות האגס, היתה גבוהה במובהק מהאגסים שטופלו ב-1-MCP. כלומר, בכל משכי ההשהייה בקירור לפני הטיפול ב-1-MCP הייתה השפעה מיטיבה בעיכוב פגם זה בציפת האגס.
6. **צבע הקליפה** - לאחר אחסון ממושך נמצאו הבדלים בין אגסי הבקורת לאלו שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיפה (ללא השהייה ממושכת בקירור), כפי הנראה כתוצאה מעיכוב פירוק הכלורופיל בקליפה.
7. **טעם ומראה האגסים** - במבחני הטעימה שנערכו בשני מועדי הבדיקה נמצא חסרון לטעם הכולל ולעסיסיות האגסים שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיפה (יומיים), אך המראה שלהם היה מצוין. הציון למראה הכולל של אגסי הבקורת היה הנמוך ביותר, במובהק מיתר

הטיפולים, כתוצאה מהתפתחות הצרבון השטחי בקליפתם. אם כן, לאגסים שטופלו ב-1-MCP לאחר 5 עד 19 ימי השהייה בקירור נמצאו איכויות עסיסיות טעם ומראה כולל טובים מאלו של אגסי הבקורת ובטעם ועסיסיות משל האגסים שטופלו ב-1-MCP בסמוך לקטיף (יומיים).

מסקנות

טיפול ב-1-MCP בסמוך לקטיף גרם לעיכוב הבשלה חזק מדי לאגסים שנקטפו בשיא העונה, בעוד שהשהייה ממושכת (19 יום) בקירור לפני הטיפול, לא מנעה את הצרבון השטחי בקליפתם אך שיפר את איכותם של האגסים, יחסית לזו של אגסי הבקורת. בסיכום כולל ניתן להעריך, שניתן לקבל אגסים באיכות וטעם טובים, כשהם נקטפים במצב הבשלה דומה לאלו שבניסוי זה, הודות לטיפול ב-1-MCP לאחר שהייה של 5 עד 12 ימים בקירור לפני יישום הטיפול.

5. בחינת הקשר בין נגיפה באמצעות הסינקלייר לתגובת הספדונה לטיפול 1-MCP.

מטרת המחקר: כתוצאה מחשיפת אגסים ל 1-MCP-מעוכבים בו תהליכים שונים, בהם פירוק הדופן, וניתן לאפיין זאת באמצעות הפנטרומטר בבדיקת קשיות הרסנית של האגס. הסינקלייר הינו מכשיר שבוחן את מוצקות הפרי באמצעות נגיפה(מכה קלה) בקליפת הפרי. לניסוי זה 2 מטרות:

1. לבחון את הקשר בין מוצקות האגס וקשיותו .
2. לבחון את השפעת החשיפה ל 1-MCP-על מוצקות האגס

חומרים ושיטות

ב 11.8.2009-נאספו אגסי ספדונה לאחר שיא הקטיף ממיכלים בקשיות נמוכה מ 14-ל"כ (איילת השחר 13.69 -ל"כ, ראש פינה 13.06 -ל"כ ודישון 12.91-ל"כ). .

האגסים נטבלו בפונגיצידי 'סקולאר' בריכוז של 0.2%, קוררו במסדרון למשך לילה, ולמחרת נעטפו בשקיות LDPE מחוררות. מחצית מהאגסים טופלו ב 1-MCP-בריכוז של 300ח"ב בטמפרטורה של 1°C למשך לילה.

מכל משק נאספו למחרת בסה"כ 80 אגסים: 40 לבקורת ו- 40 שטופלו ב-1-MCP. אלו חולקו לנספקים בהם 10 אגסים והפירות מוספרו מ 1-עד 10. כל האגסים נבדקו באמצעות הסינקלייר, טרם האחסון. האגסים נבחנו ב-4 מועדים למוצקות: בקטיף, לאחר 5, 7 ו-9 חודשים. בכל מועד נבחן הפרי בהוצאה מקירור בעודו קר, למחרת בעת שהתחמם ולאחר שבוע בחיי מדף(חס). קשיות האגס נבחנה באמצעות הפנטרומטר(penefel) לאחר שבוע בחיי מדף.

