



המעבדה לאחסון תוצרת טרייה, מיג"ל

**יישום 1-MCP על פירות קיווי בקטיף, במצבי הבשלה שונים,
ואיכותם לאחר אחסון ארוך**

דו"ח מחקר לשנת 2018

מוגש למועצת הצמחים

צוות המעבדה:

טלי גולדברג, דני גמרסני, שאול נשיץ, הראל אגרא,

היבא איברהים, אלה צבילינג, רונן שפיר, מיה שפיר

אוקטובר 2018

תקציר

פירות קיווי ממתע מלכיה נקטפו ב- 17.11.18 (להלן קטיף מסחרי) וב-27.11.18 (להלן קטיף מאוחר). מחציתם טופלה ב-1-MCP והפירות אוחסנו באווירה מבוקרת (CA), $2\%O_2 + 5\%CO_2$, למשך שישה, שמונה ועשרה חודשים. במועדי ההוצאה מהאחסון לאחר שישה ושמונה חודשים נערך אקלום למדגמי פירות מהקטיף המאוחר, עם וללא 1-MCP, ע"י הוצאתם מתא האווירה המבוקרת לתא קרור באותה הטמפרטורה, אך באווירה אטמוספירית למשך שבועיים. לאחר תקופה זו הוצאו הפירות משתי האווירות לחיי-מדף ונבחנה השפעת האקלום על מדדי ההבשלה.

התוצאות שהתקבלו הצביעו על כך שביום הקטיף, פירות שני הקטיפים, התקדמו בהבשלתם - כ.מ.מ 8.1% ו- 10.7% , בהתאמה; חומר יבש 17.7% , 16.9% , בהתאמה ונמצאו כבעלי פוטנציאל לאחסון ממושך. קצב הירידה בקשיות של פירות הקטיף המאוחר, במהלך האחסון, היה מתון ביחס לקצב שינוי הקשיות של פירות הקטיף המסחרי. מגמה זו בלטה בעיקר לאחר עשרה חודשי אחסון. יישום 1-MCP תרם לשמירה על קשיות הפירות בכל מועדי ההוצאה וחיי המדף. היישום לא גרם ל"תקיעת" הפרי באף אחד מבין הטיפולים. בכל הטיפולים, לאחר שישה ושמונה חודשים באחסון ובחיי-מדף, נשמרה תכולת חומצה ציטרית הגבוהה מ- 1.3% . לאחר עשרה חודשי אחסון תכולת החומצה ירדה לכ- 0.5% . שיעור הריקבון עלה עם הארכת משך האחסון ותהליך האקלום לא השפיע על מדדי ההבשלה של הפירות בחיי-מדף.

מבוא

נטיעות חדשות של מטעי קיווי נערכו בתקופה האחרונה בגליל העליון, בגליל המערבי ובגולן והללו יגיעו לניבה עוד שנתיים-שלוש. הענף צפוי להתייצב על כ-2500 דונם והיקף התוצרת יגדל לכ-8000 טון ביחס לכ-6000 טון נכון לעונה 2018 (מידע בע"פ משי גולני, יו"ר שולחן מגדלי הקיווי). לכן קיימת חשיבות להארכת משך האחסון לכ-10-12 חודשים, כפול מהמקובל כיום. הארכת משך האחסון הינה בעלת השלכות כלכליות משמעותיות שיכולות להשפיע על מדיניות יבוא קיווי לארץ (על פי רוב החל מחודש מאי), על מחיר הקיווי בשווקים ועל החלטות להרחבת הענף ע"י נטיעות נוספות. בעונה זו נבחנה איכות הפירות, עם וללא יישום 1-MCP, לאחר אחסון ארוך ותהליך אקלום מאווירה מבוקרת לאווירה אטמוספירית טרם ההוצאה לחיי-מדף.

מטרות הניסוי

1. יישום 1-MCP על פירות קיווי בקטיף, במצבי הבשלה שונים, ומעקב אחר איכות הפירות באחסון ארוך.
2. בחינת 'אקלום' פירות קיווי, מטופלים ב-1-MCP, בתום אחסון ממושך בתנאי אווירה מבוקרת (O_2 , CA), $2\%; 5\%CO_2$) בכ-0 מ"צ לתנאי אווירה אטמוספירית.

חומרים ושיטות

לניסוי נקטפו פירות קיווי זן 'היווארד' ממתע מלכיה (חלקה פילבוקס 8) בשני מועדים: 17.11.18 (להלן קטיף מסחרי) ו-27.11.18 (להלן קטיף מאוחר), שבועות 46-48 בלוח השנה הקלנדרי. פירות הניסוי, חמש חזרות הכוללות עשרה פירות בכל אחת, נטבלו בסקולאר (0.1% , 20 שניות), ולאחר מכן עברו הגלדה למשך 24-48 שעות בטמפרטורת הסביבה, כמקובל בטיפול מסחרי של הפרי. בתום יומיים אלה,

מחצית מהפירות של כל קטיף עברו טיפול ב-1-MCP בטמפרטורה 0 מ"צ, בריכוז 0.6 ח"מ, למשך 24 שעות בתא אטום ושאר הפירות שימשו כבקרה. לאחר החשיפה ל-1-MCP, כל הפירות חולקו לאריזות פלסטיק (נספקים) בנפח של 2 ליטר, כאשר כל אריזה הכילה 10 פירות. אריזות אלו נעטפו בשקיות מסוג low density polyethylene - LDPE מחוררות להפחתת הפסד מים מהפרי במהלך האחסון. הפירות אוסנו בחדר קירור בטמפרטורה של כ-0 מ"צ, 95% לחות, למשך שישה, שמונה ועשרה חודשים (טבלה 1), באווירה מבוקרת (CA), 2%O₂ + 5%CO₂, ללא סופח אתילן. בחדר האחסון נערך מעקב אחר רמת האתילן. לאחר תקופת האחסון שצוינו, הוצאו מחצית מפירות הקטיף השני (עם וללא 1-MCP) מתא האווירה המבוקרת לתא קרור בו שררה אותה טמפרטורה באווירה אטמוספירית (להלן אקלום). בתום שבועיים הוצאו פירות הקטיף הראשון (עם וללא 1-MCP) ופירות הקטיף השני (עם וללא 1-MCP; עם וללא אקלום) לתנאי חיי-מדף, 20°C, 65% לחות, למשך שבעה ימים. במדגם פירות מכל טיפול נערך מעקב אחר ההתרככות (ע"פ מדידת סף דפורמצית הקליפה) כדי לבחון את משך הזמן בחיי-מדף עד למדידת סף דפורמצית הקליפה מתחת ל-0.8 לב"כ, ערך בו הפירות מוגדרים כמוכנים לאכילה. בדיקות מדדי ההבשלה בקטיף, בהוצאה מהאחסון ובחיי-מדף נעשו ע"פ הפירוט בטבלה 2.

טבלה 1: מועדי הוצאות מהאחסון וחיי-מדף.

קטיף 2	קטיף 1	
27.11.18	17.11.18	מועד קטיף
-	15.04.19	אקלום, הוצאה 6 חדשים
29.04.19	29.04.19	הוצאה 6 חדשים
06.05.19	06.05.19	חיי-מדף, הוצאה 6 חדשים
-	10.06.19	אקלום, הוצאה 8 חדשים
24.06.19	24.06.19	הוצאה 8 חדשים
01.07.19	01.07.19	חיי-מדף, הוצאה 8 חדשים
-	-	אקלום, הוצאה 10 חדשים
02.09.19	02.09.19	הוצאה 10 חדשים
09.09.19	09.09.19	חיי-מדף, הוצאה 10 חדשים

טבלה 2: מדדי איכות הפרי שנמדדו במהלך הניסוי.

