

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

אחסון משמש

השוואה בין אוויר מבוקר לאווירה מתואמת - ניסוי חצי מסחרי

דו"ח לשנת 2002

**צוות המעבדה: אוהד נריה, אסיה גיזיס, אלה צבילינג,
אלכס סמננקו, עדי שרעבי-נוב, רות בן-אריה**

ינואר 2003

תקציר

משמש מזון קנינו נאסף מ- 4 מטעים בעמק החולה וברמת הגולן, במצב הבשלה הנחשב כמתאים לאחסון מבחינת צבע הרקע שלו. הפרי אוחסן בטמפרטורה של $0.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ בתנאי אוויר רגיל, אוויר מבוקר ($3.4\% \text{O}_2 + 9.4\% \text{CO}_2$) ואוויר מתואמת, שנוצרה על-ידי עטיפת משטחי פרי ביריעה אחת או בשתי יריעות פוליאאתילן בעובי 0.04 מ"מ. מעקב אחר הרכב האוויר במשטחים העטופים העיד על הוצרות מצב של שיווי משקל סביב $4.5\% \text{CO}_2$ ו- $16.5\% \text{O}_2$. ההבדל בין יריעה אחת לשתי יריעות היה במהירות קבלת מצב שווי המשקל. בשני הטיפולים הרכב האוויר המצופה (כ- $10\% \text{CO}_2$) לא הושג. איכות הפרי נבדקה לאחר 4 ו- 5 שבועות אחסון, בהוצאה מקירור ולאחר 3 ימי חיי מדף בחדר. נמצאה שונות גדולה באיכות הפרי מהמטעים השונים, כאשר הפרי משני מטעים היה באיכות סבירה אחרי 5 שבועות אחסון בקירור רגיל, אך איכות הפרי משני המטעים הנותרים היתה פחות טובה כבר לאחר 4 שבועות אחסון. תגובת הפרי לשינוי אוויר האחסון גם כן היתה שונה בהתאם למקור הפרי. על פי רוב האוויר המבוקר שיפר את כושר השתמרות הפרי, אך לאוויר המתואמת היתה השפעה חלקית בלבד הן על התרככות הפרי והן על ההשחמה הפנימית. הסיבה לכך, כפי הנראה, נובעת מאי קבלת ריכוז ה- CO_2 הרצוי (10%).

לאור התוצאות של הניסוי החצי-מסחרי הזה, נראה שיש מקום להמשיך במחקר שיגדיר טוב יותר את איכות הפרי המתאימה לאחסון ממושך ואתר טכנולוגיה, שבאמצעותה ניתן להשיג את הרכב האוויר הרצוי.

תודתנו נתונה ל:

הנוטעים מכפר בלום, שדה נחמיה, דפנה ואורטל
בתי הקירור והאריזה: "קירור גליל", "פירות גולן" ות"ג
שולחן המגדלים עבור מימון המחקר

מבוא

בהמשך עבודת המחקר של קוסטו וחובי (עלון הנוטע כרך 56, אפריל 2002), נערך ניסוי חצי מסחרי בו נבחנה שיטת האוויר המתואמת במשטחי פרי בהשוואה לאחסון באוויר רגיל ובאוויר מבוקר.

לפי ממצאי לוריא וחובי באוויר מבוקר וקוסטו וחובי (כנ"ל), ניתן לשמור על איכות פרי נאותה באחסון במשך 5 שבועות ב- 0°C , כשהפרי נעטף בבטנות שונות בהן רמת ה- CO_2 נעה בין 10% ל- 20%. מוצקות הפרי ותקינות ציפתו נשמרו היטב במשך יומיים בחיי מדף לאחר אחסון בתנאים הנ"ל. על סמך הדיווחים הנ"ל וניסיון שנרכש בעטיפת משטחי דובדבן (בן-אריה וחובי, 2002), הוחלט לנסות לייצר את תנאי האוויר הרצויים על-ידי עטיפת משטחים שלמים של משמש בשקי פוליאאתילן אטומים. איכות הפרי בתנאים אלה הושוותה לאיכות הפרי בתנאי אחסון באוויר רגיל ובאוויר מבוקר.