קטיף	כ-5 חודשים	כ-7 חודשים	כ-9 חודשים	
13.8.2009	10.1.2010	7.3.2010	2.5.2010	הוצאה (קר)
-	11.1.2010	8.3.2010	3.5.2010	הוצאה (חס)
20.8.2009	18.1.2010	15.3.2010	10.5.2010	חיי מדף

תוצאות

בחינת הקורלציה בקטיף בין קשיות הפרי באמצעות פנטרומטר לבין נגיפה באותו הפרי:
בבחינת הקשר בקטיף האגס נמצאה קורלציה טובה ($r=0.8662$) ומובהקת($p=0.0257$) בין ערכי הקשיות לערכי הנגיפה. בחינה נוספת של מדגמי פרי מאותם המטעים שמשותפים בניסוי זה נערכה בניסוי 610903 ונמצאה התאמה מצויינת של 0.9999 ומובהקת של 0.0105.

בחינת הקורלציה בין נגיפה בפרי קר לאותו הפרי שהתחמם במשך לילה:
האגסים שאוחסנו בקירור נבדקו מיד בהוצאתם מהקירור(בעודם קרים) וכן למחרת היום כשהתחממו לטמפרטורת החדר (כעבור כ 16-שעות. ההתאמה בין אלו הייתה טובה מאד $(r=0.9221)$ ובמובהקות גבוהה $(p<0.0001)$.
הערה: המשך בחינת התוצאות נערכה ללא בחינת הפרי בהוצאה עם המתנה להחממותו.

בחינת הקורלציה בין קשיות הפרי ומוצקותו בטיפולים השונים:
נבחן הקשר בין קשיות האגס על פי הפנטרומטר לבין מוצקותו על פי הסינקלייר תוך הפרדה בין הטיפולים כיוון שחשיפת הפרי ל-MCP-1 משפיעה על קשיות האגס ויתכן שגם על מוצקותו. באגסי הבקורת: ההתאמה הטובה ביותר נמצאה בין מוצקות האגס בהוצאתו מאחסון למוצקותו בתום חיי מדף $(r=0.838, p=0.001)$. בנוסף נמצאה התאמה מובהקת בין מוצקות האגס בקטיף למוצקותו מיד בהוצאתו מאחסון (פרי קר), $(r=0.606, p=0.037)$.
התאמות טובות ומובהקות נמצאו בין קשיות האגס מיד בקטיף, עוד בטרם קירור הפרי, לבין מוצקותו באותו המועד $(r=0.698, p=0.012)$, מיד בהוצאה מאחסון באגס הקר $(r=0.621, p=0.031)$ ובעת בדיקת הפרי לאחר שבוע בחיי מדף (P רי חם) $(r=0.638, p=0.026)$.

טבלה 1: התאמות בין קשיות למוצקות הפרי במועדים השונים באגסי בקורת (שלא טופלו ב-1-MCP). r - הערך העליון p - הערך התחתון. הקורלציות המובהקות מסומנות בצבע $(p<0.05)$.

בקורת

Penefel חיי מדף חם	Sinclair חיי מדף חם	Sinclair הוצאה קר	Sinclair קטיף חם	Penefel קטיף חם	מכשיר מועד טמפרטורה
0.413 n.s.	0.638 0.026	0.621 0.031	0.698 0.012	1	Penefel קטיף חם
0.381 n.s.	0.425 n.s.	0.606 0.037	1		Sinclair קטיף חם
0.325 n.s.	0.838 0.001	1			Sinclair הוצאה קר
0.461 n.s.	1				Sinclair חיי מדף חם
1					Penefel חיי מדף חם

באגסים מטופלים ב-1-MCP נמצאה הקורלציה הטובה ביותר בין קשיות האגסים באמצעות הפנטרומטר לבין מוצקותו על פי הסינקלייר בעת הקטיף בפרי החם ($r=0.836$, $p=0.001$). קורלציות טובות נמצאו בין מוצקות האגסים בקטיף לבין מוצקותם בהוצאה מאחסון, בפרי הקר, ($r=0.759$, $p=0.004$), ולקשיותם בתום חיי מדף ($r=0.742$, $p=0.006$). כמו כן, נמצאה קורלציה טובה בין קשיות האגסים בתום חיי מדף למוצקות האגסים הקרים בהוצאתם מאחסון ($r=0.747$, $p=0.005$). התאמה נמוכה במעט ומובהקת הייתה בין קשיות האגסים בקטיף לבין מוצקותם בהוצאה מאחסון ($r=0.626$, $p=0.029$).