המדד ומכשיר הבדיקה	קטיף	הוצאה מקרור	מעקב חיי-מדף	סוף חיי-מדף
מוצקות סינקלייר ¹	√	√	√	√
קשיות פנטרומטר ציפה ²	√	√	√	√
סף דפורמציה קליפה ³		√	√	√
סף דפורמציה ליבה ³		√	√	√
כ.מ.מ רפרקטומטר ⁴	√	√	√	√
חומר יבש, תנור ⁵	√			
מקטע בלתי מסיס ⁶	√			
חומצה, טיטרטור ⁷	√	√	√	√
מבחן טעם ⁸				√
ייצור אתילן, גז כרומטוגרף ⁹		√ (מעקב במהלך האחסון)		

פרוט הבדיקות:

1. מוצקות אלסטית (Internal Quality Index= IQ) – ע"י נגיפה במכשיר של חברת סינקלייר. ערכים גבוהים מצביעים על פרי מוצק יותר.
2. קשיות (לב"כ) – מד לחץ חודרני, פנטרומטר (FTA- fruit texture analyzer) עם גליל בקוטר 8 מ"מ המוחדר לעומק 10 מ"מ לאחר הסרת הקליפה בשתי נקודות בכל פרי. ערכים גבוהים מצביעים על פרי קשה יותר.
3. סף הדפורמציה (לב"כ) – מד לחץ חודרני, פנטרומטר (FTA- fruit texture analyzer) עם גליל בקוטר 8 מ"מ הנלחץ, בבדיקת ציפת הפרי, אל הפרי הבלתי-מקולף עד לעומק של 0.2 מ"מ בשתי נקודות בכל פרי. בבדיקת ליבת הפרי, גליל זה נלחץ אל ליבת הפרי לאחר חציית הפרי לאורכו, בדיקה אחת בכל מחצית הפרי.
4. אחוז כ.מ.מ (TSS) – במכשיר הרפרקטומטר, ע"י סחיטת מיץ מחמש פרוסות מכל חזרה. בקטיף התבצעה הקריאה לאחר השקעת העמילן ע"י סרכוז בצנטריפוגה. בבדיקות שנערכו לאחר ההוצאה מאחסון, הקריאה במכשיר הרפרקטומטר נערכה לאחר סחיטת הפירות, ללא שיקוע מקדים, בהנחה שהעמילן פורק.
5. אחוז חומר יבש – מכל חזרה נשקלו חמישה חצאי פרוסה עם קליפה בכוריות שיובשו בתנור ב-105°C במשך יומה.
6. תכולת המקטע הבלתי מסיס בחומר היבש –
$$\text{Insoluble dry fraction} = \frac{(DW - TSS) \times 100}{DW}$$
7. אחוז חומצה – נדגם 0.5 מ"ל מהמיץ הצלול (רק במועד הקטיף) לבדיקת חומצה ע"י טיטרציה אוטומטית עם 0.156M NaOH עד pH 8.2 ריכוז החומצה חושב כאחוז חומצה ציטרית.
8. מבחן טעם – נערך ב-19.04.29, 19.07.01, 19.09.09 לפירות שני הקטיפים בסוף חיי-מדף לאחר אחסון של שישה, שמונה, עשרה חודשים, בהתאמה.
9. מעקב יצור אתילן – ייצור אתילן בתא הקרור נבדק מספר פעמים במהלך תקופת האחסון. מדגמים של 2.5 mL מחלל התא הוזרקו לגז כרומוטוגרף (HP5890, Avondale, PA, USA) עם גלאי (FID flame ionization detector) וקולונת Alumina. אתילן בוטא ב-ppb.

ניתוח סטטיסטי

השפעת גורמי הניסוי נבדקה באמצעות מבחני שונות חד-כיווניים (One way ANOVA) ופוסט-הוק (Duncan) או במבחני t. כל המבחנים ברמת מובהקות $p < 0.05$.

תוצאות ודין

מצב הבשלת הפרי בקטיפים

הפירות שהשתתפו בניסוי נקטפו בתאריכים: 17.11.18 (במקביל למועד הקטיפה המסחרי) ו-27.11.18. במהלך הקטיפים נצפתה מגמה של ירידה במוצקות, בקשיות, בסף הדפורמציה של הפרי ובמרכיב הבלתי מסיס בחומר היבש המייצג את העמילן. ניכר כי השינוי בקשיות הליבה בין שני הקטיפים, ע"פ מדידת סף הדפורמציה (1.7 ו-1.3 לב"כ, בהתאמה), היה גדול יותר ביחס לשינוי בקשיות הציפה בפרק זמן זה (1.6, 1.5 לב"כ, בהתאמה). כמו-כן חלה עלייה בתכולת הכ.מ.מ, ירידה בתכולת החומצה ועלייה ביחס ההבשלה. נתונים אלו מעידים כי הבשלת הפירות התקדמה בין שני המועדים (טבלה 3). חשוב לציין שבמועד הקטיפה המסחרי מדדי ההבשלה היו גבוהים מהסף המקובל לקטיפה בקרב החקלאים שעומד על כ.מ.מ. $\leq 7\%$, חומר יבש $\leq 16\%$.

טבלה 3: מדדי איכות הפרי בקטיפ (ממוצע \pm ש.ת., n=5).

קטיפה 2 (קטיפה מאוחר)	קטיפה 1 (קטיפה מסחרי)	
1249 \pm 12	1285 \pm 12	משקל (10 פירות), גרם
48.0 \pm 0.95b	58.5 \pm 1.48a	מוצקות (סינקלייר), יחידות IQ
1.5 \pm 0.03b	1.6 \pm 0.04a	סף דפורמציה קליפה (פנטרומטר), לב"כ
1.3 \pm 0.04b	1.7 \pm 0.03a	סף דפורמציה ליבה (פנטרומטר), לב"כ
12.6 \pm 0.66b	14.7 \pm 0.35a	קשיות (פנטרומטר), לב"כ
10.7 \pm 0.3a	8.1 \pm 0.1b	כ.מ.מ (רפרקטומטר), %
2.1 \pm 0.03b	2.3 \pm 0.04a	תכולת חומצה ציטרית (טיטרטור), %
5 \pm 0.1a	3.5 \pm 0.1b	יחס הבשלה
3.3 \pm 0.02	3.3 \pm 0.01	pH
16.9 \pm 0.24b	17.7 \pm 0.18a	חומר יבש (תנור ייבוש), %
36.7 \pm 2.01b	54.2 \pm 0.69a	מרכיב בלתי מסיס בחומר היבש, %

אותיות שונות a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיפה בכל אחד מהממדים.

איבוד משקל

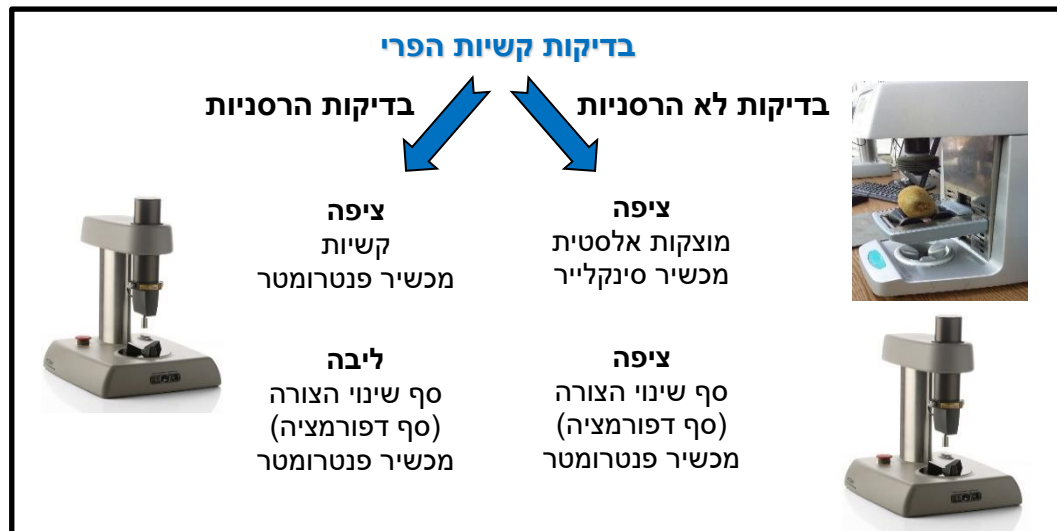
איבוד המשקל עלה ככל שמשך האחסון התארך אך הגיע לערך מקסימלי של 1.9% בלבד ממשקל הפרי לאחר עשרה חודשי אחסון, ללא הבדלים בין הטיפולים (תוצאות לא מוצגות).

