

המעבדה למו"פ אחסון פירות
קרית שמונה
Fruit Storage and Research Laboratory
Kiryat-Shmona

טל. 04-6817421, 04-6940208, פקס. 04-6940113
www.fruitlab.co.il
E-mail: fruit.storage.lab@gmail.com

ניסוי חצי מסחרי - טיפולי 1-MCP לפירות השסק (*Eriobotrya japonica*), זן 'אבר'י לאחר קטיף

דו"ח מחקר לשנת 2017

טלי גולדברג, דני גמרסני, שאול נשיץ, היבא איברהים, אלה צבילינג,
לילך ברקוביץ, לילך שיפמן, רונן שפיר, הראל אגרא

תודות:

ישראל קרניאל, זכרון יעקב, מגדל שסק
שמעון אנטמן, ממ"ר נשירים
יוסי שטרן, רימי להגנ"צ
שולחן מגדלי שסק

תקציר

במהלך עונות 2014-2016 התבצעו במעבדה לאחסון בקרור בקרית שמונה ניסויים לבחינת ההשפעה של 1-MCP על פירות שסק מהזנים 'עכו' ו'אברי'. המימצאים העיקריים הצביעו על כך כי השסק, למרות שאינו פרי קלימקטרי, הגיב לטיפול ה-1-MCP על-פי מספר מדדים כפי שהגיבו פירות קלימקטריים.

כדי לבסס את מימצאינו, נערך בעונה 2017 במעבדה לאחסון פירות ניסוי חצי מסחרי לאחסון שסק, זן 'אברי', למשך שלושה שבועות. המימצאים העיקריים מחזקים את אלו מהעונות הקודמות וגם בעונה זו נמצא כי בפירות שטופלו לאחר הקטיף ב-1-MCP התקבלו שיעורים גבוהים יותר של פרי ראוי לשיווק בהשוואה לבקורת שלא טופלה; פירות הטיפול איבדו פחות ממשקלם, קשיותם היתה גבוהה יותר וכן היו בעלי תכולת כ.מ.מ וחמיצות גבוהה יותר. בדומה למימצאנו מהעונות הקודמות, גם בעונת המחקר הנוכחית, חשיפת הפירות ל-1-MCP הגבירה את קצב ייצור האתילן.

רקע

בשנים האחרונות נמצאו עדויות לכך שהשימוש ב-1-MCP עשוי לשפר במקרים מסוימים גם את כושר האחסון של פירות לא-קלימקטריים שונים (Huber, 2008; Li et al., 2016). למשל, דווח כי 1-MCP עיכב התפתחות השחמות הציפה והאריך את משך האחסון של שסק (Cai et al., 2006).

זו העונה הרביעית ברציפות בה נערכו ניסויי אחסון שסק לאחר טיפול ב-1-MCP, במעבדה לאחסון פירות בקרית שמונה (גולדברג וחוב', 2014; גולדברג וחוב', 2015; גולדברג וחוב', 2016).

מטרת המחקר: בחינת השפעת טיפול ב-1-MCP בתנאים חצי מסחריים על איכות פירות שסק מזן 'אברי' באחסון ב-0°C ובחיי-מדף ב-20°C.

חומרים ושיטות

כ-60 ק"ג פירות שסק מזן 'אברי' נקטפו במטע בזכרון יעקב (ישראל קרניאל) ב-02 במאי 2017 בשעות אחה"צ ונארזו במטע בסלסילות פרי של 1 ק"ג שכוסו באריג רשת. הסלסילות הוכנסו לארגזי קרטון (שש סלסילות בארגז) והללו אוחסנו בסככה בשטח של החקלאי, ללא קרור, עד ליום המחרת. ביום המחרת, ה-03 במאי 2017, בשעות הבוקר הועברו הפירות למעבדה לקרור בקרית שמונה. עם הגעת הפרי למעבדה מחצית מארגזי הפרי נערמו יחד על משטח עץ, המשטח נעטף בשרוול פוליאתילן גדול (120 מיקרון, לא מאפשר מעבר גזים) ונערך טיפול ב-1-MCP 1ppm בטמפ' החדר. כ-24 שעות לאחר יישום 1-MCP, פירות הביקורת (ללא 1-MCP) אוחדו עם הפרי שטופל ב-1-MCP וכלל הפירות אוחסנו על משטח עץ כשהם שכוסה בשקית LDPE 40 מיקרון ב-0°C למשך שלושה שבועות (עד ה-24 במאי, 2017) בתא קרור בנפח 55 קוב, 85%-95%

לחות. בדיקות הפרי נעשו במועד ההוצאה מהאחסון ובמהלך חיי-מדף, לאחר ארבעה ושבעה ימים. בכל מועד הוערכה האיכות החיצונית והפנימית של הפרי ונערכו בדיקות הבשלה ומבחני טעימה ע"י צוות טועמים מנוסה, כמפורט בטבלה 1.

טבלה 1: מדדי איכות הפרי שנבדקו בקטיף ובחיי-מדף.

קטיף	חיי-מדף (0, 4 ו-7 ימים)
איבוד משקל (%) ¹	✓
צבע קליפה a^* , b^* , L^* ²	✓
צבע המיץ a^* , b^* , L^* ³	✓
קשיות, ללא קליפה, בפנטרומטר (קג"כ) ⁴	✓
איכות חיצונית ⁵	✓
איכות פנימית ⁶	✓
חומצה מאלית (%) ⁷	✓
כ.מ.מ (%) ⁸	✓
ייצור אתילן ($\mu\text{l/kg/hour}$) ⁹	✓
נשימה- CO_2 (mg/kg/hour) ¹⁰	✓
ויטמין C (mg/ml) ¹¹	✓
מבחן טעם ¹²	✓

- ¹ איבוד משקל (%) – ע"י שקילת הפרי במועד הקטיף (A) ושקילה נוספת במועדי ההוצאות מהאחסון / חיי-מדף (B): $[(A-B)/A] \times 100$ (%)
- ² צבע קליפה – ע"פ מד צבע דיגיטאלי, של כל פרי (מכשיר Minolta), ערוצים a^* , b^* , L^* . הערך b^* מייצג את השינוי מגוונים כחולים כשערכיו שליליים לצהובים כשערכיו חיוביים; הערך a^* מייצג את השינוי מגוונים ירוקים כשערכיו שליליים, לאדומים כשערכיו חיוביים והגוון צהבהב ירקרק סביב ה-0. הערך L^* (lightness) מצביע על בהירות או כהות החלק הנבדק. ערך קרוב ל-0 = כהה, ערך קרוב ל-100 = בהיר.
- ³ צבע המיץ – המיץ שנסחט מ-5 פירות מכל חזרה נבדק מבעד לתחתית של כוס כימית מזכוכית (50 מ"ל) המכילה 15 מ"ל מיץ (מכשיר Minolta), ערוצים a^* , b^* , L^* .
- ⁴ קשיות בפנטרומטר (קג"כ) – מד לחץ חודרני, פנטרומטר (FTA- fruit texture analyzer), פרי ללא קליפה: ראש עגול 8 מ"מ, נקודת החדרה אחת בצוואר הפרי, קרוב לכרס.
- ⁵ איכות חיצונית – ריקבון חיצוני (%), מכות / כתמים חומים (%). חומרת המכות מוערכת מבחינה ויזואלית בסקלה מ-0:0 ללא מכה; 1=מכה קלה; 2=מכה בינונית; 4=מכה קשה (תמונה 1).
- אחוז הפירות הראויים לשיווק נקבעו ע"פ פירות ללא ריקבון חיצוני עם מכות בחומרה קלה.
- ⁶ איכות פנימית – אחוז הציפה בריאה (%), ריקבון פנימי (%), השחמה ליד בית הגלעין (internal browning, IB, %) המתבטאת בהופעת צבע חום ליד הליבה (תמונה 2). ההשחמה מוערכת מבחינה ויזואלית לאחר חיתוך אנכי של הפירות על פי חלקו היחסי בפני השטח של הפרי בסקלה מ-0:0 אין השחמה; 1=השחמה קלה, IB_{L} ; 2=השחמה בינונית, IB_{M} ; 4=השחמה קשה, IB_{H} . בחישוב ציפה ראויה לשיווק נכללו בנוסף לפירות התקינים גם פירות

עם השחמה בחומרה קלה. אחוז הפירות בעלי ציפה הראויה לשיווק נקבעו ע"פ פירות ללא ריקבון פנימי עם השחמה בחומרה קלה.