חומרים ושיטות

הפרי

לניסוי נדגם משמש מזן רעננה מ- 3 מטעים בעמק החולה כשמכל מטע נתקבלו 2 משטחי פרי, וממטע אחד ברמת הגולן ממנו התקבל משטח פרי אחד.

ב- 28/5/02 נקטף פרי בשעות הבוקר בדפנה ובשדה נחמיה, שהגיע ל"קירור גליל" בשעות 13^{30} ו- 16^{00} בהתאמה והוכנס לקירור בבית הקירור "קירור גליל". הפרי נשאר בקירור רגיל במשך 3 יממות. ב- 29/5/02 נקטף פרי בכפר בלום בשעות אחרי הצהריים, הובל לקירור גליל בשעות הערב והוכנס לקירור למחרת בבוקר, ב- 30/5. ב- 31/5, כשטמפרטורת הפרי מכפר בלום ירדה מתחת ל- 2°C , נארז הפרי במשטחים לפי הטיפולים המתוארים להלן. כל משטח כלל פרי מ- 3 המטעים הנ"ל. הפרי היה ארוז בסלסלות של כ- 2 ק"ג, כש- 4 סלסלות מונחות בתוך תיבת שדה מפלסטיק. המשטחים כללו 6 תיבות בכל שכבה – (2 מכל מטע). ו- 6 שכבות למשטח כלומר, 36 תיבות מ- 3 המטעים הוכנו 3 משטחים בצורה זהה, עבור 3 הטיפולים המתוארים להלן.

משטח אחד של פרי מאורטל נקטף ב- 16/6/02, הגיע לקירור גליל בשעות אחה"צ ונכנס לקירור רגיל. פרי זה חולק ל- 3 קבוצות: 4 תיבות לאוויר מבוקר, 36 תיבות לאוויר מתואמת ו- 4 תיבות לאחסון באוויר רגיל. משטחים אלה אוחסנו ליד משטחי הפרי של 3 המטעים האחרים.

הטיפולים

1. אחסון באוויר רגיל - בקורת ללא עטיפה.
2. אחסון באוויר מבוקר בחדר אחסון חצי-מסחרי - פרי לא עטוף.
3. אחסון באוויר מתואמת - עטיפת המשטח ביריעת פוליאאתילן אטומה בעובי 0.04 מ"מ, בכוונה להגיע לכ- $5\% \text{CO}_2$.
4. אחסון באוויר מתואמת - עטיפת המשטח בשתי יריעות פוליאאתילן בעובי 0.04 מ"מ כל אחת, בכוונה להגיע לכ- $10\% \text{CO}_2$ (הפרי מאורטל לא קיבל טיפול זה).

תנאי האחסון

הפרי אוחסן בשני חדרים בנפח של 55m^3 . בחדר אחד היה אוויר רגיל, בו אוחסן פרי הבקורת ומשטחי הפרי העטופים. הלחות היחסית הממוצעת היתה 83.6% , והטמפרטורה הממוצעת בפרי היתה 0.5°C . בחדר השני הפרי אוחסן בתנאי אוויר מבוקר בהרכב אוויר ממוצע של 3.4% חמצן ו- $9.4\% \text{CO}_2$. הלחות היחסית היתה 88.7% והטמפרטורה הממוצעת בפרי - 0.2°C . בחדר זה אוחסן משטח פרי אחד מכל מטע בעמק ו- 4 תיבות מאורטל שהוכנסו דרך החלון בדלת לאחר שהפרי קורר ב- 17/6/02.

בדיקות הפרי

מדגמי פרי הוצאו לבדיקה כעבור 4 ו-5 שבועות אחסון (לאור מצב הפרי בהוצאה השנייה הוחלט לסיים את הניסוי ולשווק את שארית הפרי). לבדיקה נדגמו 4 סלסלות פרי מכל מטע בכל טיפול. 20 פירות נבדקו בעת ההוצאה מקירור ושאר הפרי הועבר לחיי מדף ב-20°C לבדיקה כעבור 3 ימים.