מעקב יצור אתילן

ריכוז האתילן בתא האחסון נמדד אחת לשבוע במהלך כל תקופת האחסון. למרות שלא נעשה שימוש בסופח אתילן, ריכוז האתילן עמד על 0 ppb, מלבד מאשר לאחר פתיחת התא שנעשתה לצורך הוצאת מדגמי פירות במועדי הבדיקות (תוצאות לא מוצגות).

התרככות הפרי במועדי ההוצאות מהאחסון ובחיי-מדף

קשיות הפירות נמדדה ע"י מכשיר הסינקלייר (מדד למוצקות הציפה) ומכשיר הפנטרומטר (מדד סף הדפורמציה וקשיות הציפה והליבה), במועד ההוצאה מהאחסון ובתום חיי-מדף. מכשירים אלו מאפשרים מעקב אחר התרככות ציפת הפרי הן ע"י בדיקה שאינה הרסנית וכן בבדיקה הרסנית (איור 1). התקבלו מגמות דומות בשתי צורות המדידה ולפיכך לאחר השלמת כיוול שיטת סף דפורמצית הציפה (מדידה שאינה הרסנית), מדד זה יוכל להחליף את מדידת הקשיות ההרסנית. בנוסף נבחנה קשיות ליבת הפרי ע"י בדיקת סף דפורמצית הליבה עם מכשיר הפנטרומטר (בדיקה הרסנית) (איור 1).



איור 1: בדיקות לא הרסניות ובדיקות הרסניות לבחינת קשיות הפרי.

קשיות הציפה:

השפעת משך האחסון: מוצקות הפירות (בבדיקת מכשיר הסינקלייר) וקשיותם (בבדיקת מכשיר הפנטרומטר) ירדה ככל שמשך האחסון התארך. הקשיות לאחר שישה חודשי אחסון היתה גבוהה באופן מובהק מזו שלאחר שמונה חודשים וזו היתה גבוהה מהקשיות לאחר עשרה חודשים. הפערים במוצקות נשמרו אף לאחר שבוע בחיי-מדף (איור 2). לאחר עשרה חודשים באחסון (עם וללא 1-MCP) ולעיתים לאחר שמונה חודשים (ללא 1-MCP), פירות שני הקטיפים היו מוכנים לאכילה כבר במועד ההוצאה מהאחסון ע"פ מוצקותם שהיתה נמוכה מ- 20 IQ (איור 2א) וקשיותם שהיתה נמוכה מ- 2.2 לב"כ (איור 2ג). בחיי-מדף נמשכה ירידה מתונה בקשיותם. יש לציין כי הפירות לא התמוטטו למרות הפחיתה במוצקותם, (איור 2ב,ד). במדידת סף דפורמצית הקליפה, הנותנת אינדיקציה להתרככות הציפה, התקבלו מגמות זהות לאלו שהתקבלו בבדיקת המוצקות והקשיות (איור 3א,ב). עפ"ר ככל שמשך זמן האחסון התארך, קצב התרככות הציפה ירד (טבלה 4).

השפעת יישום 1-MCP: פירות הקטיפ המסחרי שטופלו עם 1-MCP היו קשים יותר לאחר שישה חודשי אחסון אך הבדלים אלו לא נשמרו בהוצאות המאוחרות יותר או בחיי-מדף של כל מועדי ההוצאה. בקטיפ המאוחר, 1-MCP תרם לשמירה על הקשיות על פי רוב בכל מועדי ההוצאה וחיי המדף. היישום לא גרם ל"תקיעת" הפרי באף אחד מבין הטיפולים וכן נמצא כי יישום 1-MCP על פירות מתקדמים בהבשלתם (כ.מ.מ. $\leq 10\%$ וקשיות ≤ 12.5 לב"כ) מאפשר שמירה על קשיותם באחסון ארוך.

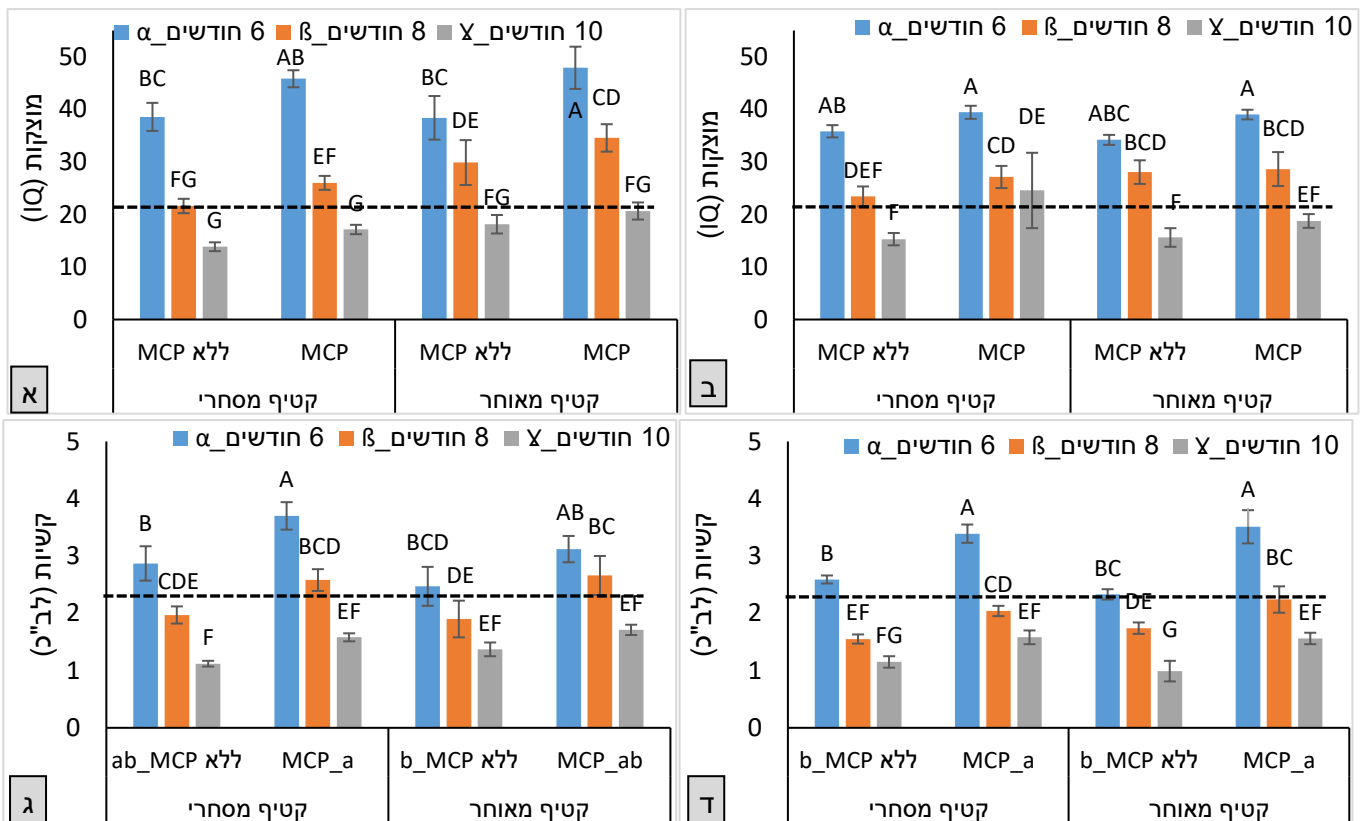
השפעת עיתוי הקטיפה: קצב הירידה בקשיות של פירות הקטיפה המאוחר, במהלך האחסון, היה מתון ביחס לקצב שינוי הקשיות של פירות הקטיפה המסחרי. מגמה זו בלטה בעיקר לאחר אחסון של עשרה חודשים (טבלה 4).