⁷ חומצה מאלית (%) – נדגם 0.5 מ"ל מהמיץ הצלול לבדיקת חומצה בטיטרציה עם 0.156M NaOH עד pH 8.2 ותכולתה חושבה בהתאם.

⁸ כ.מ.מ (%) – במיץ הצלול במכשיר הרפרקטומטר.

⁹ ייצור אתילן (מיקרוליטר אתילן לק"ג פרי במהלך שעה) – ע"י כליאת פירות במיכל אטום ודגימת אוויר (Head Space) להזרקה למכשיר גז כרומטוגרף (GC-FID).

¹⁰ הצטברות פחמן דו-חמצני (פד"ח) במשך שעה באותה מערכת – במכשיר Oxybaby, תוצרת WITT, גרמניה.

¹¹ ויטמין C (מ"ג/מ"ל) – ע"פ תגובת המיץ עם יוני ברזל ליצירת קומפלקס צבע וקריאה בספקטרופוטומטר באורך גל של 700 ננומטר. השוואה לעקום כיוול.

¹² מבחן טעם – צוות טועמים מנוסה דרג את טעם הפרי ואפיין את המתיקות, העסיסיות, החמיצות, מידת העדפה וטעמי לוואי בסולם מ-10 עד 100 במועדי ההוצאה מאחסון ובחיי-מדף.

ניתוח סטטיסטי

השפעת טיפולי 1-MCP ואחסון על כל הפרמטרים, נבדקה בנפרד במועדי ההוצאה השונים באמצעות מבחני שוניות ופוסט הוק ($p < 0.05$ Duncan). השפעה כללית של טיפולי 1-MCP נבדקה במבחן t ($p < 0.05$). כמו-כן נערך ניתוח PCA (Principal component analysis) מכל מועדי הבדיקות (ללא הקטיפ) של מדדי ההבשלה והיקף הרקבון הערה: "אפס ימים בחיי-מדף" מציין הן את המדד בקטיפ (עבור פירות ללא אחסון) והן את המדד ביום ההוצאה מהאחסון (עבור פירות שטופלו ב-1-MCP).

תוצאות

מדדי ההבשלה של פירות הניסוי מזן 'אברי', במועד הקטיפ, מתוארים בטבלה 2. ע"פ מדד כ.מ.מ ויחס ההבשלה, ניכר שהפירות בשלים וראויים למאכל.

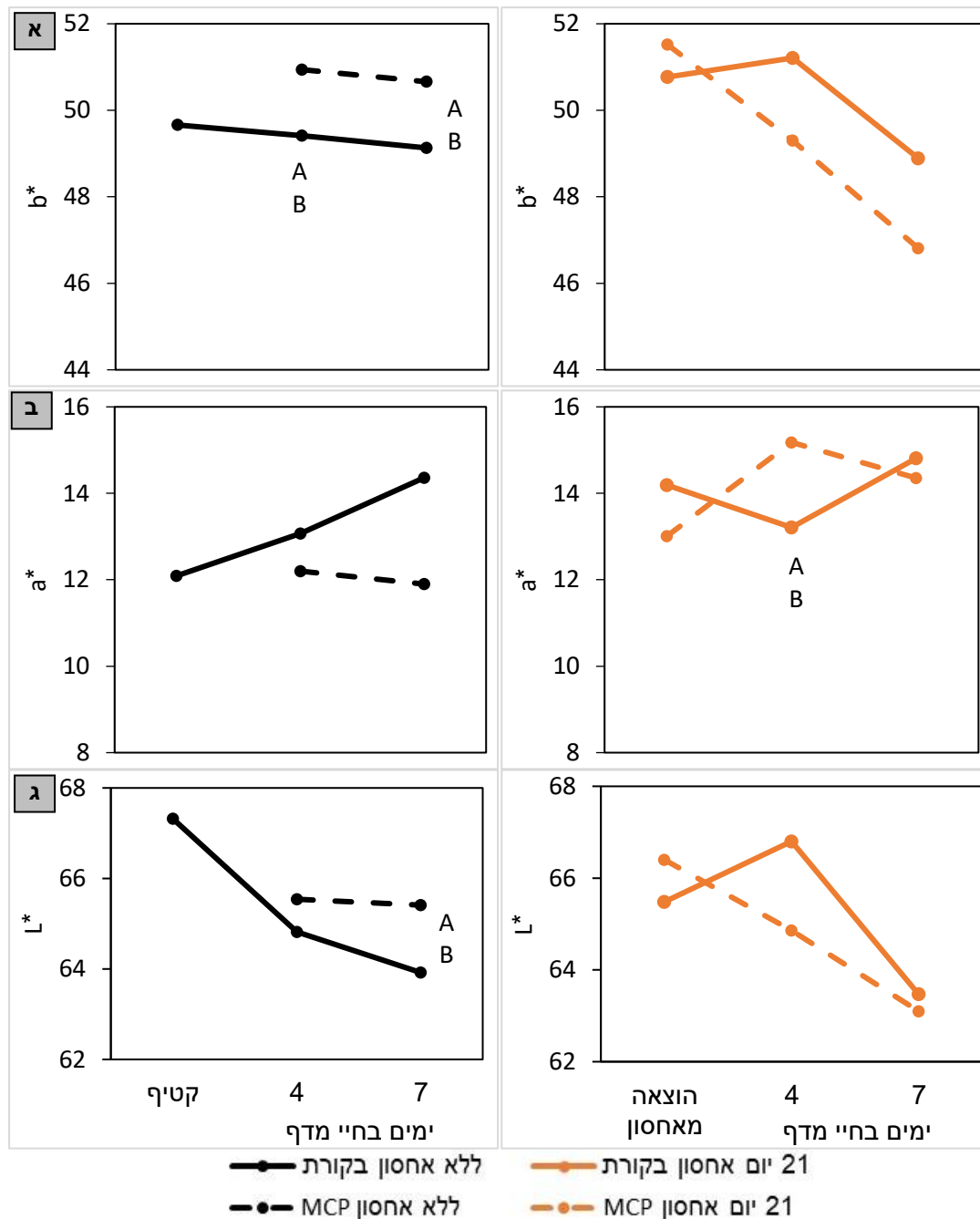
טבלה 2: מדדי הבשלה של פירות שסק במועד הקטיפ, 03 במאי 2017, זן 'אברי' $\pm$ STDEV.

10.6 $\pm$ 0.30	כ.מ.מ (%)	49.7 $\pm$ 0.25	צבע קליפה (ערוץ b*)
1.1 $\pm$ 0.15	חומצה מאלית (%)	12.1 $\pm$ 0.09	צבע קליפה (ערוץ a*)
11.1 $\pm$ 0.15	יחס הבשלה	67.3 $\pm$ 0.22	צבע קליפה (L*)
1.98 $\pm$ 0.10	קושיות, ראש עגול (ק"ג"כ)*	3.8 $\pm$ 0.25	צבע מיץ (ערוץ b*)
0.9 $\pm$ 0.05	ויטמין C (מ"ג/מ"ל)	-0.9 $\pm$ 0.04	צבע מיץ (ערוץ a*)
96 $\pm$ 1.6	פרי בריא	24.6 $\pm$ 0.34	צבע מיץ (L*)

*9.807 ניוטון = 1 ק"ג"כ = 2.2 לב"כ.