טבלה 2: התאמות בין קשיות למוצקות הפרי במועדי הבדיקה השונים באגסים מטופלים ב-1-MCP. r -הערך העליון p - הערך התחתון. הקורלציות המובהקות מסומנות בצבע ($p < 0.05$).

1-MCP					
Penefel חיי מדף חם	Sinclair חיי מדף חם	Sinclair הוצאה קר	Sinclair קטיף חם	Penefel קטיף חם	מכשיר מועד טמפרטורה
0.453 n.s.	0.141 n.s.	0.626 0.029	0.836 0.001	1	Penefel קטיף חם
0.742 0.006	0.018 n.s.	0.759 0.004	1		Sinclair קטיף חם
0.747 0.005	-0.072 n.s.	1			Sinclair הוצאה קר
-0.105 n.s.	1				Sinclair חיי מדף חם
1					Penefel חיי מדף חם

התאמות טובות ומובהקות נמצאו הן באגסי הבקורת (טבלה 1) והן במטופלים ב-1-MCP (טבלה 2) בין ערכי הקשיות בקטיף לבין ערכי המוצקות בקטיף ובהוצאה מאחסון, וכמו כן בין ערכי הסינקלייר בקטיף לערכיו בהוצאה מאחסון. דרך נוספת לבחינת הקורלציות נערכה על פי ההתאמה בין הפרמטרים השונים תוך הפרדה בין מועדי האחסון השונים, וללא הפרדה בין טיפולים (בסה"כ 3 ממוצעים של בקורת ו-3 של פרי מטופל ב-1-MCP).

במועד הקטיף - רוב הקורלציות המובהקות נמצאו במועד הקטיף.

קורלציות טובות נמצאו בקטיף בין קשיות האגס למוצקותו ($r=0.866$, $p=0.026$) וכן עבור אותם האגסים שנבדקו ואוחסנו למשך 5 חודשים, בעוד שעבור אלו שאוחסנו למשך 7 ו-9 חודשים

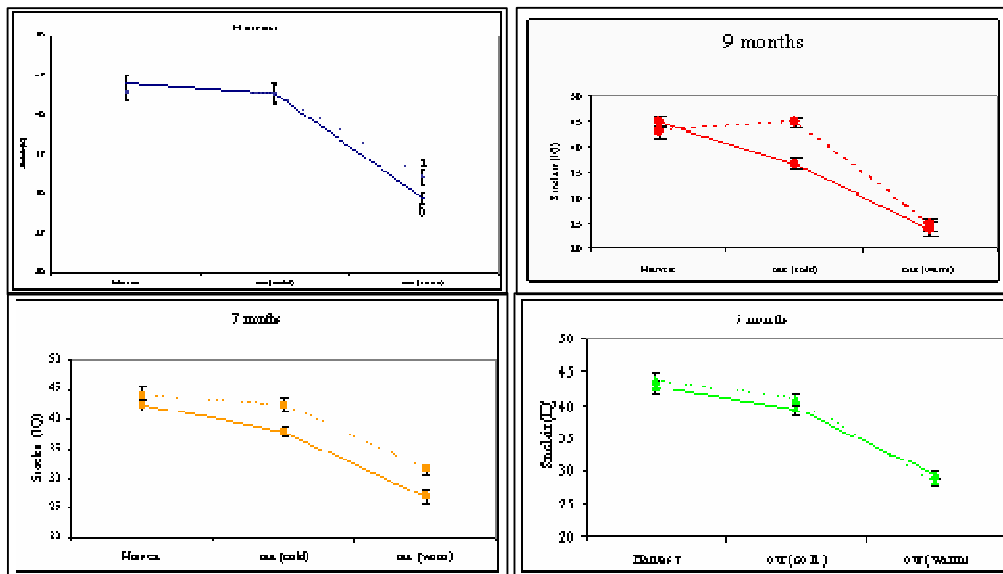
הקורלציה בקטיף לא הייתה מובהקת. דבר זה יכול להצביע על השונות הגבוהה הקיימת בין הפירות. מוצקות האגסים ששהו כיומיים בקירור לאחר הקטיף (בזמן הטיפול ב-MCP-1) הייתה בקורלציה טובה לקשיותו בקטיף ($r=0.859$, $p=0.029$), למוצקותו בקטיף כפרי קר ($r=0.955$, $p=0.003$) ולמוצקותו כשהתחמם במעט ($r=0.839$, $p=0.037$).