קשיות הליבה:

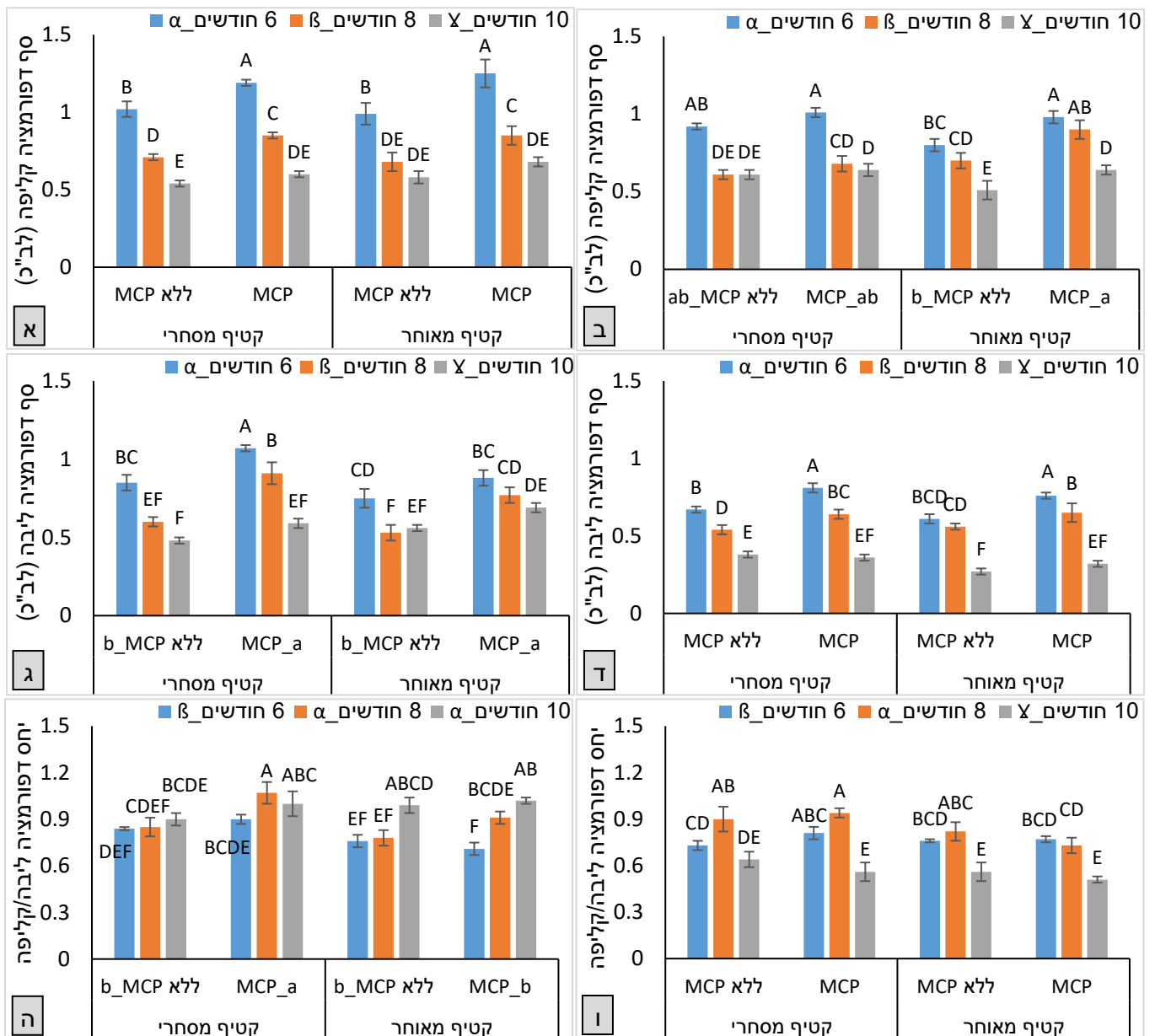
בבדיקת סף דפורמציה הליבה נמדדה קשיות של 1 לב"כ ומטה במועדי ההוצאה מהאחסון של שני הקטיפים וזו ירדה אל מתחת ל-0.8 לב"כ במהלך חיי-מדף (איור 3 ג,ד). קצב הירידה בקשיות הליבה היה גבוה יותר מקצב ירידת קשיות הציפה, אך בדומה לציפה, קצב התרככות הליבה ירד ככל שמשך זמן האחסון התארך וככל שמועד הקטיפה התאחר (טבלה 4). לא הובחנה ליבה "תקועה" באף אחד מהטיפולים (ראה להלן תוצאות מבחני טעימה).

יחס בין דפורמציה הליבה לדפורמציה הקליפה:

בחישוב היחס בין דפורמציה הליבה והקליפה, בכל אחד ממועדי ההוצאה מהאחסון ובחיי-מדף, התקבלה מגמה לפיה בפירות הקטיפה המסחרי היחס היה גבוה מזה של הקטיפה המאוחר. יחס גבוה יכול להצביע על ערך קשיות ליבה הגבוה מקשיות הציפה. במהלך חיי-מדף, לאחר עשרה חודשי אחסון, יחס הדפורמציה ליבה/קליפה ירד, כלומר שיעור התרככות הליבה היה מהיר מזה של הציפה (איור 3ה,ו).



איור 2: מוצקות ציפה- הוצאה מאחסון (א) וחי-מדף (ב), קשיות ציפה- הוצאה מאחסון (ג) וחי-מדף (ד), לאחר שישה, שמונה ועשרה חודשים באווירה מבוקרת (CA), עם וללא MCP-1. ממוצעים ± ש.ת., n=5. אותיות שונות A-G מייצגות הבדלים מובהקים בין הטיפולים; אותיות שונות a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין שילוב טיפולי MCP-1 וזמני הקטיפה; אותיות α - γ מייצגות הבדלים בין מועדי ההוצאה מהאחסון; הקווים המרוסקים מייצגים ערך מוצקות וקשיות שמתחת להם הפרי ראוי לאכילה (20 IQ בבדיקת המוצקות, 2.2 לב"כ בבדיקת הקשיות, בהתאמה).