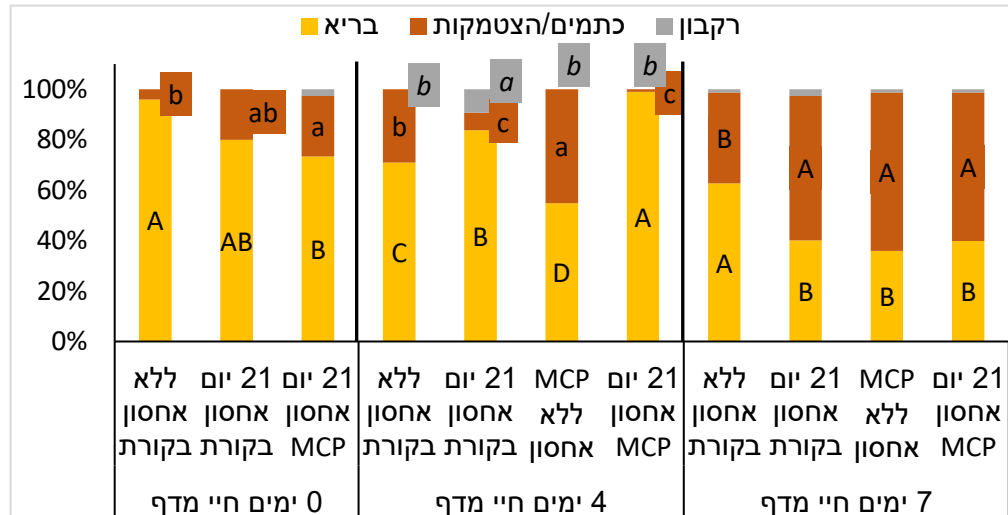
צבע הקליפה ואיכות חיצונית:

ע"פ בדיקות צבע הקליפה במד הצבע הדיגיטלי, ערוצים a^* , b^* ו- L^* נמצא כי טיפול ה-1-MCP השפיע באופן שונה על פירות ללא אחסון בקירור, לעומת פירות שאוחסנו: במהלך חיי-מדף מיד לאחר הקטיפה, פירות טיפול ה-1-MCP היו בצבע צהוב כהה יותר ביחס לפירות ללא טיפול ואילו לאחר האחסון נראה כי הפירות שטופלו ב-1-MCP, היו יותר צהבהבים ופחות צהובים-כתומים ביחס לפירות טיפול הבקורת. התופעה נצפתה ע"פ ערוצים a^* , b^* ו- L^* (איור 1 א'-ג').



איור 1: צבע קליפת הפרי, ערוצים a^* (ב), b^* (א), ו- L^* (ג), בקטיפה ובחיי-מדף של הקטיפה (4, 7-ימים) וכן בהוצאה מהאחסון ובחיי מדף לאחר האחסון (4 ו-7 ימים).
A-B – להבדל מובהק בין הטיפולים בכל מועד.

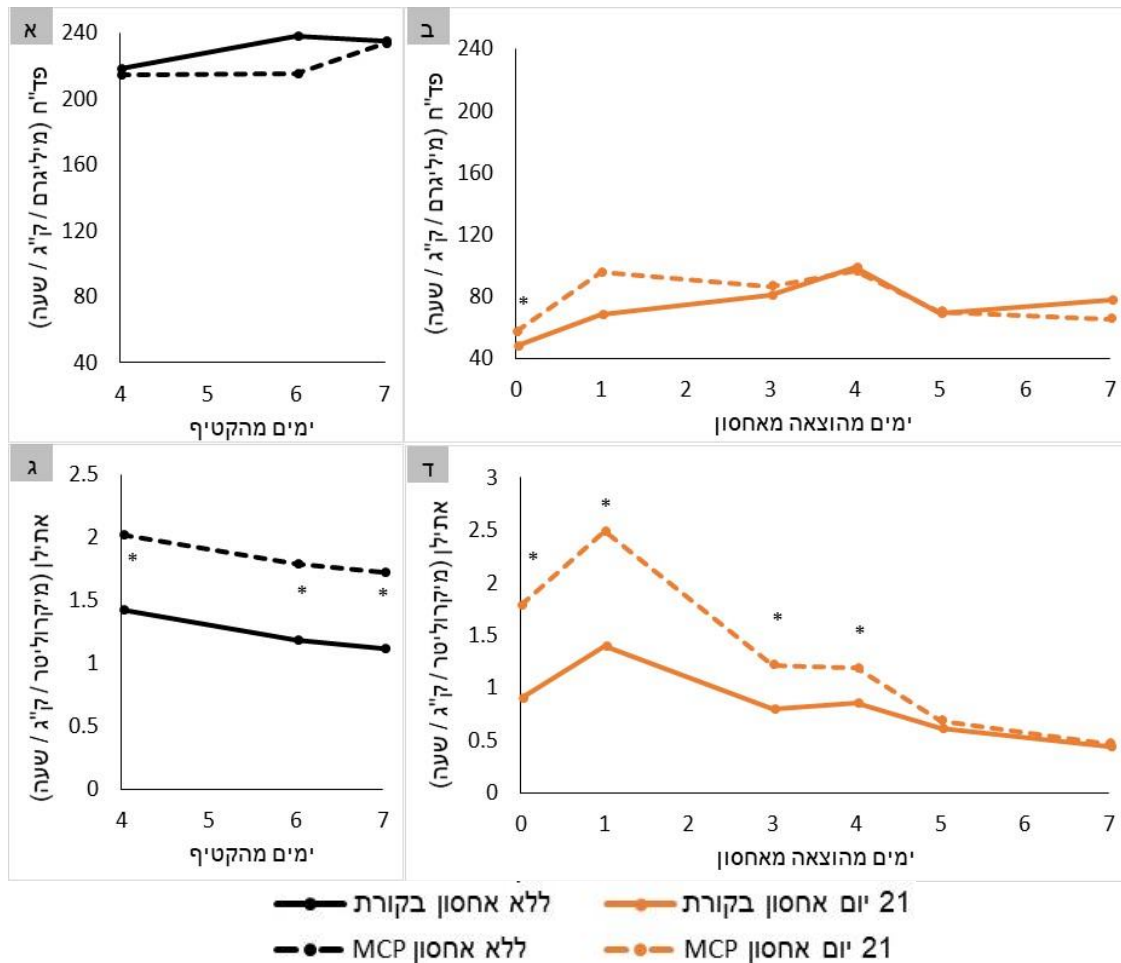
פרי המתאים לשיווק הוגדר כפרי תקין עם נזקי כתמי מכות / כתמים חומים (תמונה 1) או הצטמקות בחומרה קלה בלבד. לאחר אחסון של 21 ימים, נותרו כ-76% פירות הראויים לשיווק, ללא יתרון לטיפול ה-MCP-1 (תמונה 3) לאחר ארבעה ימים בחיי-מדף של פרי שהוצא מהאחסון, ניכרה מגמה לפיה בטיפול ה-MCP-1, אחוזי הפרי לשיווק היו הגבוהים ביותר. מגמה זו לא נשמרה לאחר שבעה ימים בחיי-מדף. כמו-כן נראה שהטיפול גרע מאיכות הפרי שלא אוסון בקירור (איור 2).



איור 2: האיכות החיצונית של הפירות בהשפעת הטיפולים ללא אחסון ובתום 21 ימים באחסון, בארבעה ושבעה ימים בחיי-מדף, ע"פ אחוז הפרי הבריא, אחוז הכתמים החומים וההצטמקות ואחוזי הרקבון. A-B, a-b, a-c להבדל במדד הפירות הבריא, הכתמים / הצטמקות והרקבון, בהתאמה.