לאחר 5 חודשי אחסון - לא נמצאה קורלציה טובה לאחר 5 חודשי אחסון בין הפרמטרים השונים. לאחר 7 חודשי אחסון - התאמה טובה נמצאה בין מוצקות האגס החם בקטיף למוצקותו בהוצאה מאחסון כשעודו קר ($r=0.810$, $p=0.05$). כמו כן, נמצאה התאמה טובה בין מוצקות הפרי הקר לבין מוצקותו בתום חיי מדף ($r=0.859$, $p=0.029$).

לאחר 9 חודשי אחסון - התאמה יחידה וגבוהה מאד בין הפרמטרים השונים הייתה בין מוצקות האגסים בהוצאה מאחסון לבין קשיותם בחיי מדף ($r=0.969$, $p=0.002$).

טבלה 3: התאמות בין קשיות ומוצקות הפרי בחלוקה על פי מועדי הבדיקה השונים ללא חלוקה בין אגסים מטופלים ב-MCP-1 לאלו שאינם מטופלים (6 נקודות בכל קורלציה). רשומות הקורלציות המובהקות בלבד ($p<0.05$).

Penefel חיי מדף חם				Sinclair חיי מדף חם				Sinclair קר הוצאה קר				Sinclair קטיף חם				Penefel קטיף חם				מכשיר מועד טמפרטורה מועד הבדיקה	
9m	7m	5m	Harvest	9m	7m	5m	Harvest	9m	7m	5m	Harvest	9m	7m	5m	Harvest	9m	7m	5m	Harvest		
												0.859				0.957	0.866			1	Penefel קטיף חם
																0.003	0.026				Sinclair קטיף חם
								0.810				0.955				1				Sinclair קטיף חם	
																				Sinclair הוצאה קר	
																				Sinclair חיי מדף חם	
0.969				0.859			0.839	1												Penefel חיי מדף חם	
0.002				0.029			0.037														
1				1				1				1									



איור 1: מוצקות האגסים בקטיף, בהוצאה מאחסון ובחיי מדף בכל אחד ממועדי האחסון השונים. קו רציף- אגסי בקורת, מקוקו- אגסים מטופלים ב-MCP-1. **a-b** הבדל מובהק ($p<0.05$) על פי Tukey-Kramer HSD בין הטיפולים.

השינוי במוצקות האגסים בהשפעת ה-MCP-1 נבדקה בקטיף, במועדי האחסון השונים ובתום 7 ימים בחיי מדף. הבדלים מובהקים נמצאו ב-7 ו-9 חודשי אחסון וההתרחשות היא שכלל שהאחסון התארך כך גדלו ההבדלים במוצקות האגסים. בחיי מדף הבדלים מובהקים היו רק באגסים מהקטיף ולאחר 7 חודשי אחסון.

דיון

הבדיקה המקובלת לקביעת מצב הבשלת האגסים היא באמצעות פנטרומטר החודר את ציפת האגס ועל פי ההתנגדות הרקמה נקבעת קשיותו. החסרון בבדיקה זו היא הרסניותה שמונעת את היכולת לעקוב אחר אותו הפרי. הסינקלייר הוא מכשיר שב-4 הקשות עדינות על קליפת הפרי נותן ערכים שאמורים לתאר את מוצקות הפרי. מטרה אחת בניסוי זה היא לבחון את הקשר בין ערכי קשיות האגסים שמהווה בדיקה שיגרתית באמצעות פנטרומטר למוצקותם על פי הפנטרומטר. בנוסף לכך, טיפול לאחר הקטיף באגסי ספדונה ב-MCP-1, מעכב את פעולת האתילן, וכתוצאה מכך לשמור על קשיות אגס גבוהה. לפיכך, מטרה נוספת היא לבחון את השפעת החשיפה ל-MCP על ערכי המוצקות.