הבדיקות כללו: מדידת צבע הפרי, קשיותו, תכולת הכ.מ.מ. והחומצה והערכה ויזואלית של מראה הפרי החיצוני והפנימי. תוצאות ההערכה הויזואלית מוצגות כאחוז הפרי הראוי לשווק, (דהיינו, פרי קשה וללא פגמים) וכאחוז הפרי התקין (כלומר, פרי עם ציפה בריאה ללא התפרקות גילית וללא החמה פנימית).

תוצאות

מצב הבשלת הפרי בקטיף

לפי מדדי ההבשלה של הפרי, שנמדדו ביום הקטיף או למחרת, לא היו הבדלים גדולים בין הפרי מהמטעים השונים (טבלה 1). הפרי מאורטל בלט אמנם בגודלו, אך בשאר המדדים, מצבו היה דומה לשאר הפרי, שנקטף שבועיים מוקדם יותר. צבע הפרי בערך a^* , שהוא המקובל למדידת המעבר מצבע ירוק לצבע צהוב/כתום, הוא המדד המומלץ לקביעת מועד הקטיף לא היה שונה במובהק בפרי מ-4 המטעים.

הפרי מדפנה היה מעט פחות צהוב (ערך b^*) ויותר רך משאר הפרי, אולם ברמת החומצה הוא לא נבדל משאר הפרי וברמת הכ.מ.מ. הוא היה דומה לפרי משדה נחמיה. ראוייה לציין תכולת החומצה הגבוהה בפרי מכל המטעים. ערכים אלה ביחד עם צבע הרקע הירקרק (ערך a^* שלילי), מעידים על כך שהפרי מכל המטעים היה מעט בוסר בעת הקטיף.

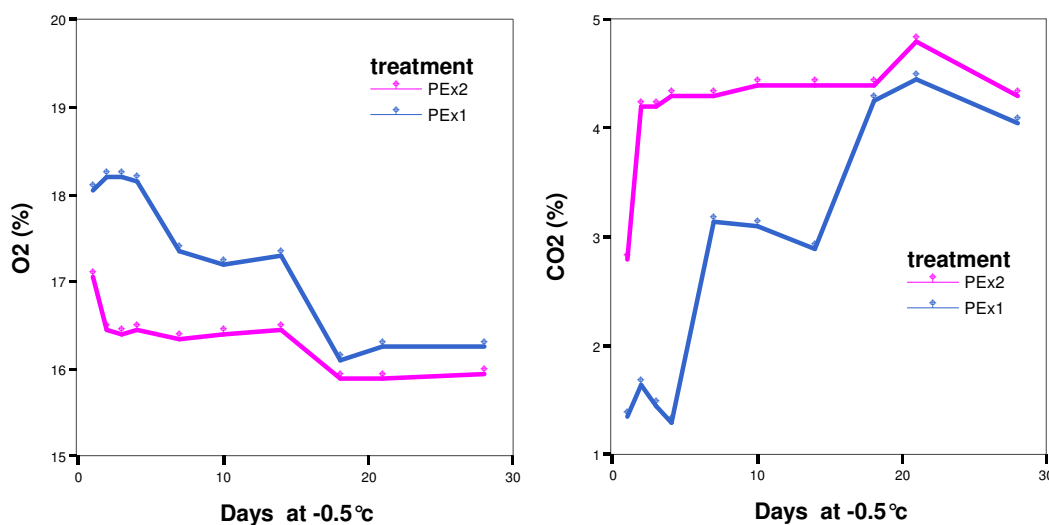
הרכב האוויר באווירה מתואמת

במשטח שנעטף ביריעה אחת הרכב האוויר התייצב סביב CO_2 4% ו-16% חמצן רק כ-18 יום לאחר עטיפתו (ציור 1). הכיסוי בשתי יריעות הביא ליצירת שיווי משקל הרבה יותר מהיר (אחרי יומיים), אך פחות או יותר באותן הרמות. לפיכך, היעד של CO_2 10% לא הושג על-ידי שימוש בשתי יריעות. במשטח של הפרי מאורטל, שנעטף לחוד ביריעה אחת שבועיים מאוחר יותר, נתקבל שיווי משקל של CO_2 2% ו-18% חמצן, מה שמעיד על עצמת נשימה נמוכה בהרבה, בהשוואה לנשימת פרי העמק.