קצב הנשימה וייצור האתילן:

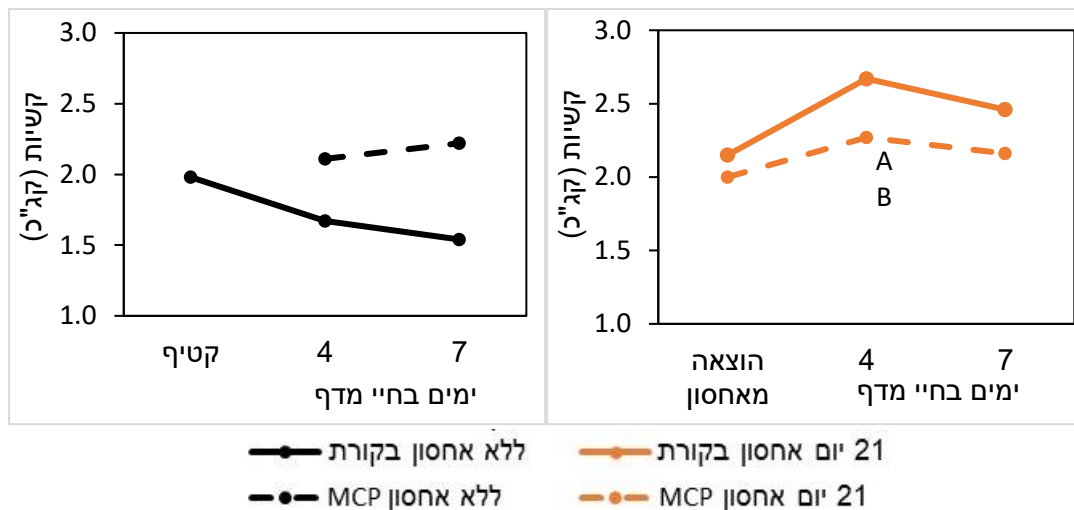
קצב נשימת הפירות, שהתבטא בייצור פחמן דו-חמצני, היה בין 200-240 מ"ג לק"ג לשעה של פחמן דו-חמצני בחיי-מדף לאחר הקטיף (ימים 4-7) ולאחר 21 ימי אחסון וחיי-מדף קצב הנשימה היה נמוך יותר והיה בין 50-100 מ"ג לק"ג לשעה (ימים 0-7). לא היו הבדלים בקצב הנשימה בין פירות הבקורת לפירות ה-MCP-1 מלבד ביום ההוצאה מהאחסון בו קצב נשימת פירות טיפול ה-MCP-1 היה גבוה יותר, 58 ו-48 מ"ג לק"ג לשעה, בהתאמה (איור 3, א'-ב'). בבחינת קצב ייצור האתילן נראתה ירידה מתונה בייצור האתילן בשני טיפולי הניסוי לאחר ארבעה ושבעה ימים בחיי-מדף של הקטיף, ללא אחסון וכן בימים אלו לאחר האחסון. אולם, ביום הראשון בחיי-מדף, לאחר 21 ימים באחסון, נראתה עלייה בקצב ייצור האתילן בשני טיפולי הניסוי. לאחר הפיק הנ"ל, רמת ייצור האתילן ירדה באיטיות. בבדיקות שנערכו נמצא כי חשיפת הפירות ל-1-MCP הגבירה את קצב ייצור האתילן (איור 3, ג'-ד'). תופעה זוהי התקבלה אף בניסוי עונת 2016 וההנחה היא שדווקא בפירות לא קלימקטריים, כאשר ה-MCP-1 נקשר לקולטני האתילן, הרי שמעט האתילן שנוצר בפרי, לא יכול להיקשר לקולטנים בפרי ולכן הוא מופרש לחלל התא, כפי שהוצע ברקמות וגטטיביות של צמחי מנטה (Kenigsbuch et al., 2007).



איור 3: קצב נשימת הפרי (CO_2) (א'-ב') וקצב ייצור אתילן (ג'-ד') בחי-מדף של הקטיף, במועד ההוצאה מאחסון ובמהלך חי-מדף לאחר ההוצאה מאחסון. * להבדל בבידיקת CO_2 בין הטיפולים בכל מועד.

קשיות הפירות ואיבוד משקל:

קשיות הציפה עלתה במהלך האחסון עפ"ר ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים. בחי-מדף ובעיקר במהלך ארבעת הימים הראשונים לאחר האחסון, חלה עלייה בקשיות פירות הבקורת ביחס לפירות ה-1-MCP. לעומת זאת בפירות שלא אוחסנו (חי-מדף קטיף) העלייה בקשיות דווקא הוגברה על-ידי טיפול 1-MCP ופחתה בטיפול הבקורת (איור 4, טבלה 3). ממצא זה בהתאמה חלקית לדיווחים מהספרות שתארו עלייה בקשיות הפירות הן באחסון והן בחי-מדף, כאשר פירות ה-1-MCP האטו את קצב ההתקשות (Cai, et al., 2006).

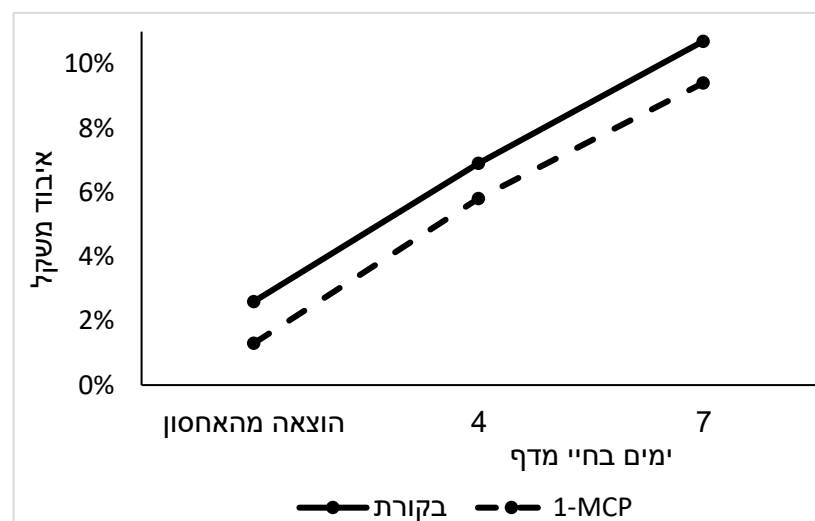


איור 4: קשיות הפירות בקטיף ובחיי-מדף של הקטיף (4, ו-7 ימים) וכן בהוצאה מהאחסון ובחיי מדף לאחר האחסון (4 ו-7 ימים).
A-B להבדל בין הטיפולים בכל מועד.

טבלה 3: השינוי בקשיות הפירות לאחר ארבעה ימים בחיי-מדף בפירות הקטיף ובפירות שהוצאו מהאחסון.

מועד הבדיקה	בקורת	1-MCP
קטיף	-16%	+7%
אחסון 21 ימים	+24%	+14%

בכל מועדי הבדיקה, הן בהוצאה מהאחסון והן בבדיקות חיי-מדף, ניכרה מגמה לפיה פירות טיפול ה-1-MCP איבדו פחות ממשקלם ביחס לפירות הבקורת. במועד ההוצאה מהאחסון, לאחר 21 ימים, אבדו פירות טיפול 1-MCP 1.3% ממשקלם, כמחצית מהמשקל שאיבדו פירות הבקורת. לאחר שבעה ימים בחיי-מדף עלה איבוד המשקל ל-9.4% ו-10.7% בטיפול ה-1-MCP והבקורת, בהתאמה (איור 5).



איור 5: איבוד משקל של הפרי בקטיף, במועד ההוצאה מאחסון בקרור (0°C), לאחר 21 ימים, ולאחר חיי-מדף של ארבעה ושבעה ימים. לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים במועדי הבדיקה.

