

החברה למחקר ופיתוח קירור ואיסוס פירות ק"ש בע"מ
קרית שמונה
טל. 04-6817421, 04-6940208 פקס. 04-6940113
www.fruitlab.co.il
e-mail: fruit.storage.lab@gmail.com

ניסויים באחסון ליצי

דוח ניסויים לעונת 2017

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

נובמבר 2017

תודות

אורן יהלום - מגדל הפרי ממטע כפר גלעדי.

אמיר בכר ואלעד ארבר - ביא"ר אבוקדוגל

מיקי נוי וניצן סנש - ממ"ר ליצי

עמית ירון - חברת To pack ideas -

נציג חברת Perfotrech.

לשולחן ליצי - מועצת הצמחים על מימון ניסויים.

תקציר

עיכוב השחמת פרי ליצי' טרי ומניעת התפתחות רקבונות אחסון.

בניסוי זה נבחנה השפעתם של שני גורמים במטרה לשמור על איכות הליצי': האחד, טבילה בתמיסות חומציות למניעת השחמת הקליפה ושמירת הצבע והשני אריזה בשקיות אווירה מתואמת למניעת רקבונות. כמו כן נבחן השילוב ביניהם במטרה למצוא טיפול מיטבי שעשוי לאפשר אחסון ממושך של הפרי. לאחר הקטיפה הפרי עבר קורר לכ- $7.2-9.5^{\circ}\text{C}$ במהירות באמצעות טבילה בתמיסות קרות. נבחנו כל השילובים בין התמיסות לאריזות והפרי נבדק בתום אחסון של 4 שבועות ב- 4°C וחיי מדף ב- 10°C להדמיית שיווק במדף מצונן. הממצאים העיקריים היו כלהלן:

- השפעת הטבילה- הטבילה בתמיסות עיכבה את השחמת הקודקודים מחד, אך הגבירה את היווצרות הכתמים מאידך, ובסה"כ נמצאה אותה כמות של פרי ראוי לשיווק בטיפולים השונים. בפירות שנטבלו נמצאה תכולת כ.מ.מ. נמוכה יחסית לפירות הבקורת ולעת עתה אין הסבר לכך.
- השפעת האריזה- באריזות אווירה מתואמת ירדה רמת החמצן לכ- 14-16% ופחמן דו חמצני הצטבר לכ- 6-7%. באריזות אלו נמצא פחות פרי עם ציפה ראויה לשיווק ביחס לשקית הבקורת.
- מדדי הבשלה- איכות הפרי ביום הקטיפה היתה ירודה על פי כתמים חומים בקליפה והשחמת קודקודים. כמו כן, תכולת הכ.מ.מ. הגבוהה מעידה על מצב הבשלה מתקדם ועל כן פוטנציאל האחסון של פרי זה מוגבל, אך היה זה קטיפה מאוחר לא היה פרי חלופי ואיכותי יותר לניסוי.

קשה להסיק מסקנות נחרצות מתוצאות ניסוי זה מכיוון שהתחלת הניסוי היתה עם פרי שאינו איכותי עבור אחסון ממושך, וכמו כן זוהי שנת ניסויים ראשונה. ראוי לציין, שבתום האחסון נערכה התרשמות כללית וסובייקטיבית ע"י אנשי המקצוע מענף הליצי' וכן מגדלי הפרי שצינו לטובה את הפרי שנטבל בחומצה ציטרית ונארז בשקיות LDPE 60 מיקרון. מוצע לשפר את תוצאות הניסוי בהמשך כלהלן:

- לבדוק גם אריזה בשקיות בעובי 80 מיקרון להעלאת ריכוז הפד"ח (לעומת 60 מיקרון השנה).
- לטבול בתכשיר ביסולפיט למניעת רקבונות והשחמה.
- אפשרות לאיוד SO_2 בפדים באריזת האווירה המתואמת.
- להוסיף ביקורת להידרוקולינג- פרי ללא הידרוקולינג.
- להמשיך לעבוד עם פרי ארוז בנספק ועטוף בשקית.
- לבחון אפשרות של שימוש בקוטלי פטריות בריסוסי מטע למניעת רקבונות אחסון.

עיכוב השחמת פרי ליצי טרי ומניעת התפתחות רקבונות אחסון

מבוא

הבעיות העיקריות באחסון ליצי לתקופה ממושכת הן התפתחות של רקבונות והשחמה של הקליפה. טיפול מקובל בליצי הוא אידוד בגופרית כדי לפגוע בגורמי הרקבון ולמנוע את הפגיעה באיכותו החיצונית באמצעות פגיעה באנזימים שגורמים להשחמת הקליפה, אולם טיפול זה פוגע בצבע הפרי ובמיוחד בטעמו ולפיכך נחוצים טיפולים חלופיים. בהתבסס על מספר מאמרים עדכניים (Reichel et al., 2017; Ali et al., 2016) נערך ניסוי בו נבחנה השפעתם של שני גורמים במטרה לשמור על איכות הפרי: האחד, טבילה בתמיסות חומציות למניעת השחמת הקליפה ושמירת הצבע והשני אריזה בשקיות אווירה מתואמת למניעת רקבונות. כמו כן נבחן השילוב ביניהם במטרה למצוא טיפול מיטבי שעשוי לאפשר אחסון ממושך של הפרי.