- בקטיף נמצאה התאמה גבוהה ומובהקת בין ערכי קשיות לערכי המוצקות ולפיכך יתכן שעל פי ערכי המוצקות ניתן להעריך את קשיות האגסים ללא הריסתם. יש לסייג ממצא זה כיוון שהאגסים שנבחנו היו בטווח קשיות מסוים (בין 13 ל-14 ל"כ) ולפיכך רצוי לבחון את ההתאמה בטווח ערכים רחב יותר.
 - מקובל להוציא את הפרי מאחסון ביום הקודם לבדיקות כדי שיתחמם, ונשאלה השאלה האם ניתן לבחון את מוצקות הפרי מיד בהוצאה או שיש לבחון אותה כשהפרי הגיע לטמפרטורת החדר. לפיכך הפרי נבחן מיד בהוצאה מאחסון בעודו קר ולמחרת כשהגיע לטמפרטורת החדר. ההתאמה שנמצאה בין ערכי המוצקות היו גבוהים ומובהקים, ולכן ניתן לבחון את מוצקות האגס בעודו קר ללא המתנה להתחממות הפרי עד ליום המחרת.
 - בהפרדה בין הטיפולים נמצא שהקורלציות המובהקות באגסי הבקורת הן בין קשיות בקטיף לבין המוצקות בקטיף, בהוצאה מאחסון ובחיי מדף (טבלה 1). באגסים שטופלו ב-MCP-1 נמצאה התאמה מובהקת בין קשיותם בקטיף למוצקותם בקטיף ובהוצאה מאחסון, אך לא למוצקותם בחיי מדף (טבלה 2). ממצא זה מצביע על כך שחשיפה ל-MCP משפיעה על מוצקות האגס ולכן בעוד שנמצאה התאמה מובהקת באגסי הבקורת בין קשיותם בקטיף למוצקותם בחיי מדף לא נמצאה התאמה כזו באלו המטופלים ב-MCP-1.
- לעומת זאת, קורלציות מובהקות נמצאו בין קשיות האגסים בחיי מדף באלו שטופלו ב-MCP-1 למוצקותם בקטיף ובהוצאתם מאחסון, בעוד שבאגסי הבקורת לא נמצאו כלל קורלציות לקשיות בחיי מדף. אם כן, על פי מוצקות האגסים שטופלו ב-MCP-1 בקטיף ובהוצאה מאחסון ניתן להעריך (במידה מסוימת) את קשיותם בחיי מדף, בעוד שלא ניתן לבצע הערכה כזו בפירות הבקורת.

באגסי הבקורת הייתה קורלציה טובה ומובהקת בין המוצקות בקטיף למוצקות בהוצאה מאחסון וזו הייתה אף גבוהה יותר באלו המטופלים ב-1-MCP. אם כן, על פי מוצקות האגסים בקטיף ניתן להעריך את המוצקות של אגסי הבקורת וכן של אלו המטופלים ב-1-MCP בהוצאה מאחסון.

- באגסי הבקורת בלבד נמצאה קורלציה מובהקת בין קשיות האגסים בקטיף לבין מוצקותם בחיי מדף בעוד שקורלציה לקשיותם בחיי מדף לא הייתה מובהקת (טבלה 1). אם כן חיזוי מוצקות האגסים בחיי מדף על פי קשיות האגסים בקטיף אמין יחסית לחיזוי קשיותם בעזרת הפנטרומטר.
- כדי לבחון האם יש השפעה למשך האחסון על הקורלציות בין המדדים השונים נערכה בחינה שלהן במועדי האחסון השונים (טבלה 3). הקורלציות טובות (עם ערכים גבוהים) ומובהקות נמצאו בעיקר בין ערכי המוצקות בקטיף לערכי הקשיות או לערכי המוצקות בתום אחסון (6 מתוך 8).
- קורלציות מובהקות נוספות נמצאו בין מוצקות האגסים בהוצאה מקירור למוצקותם בחיי מדף לאחר 7 חודשי אחסון ולקשיותם בחיי מדף לאחר 9 חודשי אחסון. אם כן, חלוקה לפי משכי אחסון מאפשרת קורלציות גבוהות יחסית ובעיקר בקטיף. בעוד שעבור משכי אחסון שונים התאמה לקשיות או מוצקות מוגבלת.
- בבחינת ערכי המוצקות בלבד להשוואה בין פרי מטופל ב-1-MCP לבקורת נראה שככל שהאגסים מאוחסנים למשכי זמן ארוכים יותר כך ההבדל בערכי המוצקות גדלים בין הפרי המטופל לבקורת (החל מ-7 חודשי אחסון) (איור 1). כלומר, ככל שהאחסון יותר ממושך כך ההבדל בין פירות מטופלים לבקורת בא לידי ביטוי בערכי המוצקות. לפיכך, בתום אחסון ממושך ניתן באמצעות הסינקלייר להבדיל בין אגסי בקורת לאלו המטופלים ב-1-MCP.