תכונות מיץ הפרי:

תכולת כ.מ.מ, תכולת חומצה מאלית, ויחס ההבשלה

במועד הקטיף נמדדה תכולת כ.מ.מ של 10.6% במיץ הפרי וזו ירדה במהלך האחסון הן בפירות הבקורת והן בפירות שטופלו ב-1-MCP. במהלך 21 ימי האחסון, פירות הבקורת איבדו כ-14% מתכולת הכ.מ.מ בעוד שפירות טיפול ה-1-MCP איבדו 10% בלבד. תכולת הכ.מ.מ הגבוהה יותר בפירות המטופלים התקבלה גם במהלך חיי-מדף ובדומה לממצאינו בעונה 2016, גם בעונה זו במהלך חיי-מדף, שיעור הכ.מ.מ, בטיפול ה-1-MCP, נמצא במגמת עלייה, בשונה מהמגמה שהתקבלה בטיפול הבקורת (איור 6 א').

שיעור החומצה המאלית, 1.05% במועד הקטיף, ירד במהלך 21 ימי האחסון ל-0.47% ול-0.52% בפירות הבקורת ובפירות ה-1-MCP בהתאמה. כלומר, נמצא כי בפירות ה-1-MCP חל פירוק איטי יותר בתכולת החומצה במהלך חיי-מדף (איור 6 ב').

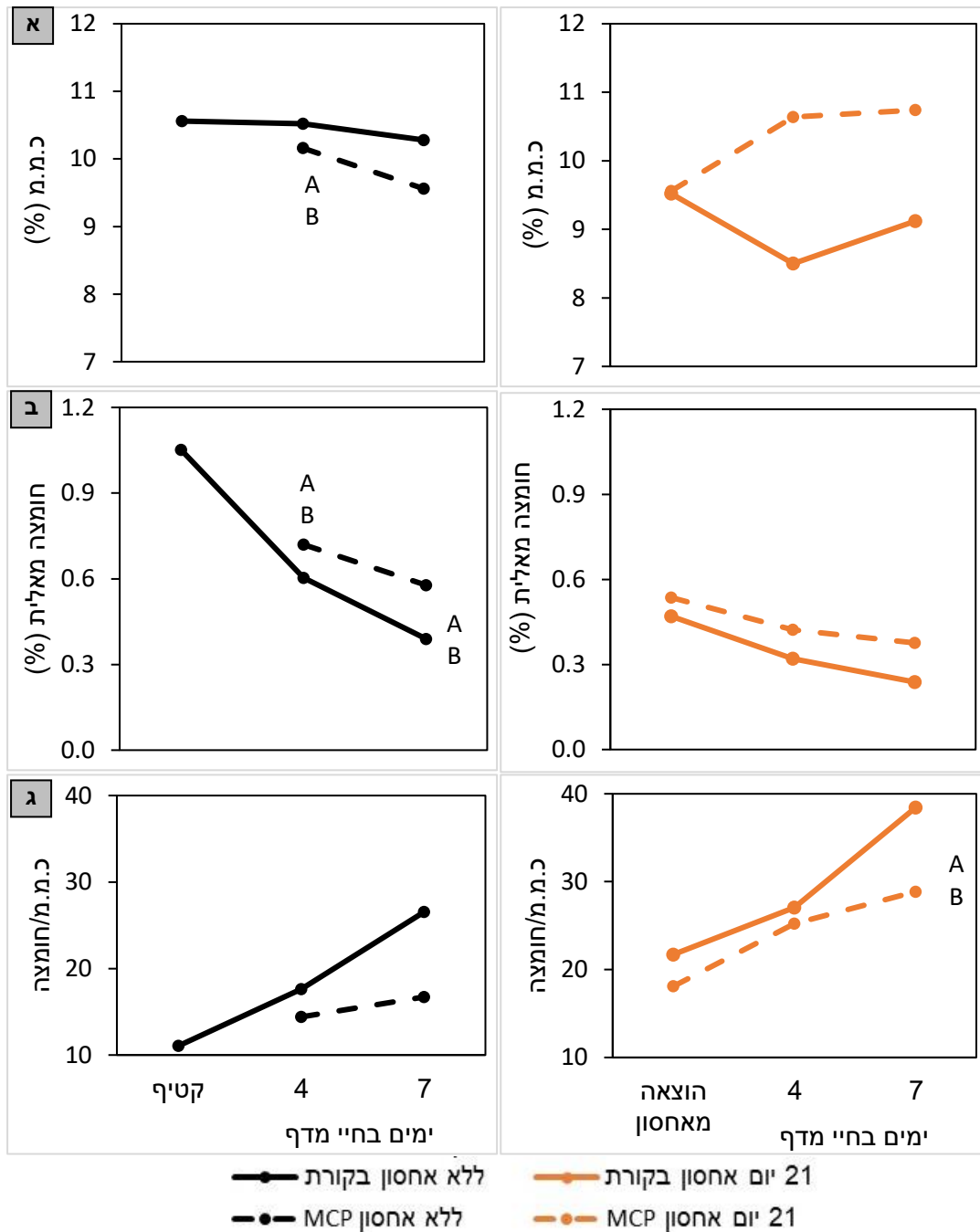
יחס ההבשלה (כ.מ.מ/חומצה) נמצא במגמת עלייה במועדי ההוצאה מהאחסון ובחיי-מדף. אולם, מבין טיפולי הניסוי, בטיפול ה-1-MCP התקבל יחס ההבשלה נמוך יותר, המצביע על מגמה לפיה טיפול זה עיכב את ההזדקנות (איור 6 ג').

צבע מיץ הפרי

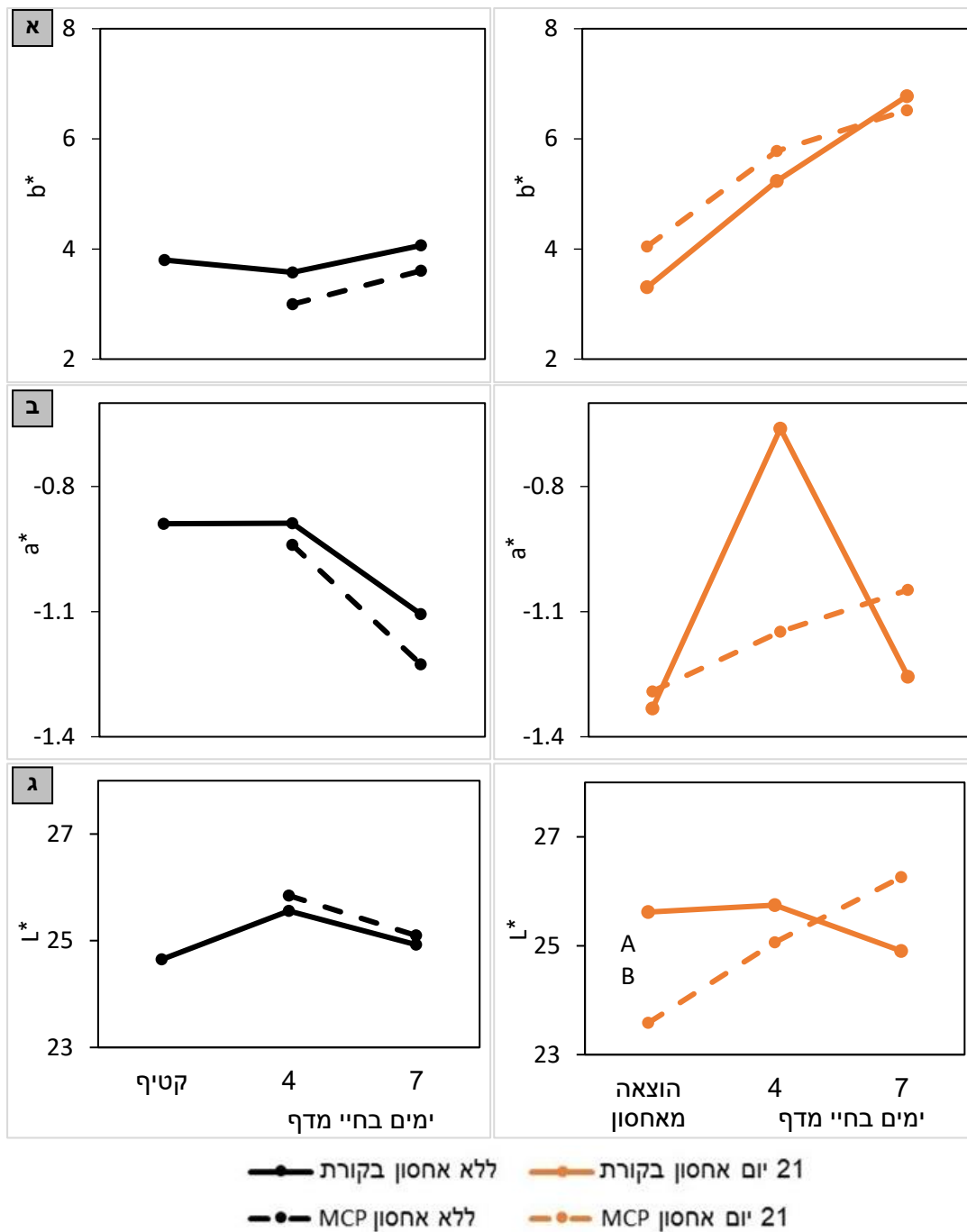
ע"פ בדיקות צבע המיץ במד הצבע מינולטה, ערוצים a^* , b^* ו- L^* , נמצא כי טיפול ה-1-MCP לא השפיע על צבע המיץ בחיי-מדף של הקטיף. במהלך האחסון ניכרה מגמה לפיה צבע המיץ נעשה בהיר יותר ומגמה זו התחזקה בחיי-מדף שלאחר האחסון במיץ הפירות שטופלו עם 1-MCP (איור 7, א'-ג').