טבלה 1 - מצב הבשלת הפרי בעת הקטיפה.

מובהקות	אורטל	דפנה	שדה נחמיה	כפר בלום	המדד
0.000	70.3a	41.7b	40.6b	35.9c	משקל הפרי (גרם)
.ל.מ.	-1.67	-1.87	-1.23	-2.43	צבע רקע ערך a*
0.022	48.8ab	47.5b	50.0a	49.6a	צבע רקע ערך b*
0.001	10.1a	9.1b	10.0a	9.8a	קשיות (ל"כ)
0.024	12.3b	13.0a	13.0a	12.3b	כ.מ.מ. (%)
.ל.מ.	1.93	2.21	2.13	2.12	חומצה (%)

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל שורה נבדלים ברמת המובהקות המצוינת בטור השמאלי.



ציור 1 – הרכב האוויר בשתי יריעות פוליאאתילן LDPE, בעובי 0.04 מ"מ ב-0.5°C.

איכות הפרי לאחר 4 שבועות אחסון

למרות העדר הבדלים בולטים במדדי ההבשלה בעת הקטיפה, כושר השתמרות הפרי מהמטעים השונים היה שונה בתכלית בקירור רגיל, והפרי מכל מטע הגיב בצורה שונה לטיפולים הנבדקים. לפיכך, התוצאות נותחו לכל מטע בנפרד (ציור 2). הפרי של כפר בלום ואורטל היה בעל כושר השתמרות סביר אפילו בקירור רגיל במשך 4 שבועות (60% ו-80% פרי ראוי לשווק, בהתאמה). אולם, בעוד הפרי מכפר בלום הגיב היטב הן לאוויר מבוקר והן לשני טיפולי האווירה המתואמת, ללא הבדלים ביניהם, הפרי מאורטל הגיב היטב רק לתנאי אוויר מבוקר. הפרי מדפנה היה בעל כושר השתמרות לקוי בקירור רגיל (רק 40% ראויים לשווק אחרי 4 שבועות), אולם גם הוא הגיב באופן חיובי,

כמו הפרי מכפר בלום, לתנאי אוויר מבוקר ותנאי אווירה מתואמת, שהוסיפה כ- 20% פרי ראוי לשווק. לעומת זאת, הפרי משדה נחמיה, בעל כושר ההשתמרות הגרוע ביותר (רק 25% ראויים לשווק בהוצאה מקירור באוויר רגיל), נפגע עוד יותר באוויר מבוקר אך השתמר טוב יותר בתנאי אווירה מתואמת.

הגורם הראשון לפסילת הפרי בעת ההוצאה מקירור היה התרככות הפרי, שלרוב הופחתה על-ידי האחסון באוויר מבוקר (למעט הפרי משדה נחמיה) והאחסון באווירה מתואמת (למעט אורטל) (ציור 3). לפיכך, מתקבלת תמונה דומה לתמונת שעורי הפרי הראויים לשווק.

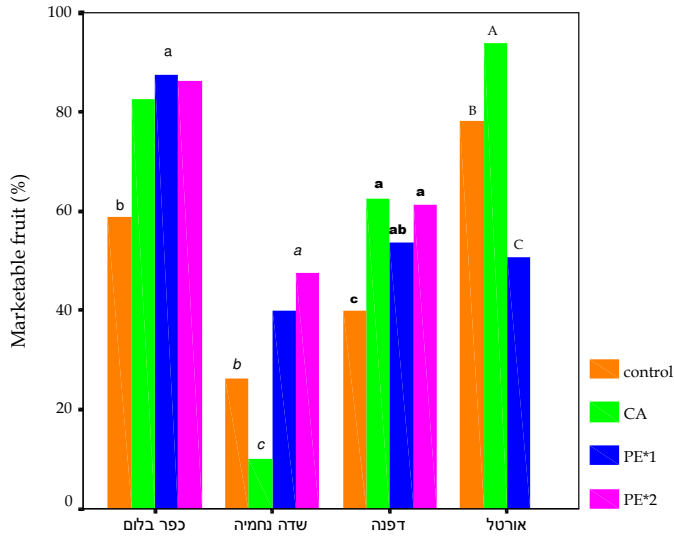
המצב הפנימי של הפרי השתקף לעיתים במצבו החיצוני (תמונה 1). האיכות הפנימית הטובה ביותר התקבלה באוויר מבוקר (ציור 3). ציפת הפרי מאורטל היתה במצב סביר באוויר רגיל ובאוויר מבוקר אבל באווירה מתואמת יותר מ- 50% מהפרי נפגע מהחמה פנימית. לעומתו, פרי הבקורת מכפר בלום נפגע קשה בהחמה פנימית וכל הטיפולים שיפרו את מצבו, אולם הטוב ביותר היה האחסון באוויר מבוקר.