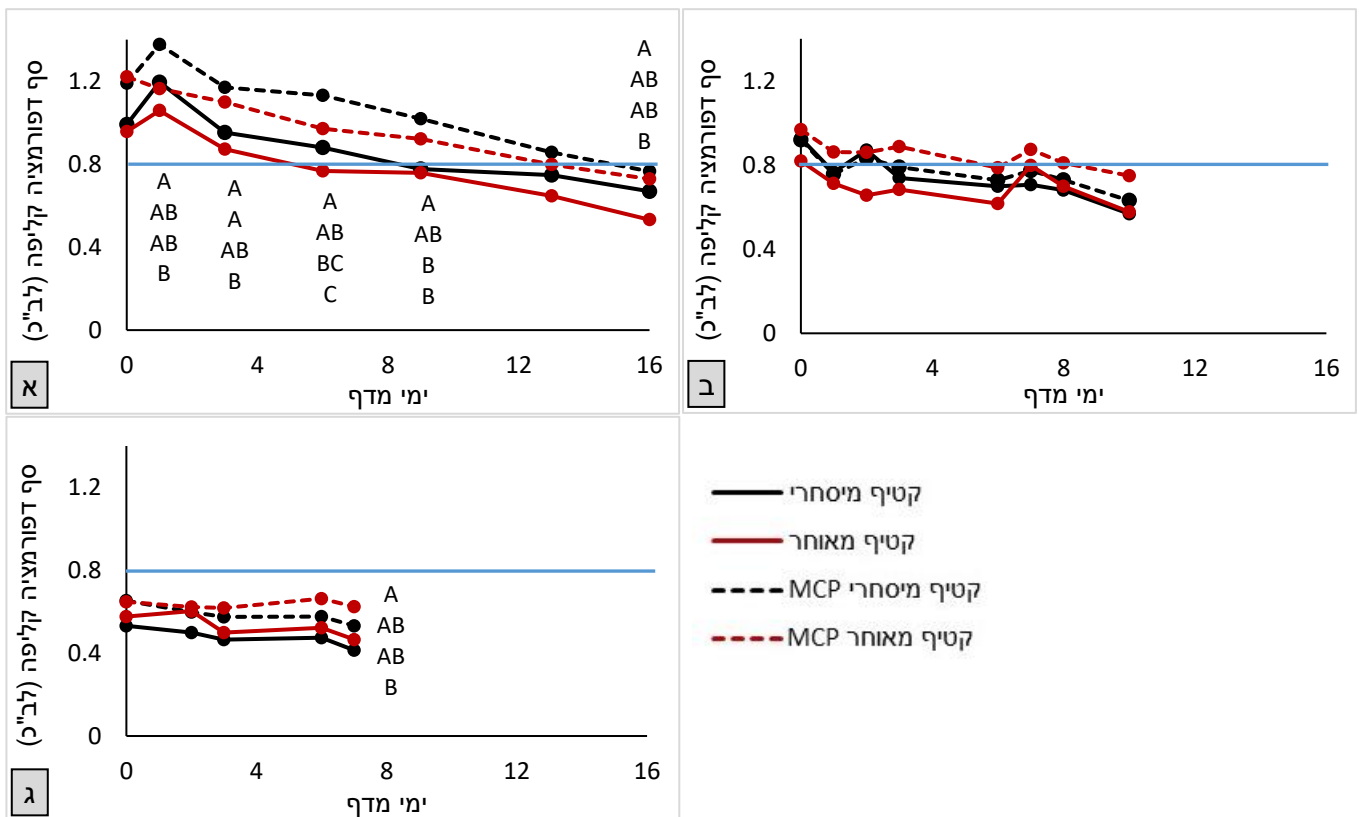
איור 3: סף דפורמציה קליפה- הוצאה מאחסון (א) וחיי-מדף (ב); סף דפורמציה ליבה- הוצאה מאחסון (ג) וחיי-מדף (ד), יחס דפורמציה ליבה/קליפה- הוצאה מאחסון (ה) וחיי-מדף (ו), לאחר שישה, שמונה ועשרה חודשים באווירה מבוקרת (CA), עם וללא 1-MCP, ממוצעים \pm ש.ת., n=5. אותיות שונות F-A מייצגות הבדלים מובהקים בין הטיפולים; אותיות שונות a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין שילוב טיפולי 1-MCP זמני הקטיף; אותיות שונות α - γ מייצגות הבדלים בין מועדי ההוצאות מהאחסון.

טבלה 4: המוצקות הנותרת (אחוז) לאחר האחסון ביחס למוצקות בקטיף (ע"פ מדידת סף דפורמצית הקליפה)

ציפה				
קטיף מאוחר, עם 1-MCP	קטיף מאוחר, ללא 1-MCP	קטיף מסחרי, עם 1-MCP	קטיף מסחרי, ללא 1-MCP	
70.7%	58.7%	70.6%	58.8%	6 חודשים
54.0%	40.7%	55.0%	40.6%	8 חודשים
45.3%	38.0%	37.5%	31.9%	10 חודשים
ליבה				
67.7%	57.7%	62.9%	50.0%	6 חודשים
59.2%	40.8%	53.5%	35.3%	8 חודשים
53.1%	43.1%	34.7%	28.2%	10 חודשים

מעקב הבשלה בחיי-מדף

במעקב ההתרככות בחיי-מדף, ע"פ מדידת סף דפורמצית הקליפה, לא נמדדו הבדלים בין פירות ממועדי הקטיף השונים אך ניכר כי פירות שטופלו ב-1-MCP שמרו על מוצקותם ביחס לפירות ללא 1-MCP (איור 4). משך הזמן עד להתרככות מלאה של הפירות היה 16 ימים לאחר שישה חודשים באחסון ועשרה ימים לאחר שמונה חודשים באחסון. לאחר עשרה חודשי אחסון, הפירות היו על פי רוב מוכנים לאכילה כבר במועד ההוצאה אך לאחר שבוע נוסף בתנאי מדף הפירות היו עדין ראיים למאכל (ראה להלן תוצאות מבחני טעימה).



איור 4: מעקב סף דפורמצית הקליפה בחיי-מדף לאחר שישה חודשים באחסון (א), לאחר שמונה חודשים (ב) ולאחר עשרה חודשים (ג). אותיות שונות C-A מייצגות הבדלים מובהקים בין שילוב טיפולי 1-MCP וזמני הקטיף בכל אחד ממועדי הבדיקה (n=5). הקווים האופקיים מייצגים ערך סף דפורמציה שמתחת להם הפרי ראוי לאכילה (0.8 לב"כ).

תכונות מיץ הפרי במועדי הוצאות מהאחסון ובחיי-מדף

תכולת הכ.מ.מ: תכולת הכ.מ.מ הגבוהה ביותר (15.4%) נמדדה בהוצאה לאחר שישה חדשים, בפירות הקטיפה המאוחר, ללא 1-MCP (איור 5א). בהוצאות המאוחרות יותר וכן במהלך חיי-מדף לא היתה עלייה בתכולת הכ.מ.מ ובחיי-מדף נמצא כי תכולת הכ.מ.מ של הקטיפה המסחרי (המוקדם יותר) היתה גבוהה באופן מובהק מתכולת הכ.מ.מ של פירות הקטיפה המתקדם (המאוחר יותר) (איור 5ב). ההנחה היא כי הפירות מימשו את כל פוטנציאל ייצור הסוכר שלהם וזה נוצל בחילוף החומרים במהלך האחסון הארוך. לא התקבלו הבדלים בשעור הכ.מ.מ בהשפעת יישום 1-MCP.