סיכום

קורלציה טובה ומובהקת בין קשיות האגסים (בבדיקה חודרנית) לבין מוצקותם (בנגיפה) נמצאה בעיקר בקטיף. את מוצקות הפרי המאוחסן ניתן לבדוק מיד בהוצאתו מאחסון בעודנו קר ללא המתנה להתחממותו. הטיפול ב-1-MCP השפיע על מוצקות האגסים וניתן להבחין בהשפעה זו החל מ-7 חודשי אחסון. לרוב, נמצאו קורלציות מובהקות בין מוצקות האגסים או קשיותם בקטיף לבין מוצקותם לאחר אחסון, אך לא לקשיותם בתום חיי מדף.

6. השפעת טיפולים בחומרי צמיחה במטע על כושר השתמרות אגס ספדונה באחסון

במסגרת תוכנית מחקר של מו"פ צפון להגדלת פרי הספדונה, עורך הצוות של רפי שטרן ניסויים עם חומרי צמיחה, הניתנים בעונת הפריחה והחנטה, והשפעתם של הטיפולים הטובים על איכות הפרי באחסון נבדקת במעבדה לקירור. מזה שנתיים נתקבלה השפעה חיובית של טיפול ברגליס 0.2% (calcium proxadione), הניתן בעת נשירת עלי הכותרת, על הפחתת נזק פנימי באגס המאוחסן, הקרוי "השחמת הליבה", שהיא סממן של הזדקנות הפרי. מאחר שתכשיר זה הינו מעכב פעולה של הגיברלין, הוחלט להשוות את השפעתו על האגס עם מעכב צימוח מקבוצה אחרת בעל פעילות דומה, הן בדילול הפרי והן בעיכוב פעולת הגיברלין והצמיחה – מגייק (uniconazole).

חומרים ושיטות

הניסוי בוצע בחלקת מודל של הזן ספדונה במושב יונתן (חלקה 148 ג'), בה ניתנו הטיפולים הבאים גם בשנת 2008 בבוקים של שתי שורות: בקורת, רגליס (200 ח"מ ח.פ.) ומגייק (0.5%). הריסוסים בוצעו בנשירת עלי כותרת ב – 13.04.09 בנפח 100 ליטר / ד'. בכל בלוק סומנו 4 זוגות עצים (2 בכל שורה) כחזרות, לדיגום ב – 3.08.09. מכל חזרה נדגמו 3 תיבות פרי (כ- 60 פירות אחידים בגודל 60-65 לכל תיבה), שיועדו ל – 3 תנאי אחסון כלהלן:

1. אוויר מבוקר (2% CO₂, 1.5% O₂) ב- 1°C.

2. אוויר מבוקר (2% CO₂, 1.5% O₂) ב- 0.5°C.

3. אוויר מבוקר דינמי (0.1-0.5% O₂) עם 5% CO₂ ב- 0.5°C.

עם הגיע הפרי למעבדה הוא נטבל בדקו-סקולד (0.15%) למניעת צרבון הקליפה וסקולאר (0.2%) למניעת רקבונות וקורר למשך לילה ל – 1°C, לפני עטיפתו בשקיות פוליאאתילן מחוררת (0.04 מ"מ LDPE) וחלוקתו לשלושת תאי האחסון ב- 06.08.09. תנאי אוויר מבוקר הופעלו ב – 9.08.09 והפרי אוחסן בתנאים אלה עד ל – 6.4.10. לבדיקת איכות הפרי בהוצאה מקירור נדגמו 20 פירות באקראי מכל תיבה ושאר הפרי הועבר לחיי מדף ב – 20°C במשך 5 ימים עד לבדיקתו הסופית.