אחד היתרונות של האחסון באווירה מתואמת, שתרמה לעיתים לשעורי פרי גבוהים יותר הראויים לשווק (בהשוואה לאוויר מבוקר) (ראה שדה נחמיה, טבלה 2), היה מניעת הפסד משקל בעקבות אבדן מים מהפרי, שהביא לשעור ניכר של פרי מצומק בפרי לא עטוף, בהתאם למקור הפרי.

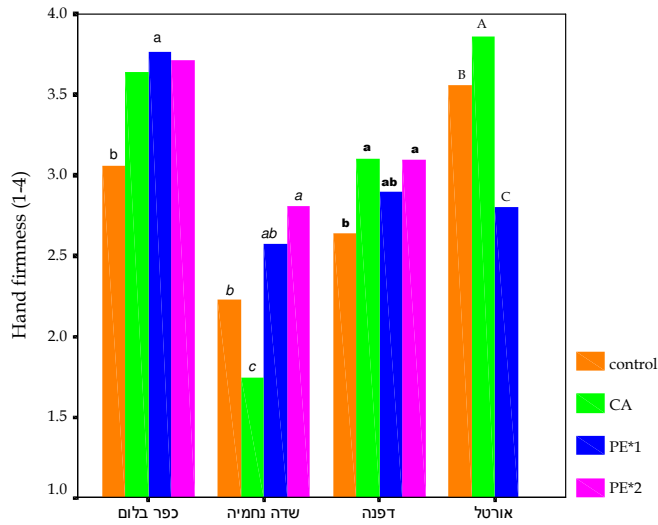
במשך 3 ימי חיי המדף אחרי 4 שבועות אחסון, ירדו מאד אחוזי הפרי הראויים לשווק (הנתונים אינם מוצגים), בעיקר בעקבות התרככות הפרי (ציור 5). האחסון באוויר מבוקר עיכב את התרככות הפרי בצורה מובהקת ולרוב היה יתרון מסוים לפרי שאוחסן באווירה מתואמת, בפרי משדה נחמיה ודפנה, שהיה ברובו גמיש לעומת פרי הבקורת שהיה רך. בפרי בכפר בלום, כל הטיפולים בשינוי האווירה האטו את התרככות הפרי בחיי מדף.



תמונה 1 - השתקפות של השחמה פנימית במראה החיצוני של פרי (משמאל), בהשוואה לפרי תקין (מימין).

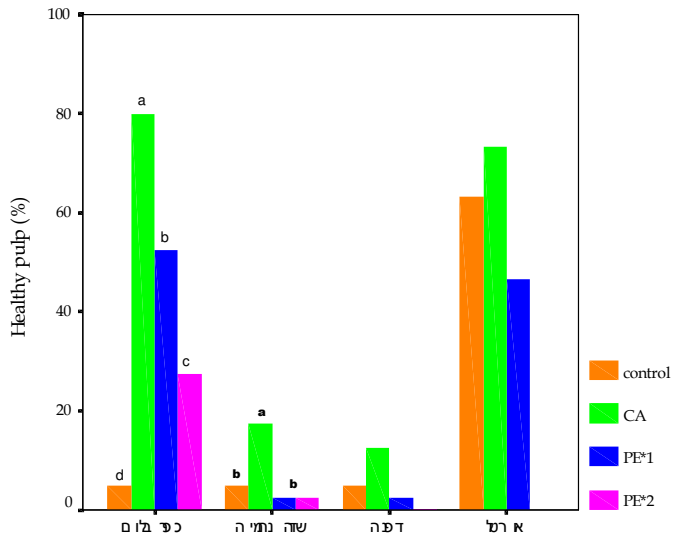


ציור 2
 שעורי הפרי הראויים
 לשווק לאחר 4 שבועות
 אחסון בקירור.
 (אור רגיל = control)