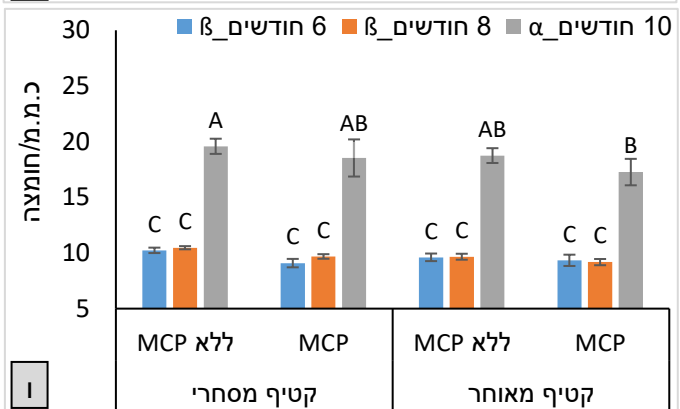
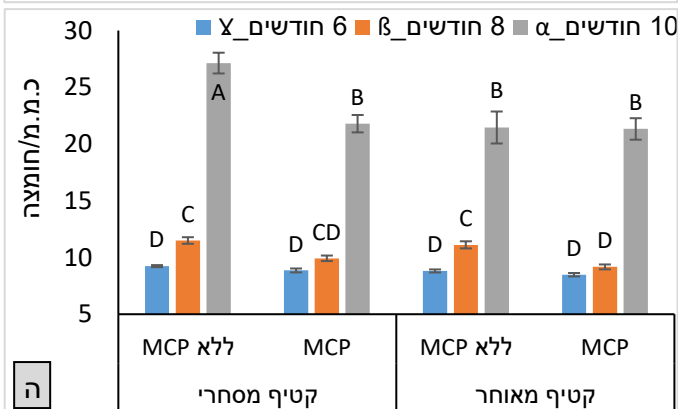
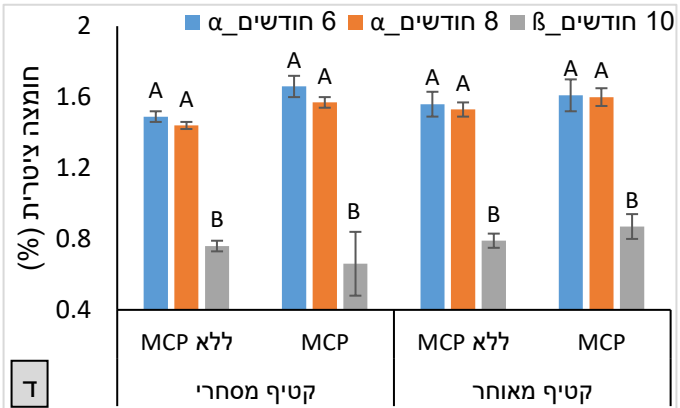
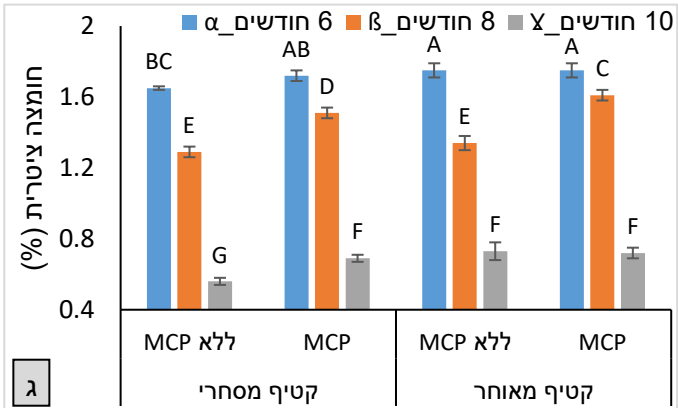
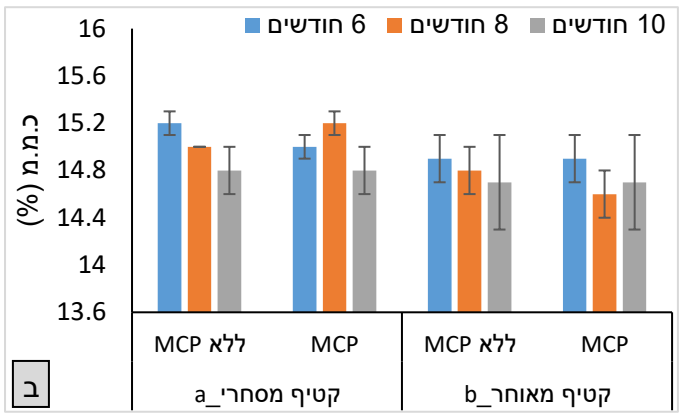
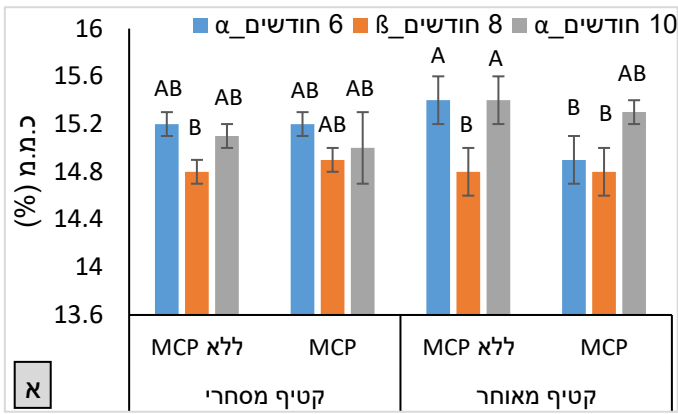
שעור החומצה הציטרית: לאחר שישה חודשי אחסון, נשמרה בכל הטיפולים תכולת חומצה מעל 1.7%, ללא השפעת הטיפול ב-1-MCP. לאחר שמונה חודשי אחסון תכולת החומצה בפירות המטופלים ב-1-MCP היתה גבוהה יותר (איור 5ג) אך הפער בין הטיפולים הצטמצם במהלך חיי-מדף (איור 5ד). במועד הוצאה זה וכן בחיי המדף, שעור החומצה היה 1.3% ומעלה. לאחר עשרה חודשי אחסון שעור החומצה ירד בכל הטיפולים ונע בין 0.56% ל-0.73%. נשמרה המגמה לפיה תכולת החומצה בפירות המטופלים ב-1-MCP, במועד ההוצאה, היתה גבוהה יותר.

במועד הקטיפה, שעור החומצה בפירות הקטיפה הראשון היה גבוה יותר מאשר בפירות הקטיפה המאוחר (2.3% ו-2.1%, בהתאמה) אך בהוצאות לאחר שמונה ועשרה חודשים ניכרה מגמה לפיה שעור החומצה בפירות הקטיפה המאוחר היה גבוה יותר. מכאן שקצב התפרקות החומצה בפירות הקטיפה המאוחר נמוך יותר.

יחס הבשלה (שעור הכ.מ.מ חלקי שעור החומצה): יחס ההבשלה נע בקטיפה בין 3.5-5.0, קטיפה מסחרי וקטיפה מתקדם, בהתאמה (טבלה 3) ועלה עם התקדמות הוצאות מהאחסון. ערכים גבוהים ביותר התקבלו בהוצאה מהאחסון לאחר עשרה חודשים, בשני הקטיפים, עם וללא יישום 1-MCP ומצביעים על ירידה דרמטית בשעור החומצה במיץ הפרי (איור 5ה). בחיי-מדף לאחר שישה חודשי אחסון, יחס ההבשלה עלה אך לאחר שמונה ועשרה חודשים חלה ירידה ביחס ההבשלה במהלך חיי-מדף (איור 5ו).

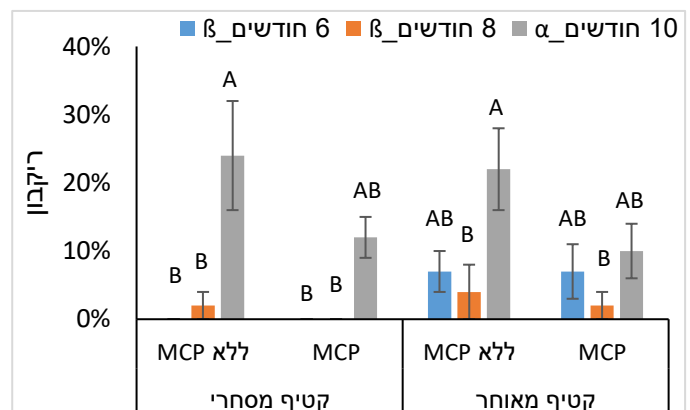
שעור ריקבון

בקטיפה המסחרי לאחר שישה ושמונה חודשים עפ"ר לא היו כלל רקבונות. בקטיפה המאוחר, במועדים אלו אחוז הרקבונות היה 2-7%, ללא השפעה של 1-MCP. לאחר עשרה חודשים, אחוז הרקבונות עלה לכ-23% בטיפולים ללא 1-MCP ולכ-11% בפירות בהם יושם 1-MCP, ללא הבדל בין הקטיפים (איור 6).