תכולת ויטמין C:

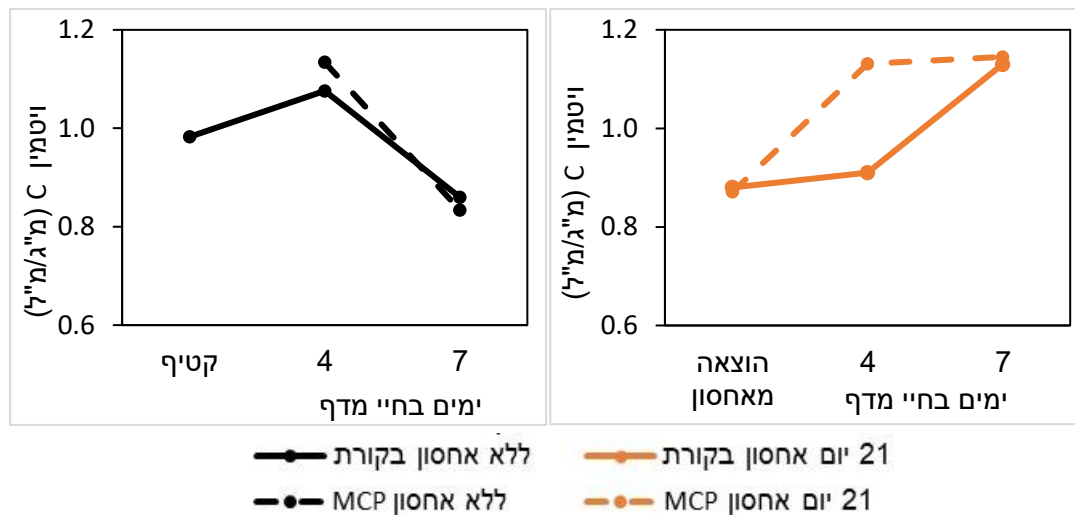
בהוצאה מהאחסון, לאחר 21 ימים, תכולת הויטמין ירדה ביחס לתכולה במועד הקטיף וללא הבדל בין פירות הבקורת לפירות שטופלו ב-1-MCP. במהלך ארבעה ימים בחיי-מדף חלה עלייה בתכולת הויטמין הן בפירות שלא אוחסנו (חיי-מדף קטיף) והן בפירות שהוצאו מהאחסון, תופעה שבלטה בעיקר בפירות שטופלו ב-1-MCP. בתום שבעה ימים בחיי-מדף, לא היו הבדלים בין הפירות המטופלים לפירות הבקורת ותכולת הויטמין בפירות שאוחסנו הייתה גבוהה יותר, 1.1 מ"ג/מ"ל ו-0.8 מ"ג/מ"ל בהתאמה (איור 8).



איור 6: כלל מוצקים מסיסים (א') שיעור החומצה המאלית (ב') ויחס ההבשלה (ג') בקטיף ובחיי-מדף של הקטיף (4, 7-ימים) וכן בהוצאה מהאחסון ובחיי מדף לאחר האחסון (4 ו-7 ימים). A-B - להבדל בין הטיפולים במועד הבדיקה.



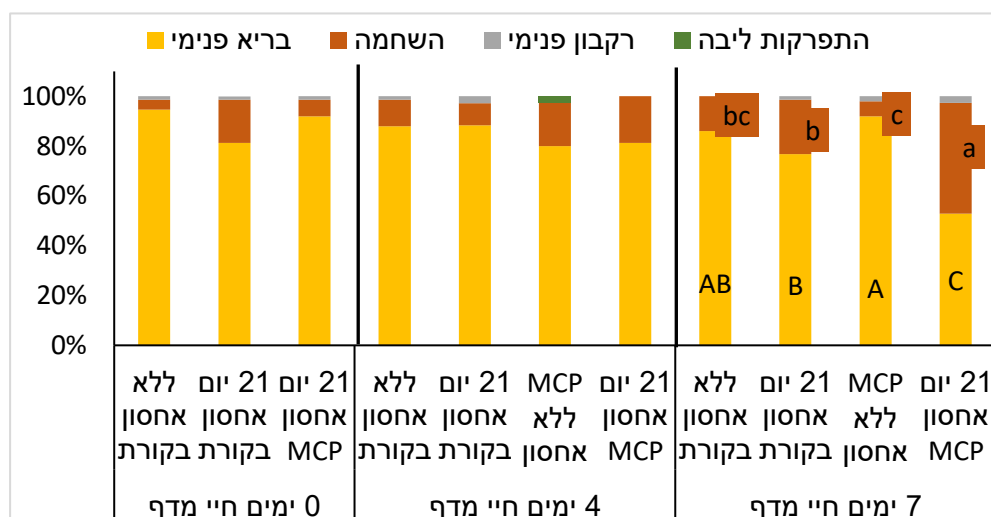
איור 7: צבע מיץ הפרי, ערוצים b^* (א), a^* (ב), ו- L^* (ג), בקטיף ובחיי-מדף של הקטיף (4, ו-7 ימים) וכן בהוצאה מהאחסון ובחיי מדף לאחר האחסון (4 ו-7 ימים). A-B – להבדל בין הטיפולים בכל מועד.



איור 8: תכולת ויטמין C (מ"ג/מ"ל) בקטיף ובחיי-מדף של הקטיף (4, 7 ימים) וכן בהוצאה מהאחסון ובחיי מדף לאחר האחסון (4 ו-7 ימים).
A-B- להבדל בין הטיפולים במועד הבדיקה.