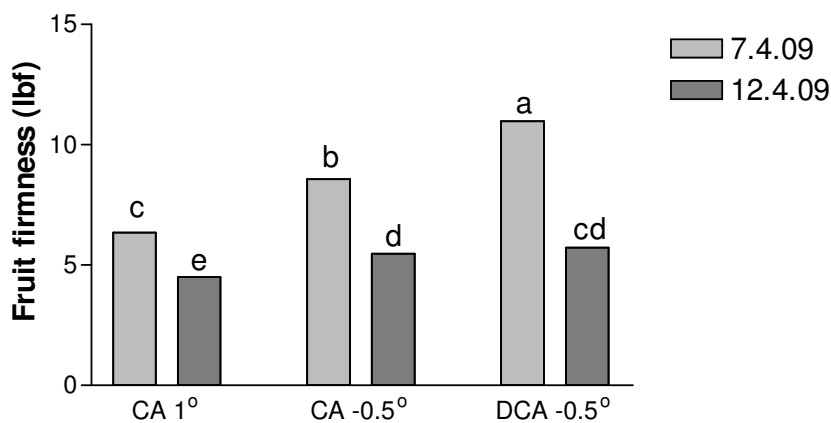
איכות הפרי החיצונית הוגדרה ע"פ הצבע והופעת פגמים. איכותו הפנימית הוגדרה ע"פ קשיות, שעורי הכ.מ.מ. והחומצה ומצב ציפת הפרי במדגמים של 10 פירות לחזרה. טעם הפרי נבדק רק לאחר חיי מדף.

תוצאות

בעת הקטיפף לא הובחנה השפעה כלשהי של הטיפולים על מצב הבשלת הפרי (טבלה 1). תנאי האחסון וחומרי עיכוב הצמיחה השפיעו בצורה שונה על כושר השתמרות הפרי באחסון. לחומרי עיכוב הצמיחה לא הייתה השפעה על קשיות הפרי, אך הרגליס האיץ במידת מה, את הצהבת הפרי (טבלה 2). לעומת זאת, תנאי האחסון השפיעו על התרככות הפרי (איור 1), אך לא השפיעו על צבעו (נתונים אינם מוצגים).

טבלה 1: מצב הבשלת הפרי ביום הקטיפף.

מג'יק	רגליס	בקורת	מדד הבשלה
14.6 ± 1.56	14.6 ± 1.60	14.2 ± 1.35	קשיות (לבי"כ)
12.2 ± 0.19	12.3 ± 0.40	11.9 ± 0.39	כ.מ.מ (%)
0.2 ± 0.04	0.25 ± 0.03	0.23 ± 0.03	חומצה (%)



איור 1: השפעת תנאי האחסון על קשיות אגסי ספדונה בעת ההוצאה מקירור ולאחר חיי מדף.

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

טבלה 2 : השפעת חומרי עיכוב צמיחה על צבע וקשיות הפרי בהוצאה מקירור (6/4/10) ולאחר חיי מדף (12.4.10).

תאריך הבדיקה	הטיפול	קשיות הפרי (לב"כ)	צבע		הקליפה
			a	H ^o	
6.4.10	בקורת	8.8	-15.0ab	111.6a	
	רגליס	8.8	-14.7a	111.1b	
	מגייק	8.3	-15.1b	111.4ab	
מובהקות (p)		ל.מ	0.024	0.034	
12.4.10	בקורת	5.3	-13.6b	111.2a	
	רגליס	5.1	-12.8a	110.1b	
	מגייק	5.3	-13.4	110.8b	
מובהקות (p)		ל.מ	0.000	0.001	

מראה הפרי וטעמו לא הושפעו ע"י שני הגורמים אך מצב ציפת הפרי הושפע ע"י כל גורם בצורה אחרת. השחמת הליבה הופחתה במידת מה ע"י שני המעכבים (בעיקר בעוצמת הפגיעה), (טבלה 3), אך במידה פחותה בהשוואה לשנתיים הקודמות. לגבי נזקי CO₂ בציפת הפרי, שני החומרים נבדלו, כאשר המגייק הגביר את שעורי הפגיעה בעת ההוצאה מקירור. למרות שההבדלים לא היו מובהקים, שעורי הפרי עם ציפה תקינה הגבוהים ביותר נתקבלו בטיפול הרגליס.