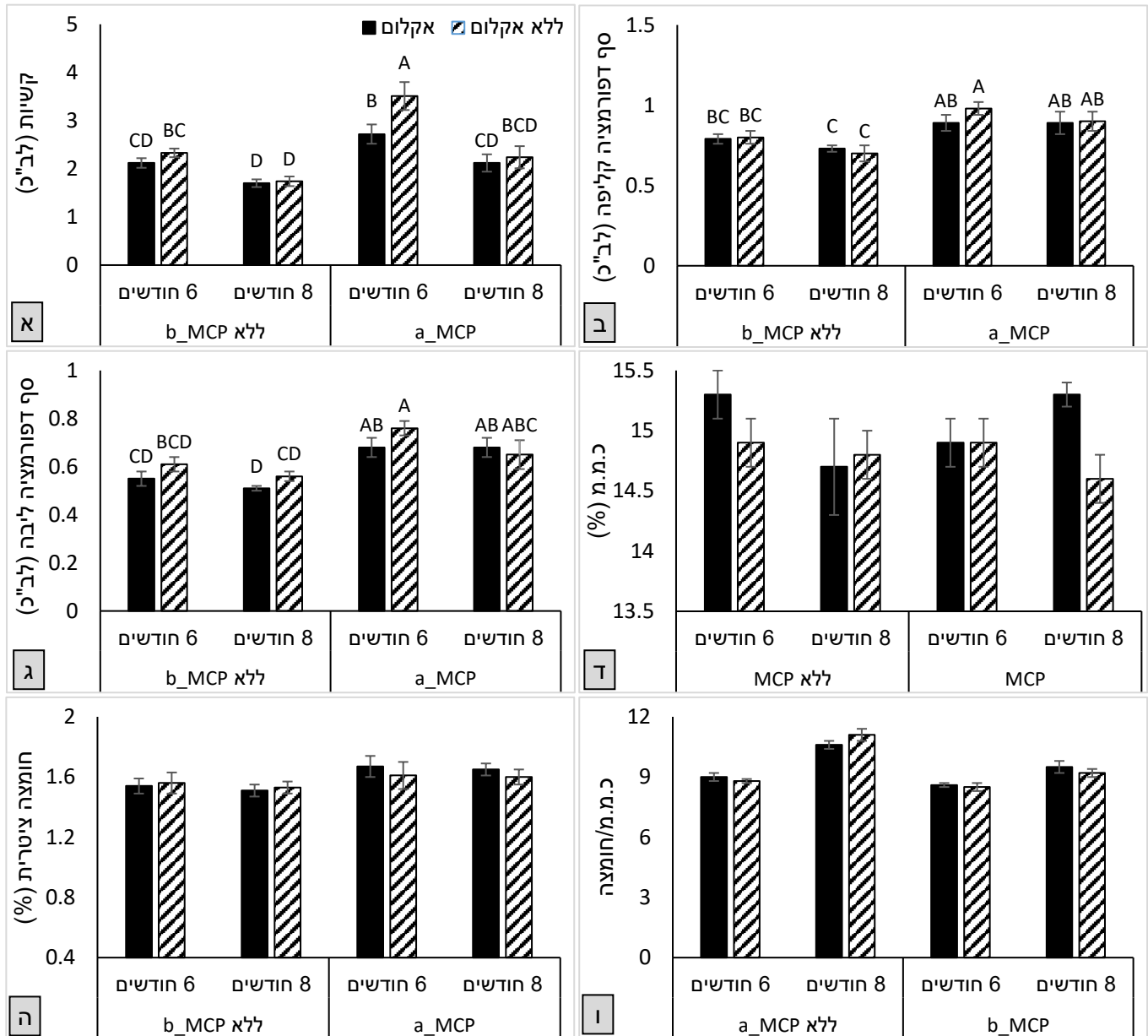
איור 5: תכולת כ.מ.מ. הוצאה מהאחסון (א) וחיי-מדף (ב), תכולת חומצה ציטרית- הוצאה מהאחסון (ג) וחיי-מדף (ד), יחס הבשלה- (כ.מ.מ./חומצה) הוצאה מהאחסון (ה) וחיי-מדף (ו), לאחר שישה, שמונה ועשרה חודשים באווירה מבוקרת (CA), עם וללא MCP-1. ממוצעים \pm ש.ת., n=5. אותיות שונות G-A מייצגות הבדלים מובהקים בין הטיפולים; אותיות שונות a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין טיפולי הקטיף המסחרי לקטיף המאוחר. אותיות שונות α - γ מייצגות הבדלים בין מועדי ההוצאות מהאחסון.

איור 6: אחוז ריקבון בהוצאה מהאחסון לאחר שישה, שמונה ועשרה חודשים באווירה מבוקרת (CA), עם וללא MCP-1. ממוצעים \pm ש.ת., n=5. אותיות שונות B-A מייצגות הבדלים מובהקים בין הטיפולים; אותיות שונות α - γ מייצגות הבדלים בין מועדי ההוצאות מהאחסון.



אקלום פירות בהוצאה מהאחסון

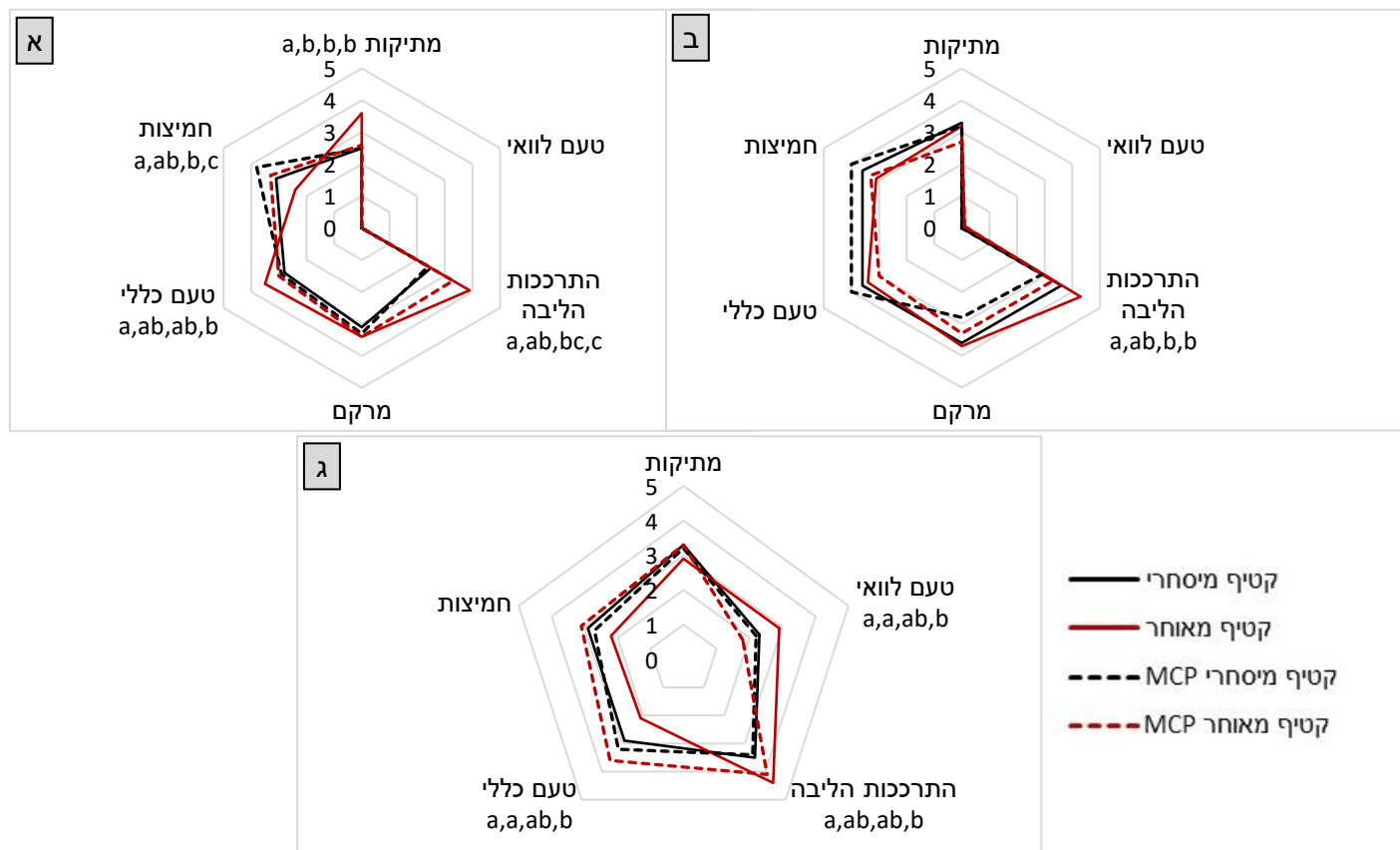
השפעה מובהקת של האקלום נמצאה רק בפירות 1-MCP לאחר שישה חודשי אחסון, שהיו פחות קשים מהפירות ללא אקלום. בכל המדדים האחרים שנבחנו - סף דפורמציה קליפה וליבה, תכולת כ.מ.מ, שעור חומצה - לא נמצאו הבדלים מובהקים בהשפעת האקלום (איור 7).