ציור 3
 מוצקות הפרי בעת ההוצאה
 מקירור לאחר 4 שבועות
 אחסון (אור רגיל = control).

מדד מוצקות
 1 = פרי רך
 4 = פרי קשה

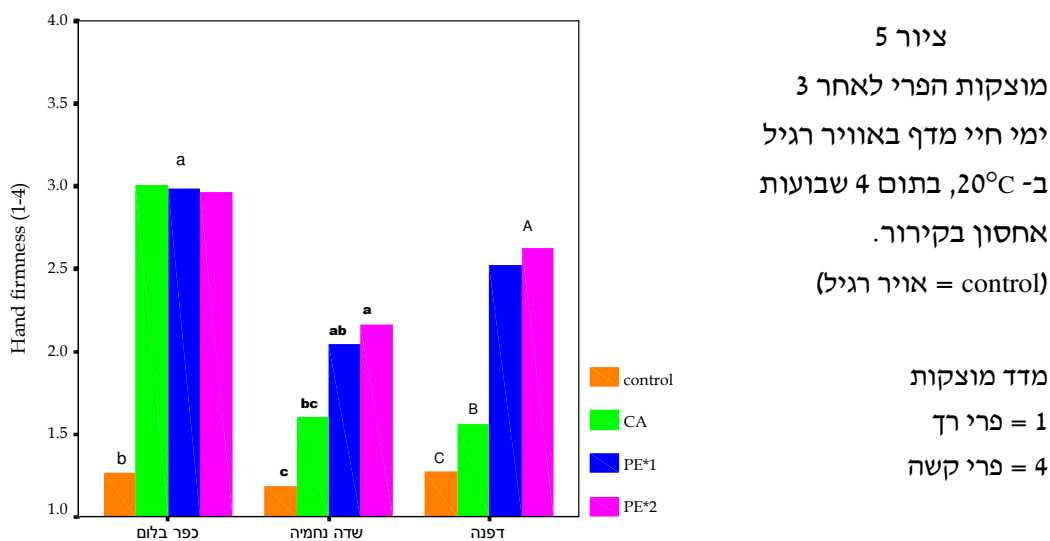


ציור 4
 שעורי הפרי עם ציפה
 בריאה לאחר 4 שבועות
 אחסון בקירור.
 (אור רגיל = control)

טבלה 2 - פרי מצומק (%) בעת ההוצאה מקירור לאחר 4 שבועות אחסון.

אורטל	דפנה	שדה נחמיה	כפר בלום	הטיפול
0 C	7.5a B	22.5a A	10.0a B	בקורת
0B	0b B	16.3b A	0b B	אוויר מבוקר
0	0b	0c	0b	אווירה מתואמת 1
-	0b	0c	0b	אווירה מתואמת 2

a-b מספרים בכל טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.002$.
 A-B מספרים בכל שורה עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.000$.



מאחר שמרבית הפרי באווירה מתואמת התמוטט בתקופת חיי המדף אחרי 4 שבועות אחסון, הושאר רק חלק מהפרי באוויר רגיל ובאוויר מבוקר לבדיקה אחרי 5 שבועות. הפרי מכפר בלום ואורטל באוויר מבוקר אמנם שמר היטב על מראהו במשך שבוע אחסון נוסף, (83% ו-56% ראויים לשוק, בהתאמה) אולם, לאחר 3 ימים ב-20°C, נשאר רק מעט פרי תקין (26% ו-32% בהתאמה). הבעיות העיקריות היו התרככות הפרי והשחמת הציפה. בחיי מדף התפתחו גם מעט רקבונות (5-6%), בעוד שבאחסון שעור הרקבון היה מתחת ל-0.5%. הרקבונות נגרמו בעיקר על-ידי הפטריה Botrytis (תמונה 2).