איכות פנימית וציפה ראויה לשיווק:

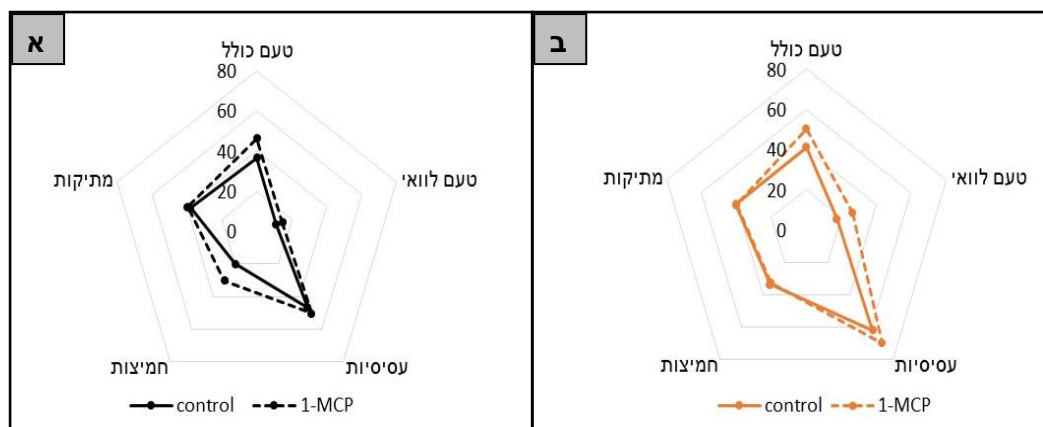
פרי בריא הוגדר כפרי בעל ציפה בריאה או כפרי עם השחמה בחומרה קלה בלבד (תמונה 2). בפירות ללא אחסון, לאחר שבעה ימים בחיי-מדף, התקבלו אחוזי השחמה פנימית נמוכים ביישום 1-MCP ביחס לפירות הבקורת, 6% ו-22% בהתאמה. יתרון הטיפול ניכר גם לאחר 21 ימים באחסון כאשר בפירות טיפול 1-MCP התקבלו 92% פירות בריאים ביחס ל-81% בפירות הבקורת (ללא מובהקות). מגמה זו לא נשמרה במהלך חיי-מדף שלאחר האחסון (איור 9).



איור 9: האיכות הפנימית של הפירות בהשפעת הטיפולים ללא אחסון ובתום 21 ימים באחסון וארבעה ושבעה ימים בחיי-מדף, ע"פ הציפה הבריאה, התפרקות הליבה, הריקבון הפנימי ואחוזי ההשחמה הפנימית. לא נמצאו הבדלים במדדי הריקבון הפנימי או ההשחמה בין הטיפולים במועדי הבדיקה.
A-C, a-c להבדל במדד ההשחמה ובמדד הפירות הבריאים, בהתאמה.

מבחני טעם:

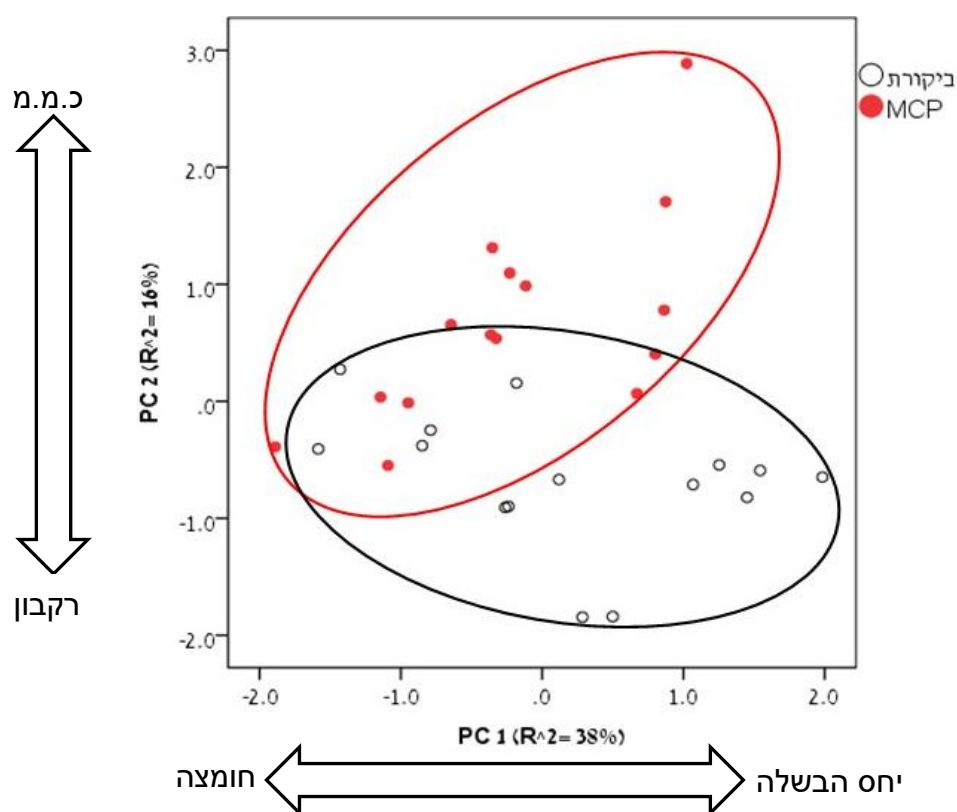
פירות השסק, מכל טיפולי הניסוי, שמרו על טעמים במהלך שבעה ימים בחיי-מדף שלאחר הקטיף (איור 10 א') וכן בחיי-מדף שלאחר 21 ימים באחסון (איור 10 ב'). ניכרה מגמה לפיה פירות ה-1-MCP קיבלו את דירוג הטעם הכולל הגבוה ביותר (בשני מועדי הבדיקה) וכן את דרוג החמיצות הגבוה ביותר (חיי-מדף לאחר הקטיף) והעסיסיות הגבוה ביותר (חיי-מדף לאחר האחסון) ביחס לפירות טיפול הבקורת. יש לציין שלאחר האחסון, בפירות טיפול ה-1-MCP, התקבלו טעמי לוואי ברמה גבוהה יותר ביחס לטיפול הבקורת.



איור 10: תוצאות מבחני הטעם של פירות השסק, עם 1-MCP ופירות בקורת, לאחר שבעה ימים בחיי-מדף של הקטיף (א) ושבעה ימים בחיי-מדף שלאחר אחסון של 21 ימים ב-0°C (ב). לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים במועדי הבדיקה.

אנליזת PCA (Principle Component Analysis)

על פי ניתוח ה-PCA (Principle Component Analysis) הכללי (מכל מועדי הבדיקות, ללא הקטיף), נראה כי יש הפרדה בין הטיפולים, כאשר ציר ה-X, שהסביר 38% מהשונות, הושפע מתכולת החומצה ויחס ההבשלה וציר ה-Y שהסביר 16% מהשונות, הושפע מתכולת הכ.מ.מ ומאחוז הרקבון. ע"פ ההפרדה שהתקבלה, ניכר כי פירות ה-1-MCP התאפיינו בתכולת כ.מ.מ גבוהה ופחות רקבונות ואילו פירות טיפול הבקורת התאפיינו ביחס הבשלה גבוה (איור 11).



איור 11: המשתנים העיקריים במהלך האחסון וחיי-מדף שלאחר האחסון שהבדילו בין פירות מטיפולי-1-MCP ובקורת על פי ניתוח PCA. כל נקודה באיור מתארת את אחת מדגימות מהניסוי.

תמונה 1: מכות / כתמים חומים, משמאל לימין: קל, בינוני, קשה.



תמונה 2: השחמה פנימית, משמאל לימין: קל, בינוני, קשה.



בקורת



1-MCP



הוצאה מאחסון 21 ימים, 25.05.2017



חיי-מדף 4 ימים, 29.05.2017



חיי-מדף 7 ימים, 01.06.2017

תמונה 3: פירות הניסוי במועד ההוצאה מהאחסון לאחר 21 ימים בקרור ולאחר ארבעה ושבעה ימים בחיי-מדף.