איור 7: קשיות (א), סף דפורמציה קליפה (ב), סף דפורמציה ליבה (ג), כ.מ.מ (ד), שעור חומצה (ה), כ.מ.מ/חומצה (ו) בחיי-מדף לאחר שישה ושמונה חודשים, עם וללא 1-MCP, בהשפעת האקלום. ממוצעים ± ש.ת., n=5. אותיות שונות D-A מייצגות הבדלים מובהקים בין הטיפולים; אותיות שונות a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין טיפולים עם וללא 1-MCP.

מבחן טעם

במבחן טעם שנערך בין פירות הקטיף המסחרי לבין פירות הקטיף המאוחר (ללא אקלום), בתום חיי-מדף שלאחר שישה חודשי אחסון, דרגו הטועמים את פירות הקטיף המאוחר, ללא 1-MCP, כמתוקים ביותר, הכי פחות חמוצים, בעלי הליבה הרכה ביותר וציון טעם כללי הגבוה ביותר. באף אחד מהטיפולים לא צוינו טעמי לוואי. גם לאחר שמונה חודשי אחסון לא צוינו כלל טעמי לוואי וליבת פירות הקטיף המאוחר היו בעלי הליבה הרכה ביותר. פירות הקטיף המסחרי עם 1-MCP הצטיינו בטעמים וקיבלו אף את ציון החמיצות הגבוה ביותר. לאחר עשרה חודשים פירות הקטיף המאוחר עם 1-MCP הצטיינו בטעמים, בליבתם הרכה ובמיעוט טעמי לוואי (איור 8).



איור 8: הערכת תכונות הטעם של פירות קיווי לאחר (א) שישה (n=14), (ב) שמונה (n=10) ו-(ג) עשרה חודשי אחסון (n=13). אותיות שונות a-c מייצגות הבדלים מובהקים בין שילוב טיפולי 1-MCP וזמני הקטיף.

סיכום

מטרות הניסוי היו לבחון את השפעת יישום 1-MCP על פירות קיווי באחסון ארוך וכן את ההשפעה של אקלום פירות בעת הוצאתם מאווירה מבוקרת לתנאי אווירה אטמוספירית טרם ההוצאה לחיי-מדף. בניסוי אוחסנו פירות משני מועדי קטיף שונים, עם וללא 1-MCP, למשך שישה, שמונה ועשרה חודשים. בניגוד לממצאנו מעונה 2017, אחוז החומר יבש ירד בין שני מועדי הקטיף (17.7% ו-16.9%, בהתאמה) ותכולת החומצה אף היא ירדה (2.3% ו-2.1%, בהתאמה), נתונים היכולים להצביע על כך שכבר במועד הקטיף הראשון (הקטיף המסחרי), הפירות מימשו את פוטנציאל צבירת המוטמעים שלהם. ניכרה מגמה לפיה פירות עם 1-MCP התרככו לאט יותר ביחס לפירות הביקורת, אך על פי רוב ההבדלים לא היו מובהקים. חשוב לציין שמדדי ההבשלה בקטיף הצביעו על כך שהפירות התקדמו בהבשלתם (כ.מ.מ. $\leq 10\%$ וקשיות ~ 12.5 לב"כ) אך יישום 1-MCP על פירות אלו אפשר שמירה על קשיותם באחסון ארוך.

בחי-מדף, לאחר שישה חודשי אחסון, פירות כל הטיפולים, היו ראויים לאכילה (סף דפורמציה ≥ 0.8 לב"כ) לאחר כ-16 ימים. לאחר שמונה חודשי אחסון, פירות שטופלו בקטיף עם 1-MCP היו ראויים לאכילה לאחר כעשרה ימים בחי-מדף. לאחר עשרה חודשים באחסון (פירות עם וללא 1-MCP), פירות משני מועדי הקטיף, היו מוכנים לאכילה כבר במועד ההוצאה מהאחסון ונמשכה ירידה מתונה בקשיותם בחי-מדף. חשוב לציין שהפירות לא 'התמוטטו', טעמם ומרקמם היו ראויים והללו עשויים להיות מתאימים לשיווק של ready to eat. במהלך תקופת האחסון הטמפ' בתא הקרור לא ירדה מתחת ל-0 מ"צ, בעוד בחדרי קרור מסחריים האחסון נעשה בטמפ' של כ-0.5 מ"צ. יתכן שבטמפ' נמוכה ניתן יהיה לשמור על קשיות פירות גבוהה יותר לאחר עשרה חודשים. בניסוי הנוכחי לא נצפתה כלל תופעה של ליבה 'תקועה' וההשערה היא שמדדי ההבשלה המתקדמים בקטיף אפשרו התרככות תקינה של הליבה. למרות מצב ההבשלה המתקדם יחסית בקטיף, ריכוז האתילן בתא עמד על 0 ppb , ללא שימוש בסופח אתילן ולא התפתחו כלל ריבונות לאחר שישה חודשי אחסון. לא ניכרה השפעה של טיפולי האקלום על הבשלת הפירות בחי-מדף אך יתכן שבתנאי המסחר, בהם לעיתים הפירות שוהים באווירה אטמוספירית, לאחר פתיחת חדר הקרור, למשך תקופה ארוכה יותר משבועיים (בהתאם לקצב שיווק הפירות), צפויים להתפתח הבדלים גדולים יותר. כמו-כן יתכן שהשפעת האקלום תבוא לידי ביטוי באחסון של פירות הנקטפים מוקדם יותר בעונה. תכולת הכ.מ.מ בחי-מדף של כל מועדי ההוצאות הגיעה לכ-15% ושעור החומצה היה מעל 1.7% ומעל 1.3% (לאחר שישה חודשי אחסון, בהתאמה). ציון הטעם הכללי הטוב ביותר ניתן לפירות הקטיף המאוחר ללא 1-MCP (לאחר שישה חודשי אחסון), לפירות הקטיף המסחרי עם 1-MCP (לאחר שמונה חודשי אחסון) ולפירות הקטיף המאוחר עם 1-MCP (לאחר עשרה חודשי אחסון). בהתאם לממצאנו מהעונות הקודמות, גם בעונה זו נמצא שקצב התפרקות החומצה בפירות הקטיף המאוחר נמוך יותר. לסיכום, ממצאי העונה הנוכחית מצביעים על כך שפוטנציאל לאחסון ארוך של עשרה חודשים קיים בפירות בעלי מדדי הקטיף הבאים: חומר יבש $\leq 17.0\%$, כ.מ.מ $\leq 7.5\%$, חומצה $\leq 2.2\%$. יישום 1-MCP האט את התרככות הפירות ואת פרוק החומצה וכן הפחית את שעור הריקבון.

על מנת לפתח פרוטוקול מסחרי לאחסון ממושך של קיווי, יש לבחון את שאלות המחקר הבאות:

1. כיצד ניתן להפחית את הריקבון המתפתח בפרי באחסון ממושך משמונה חודשים?
2. האם הורדת טמפרטורת האחסון עשויה להאט את התרככות הציפה ואת הירידה בתכולת החומצה במהלך האחסון?
3. האם ניתן להביא להאטה בהתרככות הפרי לאחר השיווק באמצעות טיפול נוסף ב-1-MCP במועד ההוצאה מהאחסון?
4. האם איקלום ארוך משבועיים בתום האחסון ישפיע על הבשלת הפרי?
5. מהו הערך המקסימלי של הכ.מ.מ בקטיף המקנה יתרון לפירות לאחר האחסון וחיי המדף?
6. האם היחס בין סף דפורמציה הליבה לסף דפורמציה הקליפה יכול לשמש כמדד להתחלת הקטיף ולחיזוי איכות הפרי במועד ההוצאה מהאחסון?

תודות

מגדלי הקיווי: עמית כהן, שי גולני-מלכיה
 שולחן מגדלי קיווי במועצת הצמחים
 יוסי שטרן – חברת 'רימי להגנת הצומח'
 פרופ' רות בן-אריה