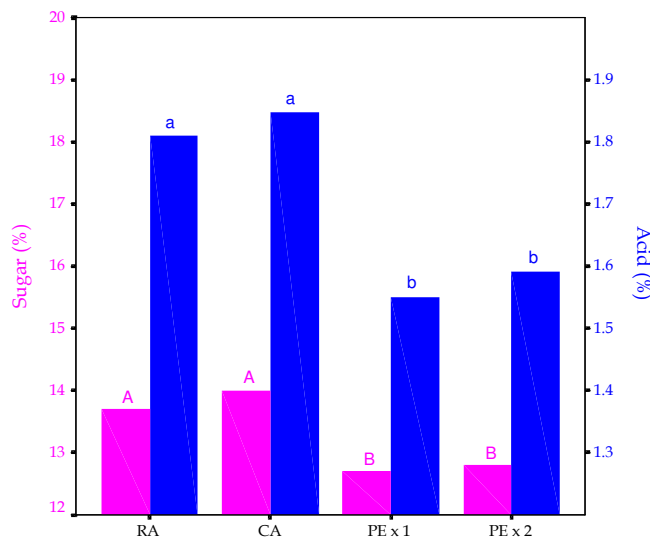


תמונה 2 – דרגות שונות (מימין לשמאל) בהתפתחות רקבון העובש האפור *Botrytis cinerea* בתקופת חיי המדף ב- 20°C לאחר 5 שבועות אחסון בקירור.

הרכב הכימי של הפרי

שעור הכ.מ.מ. בפרי הבקורת ובאוויר מבוקר לא השתנה במהלך 4 שבועות אחסון, אולם באווירה מתואמת חלה ירידה (ציור 6). יתכן, ששמירת הרמה ההתחלתית בפרי הבקורת ובפרי שאוחסן באוויר מבוקר נבעה מהפסד מים מהפרי, בעוד שהפרי באווירה מתואמת לא איבד מים, אך חלה ירידה בתכולת הכ.מ.מ.

לעומת הכ.מ.מ., שעור החומצה ירד בכל הטיפולים בהשוואה לרמה ההתחלתית, אך שעורי החומצה הנמוכים ביותר היו בפרי שאוחסן באווירה מתואמת (ציור 6). גם כאן, יתכן שההבדלים בין הטיפולים קשורים באבדן המים מהפרי. יש לציין, שההבדלים בין המטעים לא היו מובהקים, כמו בקטיף.



ציור 6
הרכב הכימי של הפרי בעת ההוצאה מקירור לאחר 4 שבועות אחסון (ממוצעים מ- 4 המטעים).

סיכום

לבדיקת היתכנות אחסון באוויר מבוקר ובאווירה מתואמת, בתנאים חצי-מסחריים, נדגם פרי מ- 4 מטעים – 3 בעמק החולה ואחד ברמת הגולן. אף על פי שלא הובחן בהבדלים גדולים במצב הבשלת הפרי בעת הקטיף, התנהגות הפרי מהמטעים השונים היתה שונה, הן בקירור רגיל והן בתנאי אווירה שונים.

האחסון באוויר מבוקר ($3.4\% \text{ O}_2 + 9.4\% \text{ CO}_2$) אפשר שמירת איכות פרי טובה במשך 4 שבועות רק ב- 2 מתוך 4 המטעים. האחסון באווירה מתואמת לא הניב לרוב תוצאות דומות, כנראה משום שהרכב האוויר היה שונה מהרכבו באוויר מבוקר.

לאחר 5 שבועות אחסון באוויר מבוקר, הפרי משני המטעים הטובים, היה עדיין ראוי לשוק, אולם התמוטטותו בחיי מדף היתה מהירה.

ממצאי הניסוי החצי-מסחרי בשנה זו אינם מאפשרים יישום של שתי שיטות האחסון שנבדקו, ללא מחקר נוסף שיגדיר:

- א. איכות פרי מתאים לאחסון ארוך.
- ב. תנאי אחסון משופרים לשמירת הפרי.