סיכום:

מטרת הניסוי היתה לבחון את השפעת טיפולי 1-MCP על איכות פירות שסק מזן 'אברי' באחסון ובחיי-מדף. ע"פ התוצאות ניכר כי הפירות, למרות שאינם קלימקטריים, הגיבו לטיפול 1-MCP במספר מדדים בדומה לפירות קלימקטריים וכי ההשפעות המיטיבות על איכות הפרי התקבלו הן בחיי המדף לאחר הקטיפה, ולאחר אחסון. יעילות הטיפול בלטה במראה הפרי ובמדדי ההבשלה הבאים: תכולת החומצה גבוהה יותר ויחס ההבשלה היו נמוך יותר ביחס לפירות הבקורת. הפירות איבדו פחות ממשקלם ודרוג טעמם הכולל היה גבוה יותר מדרוג פירות הבקורת (טבלה 4).

טבלה 4: מדדי הניסוי בהם הובחנה השפעת טיפול 1-MCP ביחס לטיפול הבקורת במהלך חיי-מדף של הקטיפה וחיי-מדף שלאחר האחסון. באפור מודגשים המדדים המעידים כי טיפול 1-MCP עכב את התקדמות הבשלת הפירות ותרם לאיכות הפירות, ביחס לבקורת, במועד הנבדק.

4 ימים חיי-מדף ללא אחסון	4 ימים חיי-מדף לאחר אחסון	
1-MCP: אחוזים גבוהים מהבקורת (מובהק)	1-MCP: אחוזים נמוכים מהבקורת (מובהק)	פרי לשיווק
1-MCP: צבע קליפה בהיר יותר מהבקורת (מובהק)	1-MCP: צבע קליפה כהה יותר מהבקורת (מובהק)	צבע קליפה, ערוץ *b
1-MCP: פירות פחות קשים מהבקורת (מובהק)	1-MCP: פירות קשים מהבקורת (מובהק)	קשיות
1-MCP: כ.מ.מ גבוה מהבקורת (מובהק)	1-MCP: כ.מ.מ גבוה מהבקורת (לא מובהק)	כ.מ.מ
1-MCP: חומצה גבוהה מהבקורת (לא מובהק)	1-MCP: חומצה גבוהה מהבקורת (מובהק)	חומצה
1-MCP: יחס הבשלה נמוך מהבקורת (לא מובהק)		יחס הבשלה
1-MCP: הגביר את ייצור האתילן (מובהק)		קצב ייצור אתילן
1-MCP: פחות איבוד משקל מהבקורת (לא מובהק)		איבוד משקל
1-MCP: תכולת ויטמין C גבוהה מהבקורת (לא מובהק)		ויטמין C
1-MCP: אחוזי השחמה פנימית גבוהים מהבקורת (לא מובהק)		השחמה פנימית
1-MCP: טעם כולל גבוה מהבקורת (לא מובהק)		טעם

בניגוד לממצאינו מהשנה הקודמת ולדיווחים מהספרות (Li et al., 2016), בעונה זו לא ניכר כי טיפול ה-1-MCP הפחית את השחמת הציפה ביחס לטיפול הבקורת. בנוסף, במדד צבע הקליפה וקשיות הפירות, התקבלו השפעות הפוכות של 1-MCP על פירות בחי-מדף של הקטיף לעומת פירות בחי-מדף שלאחר אחסון. למשל: בחי-מדף של הקטיף פירות טיפול ה-1-MCP היו קשים יותר מפירות הבקורת ואילו במהלך חי-מדף שלאחר האחסון בקרור, קשיות פירות הבקורת עלתה בעוד שקשיות פירות ה-1-MCP נשארה דומה לקשיות בקטיף. יתכן שההבדלים נובעים ממצב הבשלת הפירות בקטיף, שכן הפירות שהו לאחר הקטיף במשך הלילה בסככה בתנאי הסביבה ורק למחרת הועברו למעבדה. ממצאינו מעונה 2016 הצביעו על כך שהעלייה בקשיות הפירות הוגברה על ידי טיפול 1-MCP (גולדברג וחוב', 2016). לאור תוצאות ניסוי זה וכדי להמשיך ולשפר את ההשפעות המיטיבות על איכות הפרי מומלץ לבחון:

1. יישום תכשיר ה-1-MCP גם על פירות ללא אחסון כדי לשפר את איכותם במהלך השיווק עד הגיעם לבית הצרכן.
2. יישום תכשיר ה-1-MCP במועד קטיף מוקדם יותר, כאשר מדדי הבשלת הפרי פחות מתקדמים.
3. יישום תכשיר ה-1-MCP על פירות בקרור כדי להמנע מיממה בה הפרי שווה מחוץ לקרור.

מעניין לציין כי תוצאות המחקר בעונה זו וכן תוצאות מחקרי העונות הקודמות הצביעו על מספר תופעות ייחודיות של הזנים העיקריים הגדלים בארץ (זן 'עכו' וזן 'אברי') אשר לא מופיע להן הסבר בספרות:

1. לא ניכרים נזקי צינה בפרי לאחר אחסון בטמפ' של 0 מ"צ.
 2. חשיפת הפירות ל-1-MCP הגבירה את קצב ייצור האתילן ביחס לפירות הבקורת הן בחי-מדף של הקטיף והן בחי-מדף שלאחר האחסון, עפ"ר ללא השפעה על קצב הנשימה.
 3. במהלך האחסון, עבור כל אחד מהטיפולים, ישנה מגמה של עלייה בתכולת הויטמין C ועפ"ר העלייה נמשכת אף במהלך חי-מדף.
- למימצאים אלו עשויות להיות השלכות יישומיות על אחסון הפירות ולכן מומלץ להמשיך המחקר.

ספרות מצוטטת:

גולדברג ט., גמרסני ד., נריה א., גדבאן ה., צבילינג א., שיפמן ל., אגרא ה., סיטרוק א., מרגלית ס. ובן-אריה ר., 2014. **טיפול 1-MCP לשסק 'אברי' לאחר קטיף**. אתר החברה למחקר ופיתוח, קרור ואיסום פירות בע"מ <http://www.fruitlab.co.il>.

גולדברג ט., גמרסני ד., נריה א., איברהים ה., צבילינג א., שיפמן ל., סמרן י., אגרא ה., פרידמן ש., מרגלית ס., לצרוס ד. ובן-אריה ר., 2015. **טיפול 1-MCP לשסק 'עכו' לאחר קטיף**. אתר החברה למחקר ופיתוח, קרור ואיסום פירות בע"מ <http://www.fruitlab.co.il>.

גולדברג ט., גמרסני ד., נריה א., איברהים ה., צבילינג א., שיפמן ל., שפיר ר., אגרא ה. 2016. **טיפול 1-MCP לשסק (*Eriobotrya japonica*), זנים 'עכו' ו'אברי' לאחר קטיף**. דו"ח מחקר לשנת 2016 כחלק מפרויקט מדען (מחקר מס' 430-0514-16): "השפעות מעכב פעולת האתילן 1-MCP על שיפור האיכות והארכת כושר האחסון של פירות לא-קלימקטריים". אתר החברה למחקר ופיתוח, קרור ואיסום פירות בע"מ <http://www.fruitlab.co.il>.

Cai, C., Chen, K., Zhang, W., Xian L. and Ferguson, I., 2006. **Effect of 1-MCP on postharvest quality of loquat fruit**. Postharvest Biol. Technol. 40 (2): 155–162.

Huber, D.J., 2008. **Suppression of ethylene responses through application of 1-MCP: a powerful tool for elucidating ripening and senescence mechanisms in climacteric and non-climacteric fruits and vegetables**. HortScience, 43:106-111.

Kenigsbuch, D., Chalupowicz, Z., Maurer, D., Aharoni, N. 2007. **The effect of CO₂ and 1-methylcyclopropene on the regulation of postharvest senescence of mint, *Mentha longifolia* L.** Postharvest Biol. Technol. 43 (1): 165-173.

Li, L., Lichter, A., Chalupowicz, D., Gamrasni, D., Goldberg, T., Nerya, O., Ben-Arie, R. and Porat, R. 2016. **Effects of the ethylene-action inhibitor 1-methylcyclopropene on postharvest quality of non-climacteric fruit crops**. Postharvest Biol. Technol. 111. 322-329.