טבלה 3 : השפעת חומרי עיכוב צמיחה על מצב ציפת הפרי, בהוצאה מקירור (6.4.10) ולאחר חיי מדף ב – 20^o C (12.4.10).
(הנתונים הם ממוצעים מ- 3 תנאי אחסון).

תאריך הבדיקה	הטיפול	השחמת הליבה		נזק CO ₂		ציפה תקינה %
		%	מדד*	%	מדד*	
6.4.10	בקורת	34.2	2.2a	8.3b	2.2	57.5
	רגליס	28.3	1.4b	1.7b	1.0	70.0
	מגייק	15.8	1.0b	25.0a	2.2	58.3
מובהקות (p)		ל.מ	0.045	0.018	ל.מ	ל.מ
12.4.10	בקורת	43.3	2.2	5.0	1.5	49.2
	רגליס	30.8	2.0	6.7	2.0	60.8
	מגייק	50.8	2.1	5.8	1.6	43.3
מובהקות (p)		ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ

* מדד : 1 = נזק קל עד 5% משטח החתך ; 2 = 25-50% ; 3 = 50-75% ; 4 = > 75%.

להרכב אווירת האחסון הייתה השפעה מובהקת על מצב ציפת הפרי, בעוד שלטמפרטורת האחסון הייתה השפעה פחות בולטת (טבלה 4). הורדת רמת החמצן מתחת ל- 1% מנעה את השחמת הליבה בתקופת האחסון וחיי המדף.

רמת ה- CO₂ הגבוהה, שהתלוותה להורדת רמת החמצן (בכוונה תחילת) הגבירה את הנזק האופייני – השחרת הציפה והופעת חללים בה. למרות זאת, נתקבלו בטיפול זה שעורים גבוהים במובהק של פירות עם ציפה תקינה, בהשוואה לאוויר המבוקר הסטטי. בדיקה של ייצור אתילן עייי הפרי בעת ההוצאה מקירור ובתקופת חיי המדף לא הצביעה אף היא על הבדלים מובהקים בהשפעת שני הגורמים הנבדקים – מעכבי צימוח ואווירת האחסון.

טבלה 4: השפעת תנאי האחסון על מצב ציפת הפרי בהוצאה מקירור (6.4.10) ולאחר חיי מדף ב- 20°C (12.4.10).
(הנתונים הם ממוצעים מ- 3 טיפולי המטע).

ציפה תקינה	CO ₂ נזק		השחמת הליבה		תנאי האחסון			תאריך הבדיקה
	מדד	%	מדד	%	°C	%CO ₂	%O ₂	
60.8b	-	0.0b	1.3	39.2a	1	2	1.5	6.4.10
39.2c	3.0	20.8a	2.1	39.2a	-0.5	2	1.5	
85.8a	1.5	14.2ab	-	0.0b	-0.5	5	0.1-0.5	
0.00	ל.מ	0.047	ל.מ	0.001	מובהקות (p)			
43.3b	-	0.0b	1.6	52.5b	1	2	1.5	12.4.10
26.7b	2.0	0.83b	2.7	72.5a	-0.5	2	1.5	
83.3a	1.7	16.7a	-	0.0c	-0.5	5	0.1-0.5	
0.00	ל.מ	0.000	ל.מ	0.000	מובהקות (p)			

סיכום

טיפול המטע במעכבי צמיחה רגליס ומגייק לא השפיעו על הבשלת אגסי ספדונה או על מרבית מדדי האיכות של הפרי לאחר אחסון וחיי מדף. שני התכשירים הפחיתו במידה מה את היקף השחמת ליבת הפרי, אך במידה פחותה בהשוואה לשנים קודמות. ייתכן שהמגייק עלול להגביר את רגישות הפרי לנזקי CO₂ בציפת הפרי, אך יש לבחון זאת שנית, במידה שיהיה עניין ליישם תכשיר זה לעיכוב הצמיחה והגדלת הפרי.
ניתן להסיק, שאף אם קיימת השפעה פיזיולוגית של שני הגורמים שנבדקו בניסוי זה על המטבוליזם של האגס באחסון ולאחריו, הרי היא מזערית וחסרת משמעות מעשית. עם זאת חשוב לדעת, שבמידה וימצא יתרון ביישום אחד התכשירים לשיפור גודל הפרי, לא צפויה השפעה מזיקה על כושר השתמרות הפרי באחסון.