מטרת הניסוי

שמירת איכות פירות ליצי באחסון ממושך באמצעות טבילה במספר סוגי תמיסות חומציות בטמפרטורה נמוכה לעיכוב השחמת הקליפה בשילוב עם אריזה בשקיות אווירה מתואמת לעיכוב רקבונות.

חומרים ושיטות

איסוף הפרי והטיפול בו: פירות ליצי ממטע כפר גלעדי נאספו בתאריך 1.8.17 ממיכלי קטיף בהגיעם לבית האריזה 'אבוקדוגל'. בדיקות הבשלה בקטיף נערכו בחמש חזרות בנות 10 פירות כמפורט בטבלה 1. יתר הפירות חולקו לשלוש קבוצות שנטבלו למשך 5 דקות בתמיסות שהוכנו עם מים קרים מאוד (כ-4-5°C) כלהלן:

1. טבילה במים קרים (כבקורת).
 2. טבילה בתמיסת חומצה ציטרית (0.25M) ובשילוב של קלציום כלוריד (0.25M CaCl_2) (על פי Reichel וחוב' 2017).
 3. טבילה בתמיסת חומצה אסקורבית (0.25%) + L-cysteine (0.25%) (Ali וחוב' 2016).
הערה: נבחנה גם טבילה בתמיסה של חומצה אוקסלית (0.25M, pH 3.5) בשילוב של קלציום כלוריד (0.25M CaCl_2) על פי Reichel וחוב' 2017, אולם תמיסה זו הותירה שאריות אבקה לבנות על פני הפרי ולא תרמה לאיכותו והנחתנו היא שהריכוז שגוי ועל כן לא נתייחס לטיפול זה.
- טמפרטורת הפרי לפני הטבילה היתה 22°C ובתום הטבילה הגיעה ל-7.2-9.5°C. הפירות הונחו לייבוש חלקי ולנגירת עודפי תמיסה במסדרון קר (ב-0°C) ולאחר כשעה חולקו לנספקים ובהם כ-450 גרם פרי. חמישה נספקים (חזרות) נארזו בכל אחת מהשקיות כלהלן:

1. שקית LDPE מחוררת, (שומרת על לחות, אך אינה משפיעה על הרכב הגזים).
2. שקית 60 מיקרון LDPE (אטומה), נבחנה בעבודות קודמות של המעבדה (נריה וחוב', 2012).
3. שקית מתכלה של חברת Perfotec עם דירוג של 1500.

אחסון: כל הפרי הועבר לאחסון ב-4°C ולאחר שלושה שבועות הוחלט להאריך את האחסון בשבוע נוסף (28 ימים באחסון, בהתייעצות עם ממ"ר ליצי- מיקי נוי וניצן שנש). במהלך האחסון נבדקו בכל אחת מהאריזות ריכוז החמצן והפחמן דו חמצני. בהוצאה מאחסון נפתחו שתי אריזות מחמש החזרות מכל שילוב של הטבילה ונבדקה איכות הפירות כמפורט בטבלה 1. שלוש האריזות הנותרות הועברו סגורות לחיי מדף מצונן ב-10°C למשך ארבעה ימים ונבדקה איכותם של הפירות, אולם איכותו של הפרי היתה ירודה ועל כן לא יוצגו תוצאות חיי מדף.

ניתוח סטטיסטי: השפעת הטיפולים נבדקה באמצעות מבחני שונותיות (one-way ANOVA) ופוסט-הוק (Duncan).

טבלה 1: סיכום הבדיקות שנערכו לפני במועדי הבדיקה השונים:

הבדיקה	קטיף	הוצאה מאחסון	חיי מדף
¹ צבע קליפה (מדד 1-5)	+		
² איכות חיצונית: רקבונות, כתמי קליפה, השחמת קדקדים.	+	+	+
³ איכות פנימית	+	+	+
⁴ חומצה	+	+	+
⁵ כ.מ.מ	+	+	+
⁶ נשימה (חמצן ופחמן דו חמצני)	+	(במהלך האחסון)	+

* פירוט הבדיקות בנספח

תוצאות ומסקנות

מדדי הבשלה בקטיף: צבע קליפת הפרי דורג 4.6 (מתוך 5) ומכאן שצבע הקליפה כמעט והתפתח במלואו. אחוז הסוכר במיץ הפרי עמד על 17.8% ותכולת החומצה כ-0.25%. ועל פי ממצאים אלו נראה שהפרי נקטף במצב הבשלה מתקדם. תמיכה לכך נמצאה באיכותו החיצונית של הפרי כשכבר בקטיף נמצאו כתמים חומים על פני פירות רבים ($62\% \pm 3.7\%$) אולם אלו היו בעיקרם קטנים (1.3 בממוצע בסקלה של 0-3) וכן היתה השחמה של קדקודים בכ-38% מהפירות ($\pm 4.6\%$). כלומר, איכות הקליפה של הפרי בקטיף לא היתה מיטבית לניסוי זה (תמונה 1).

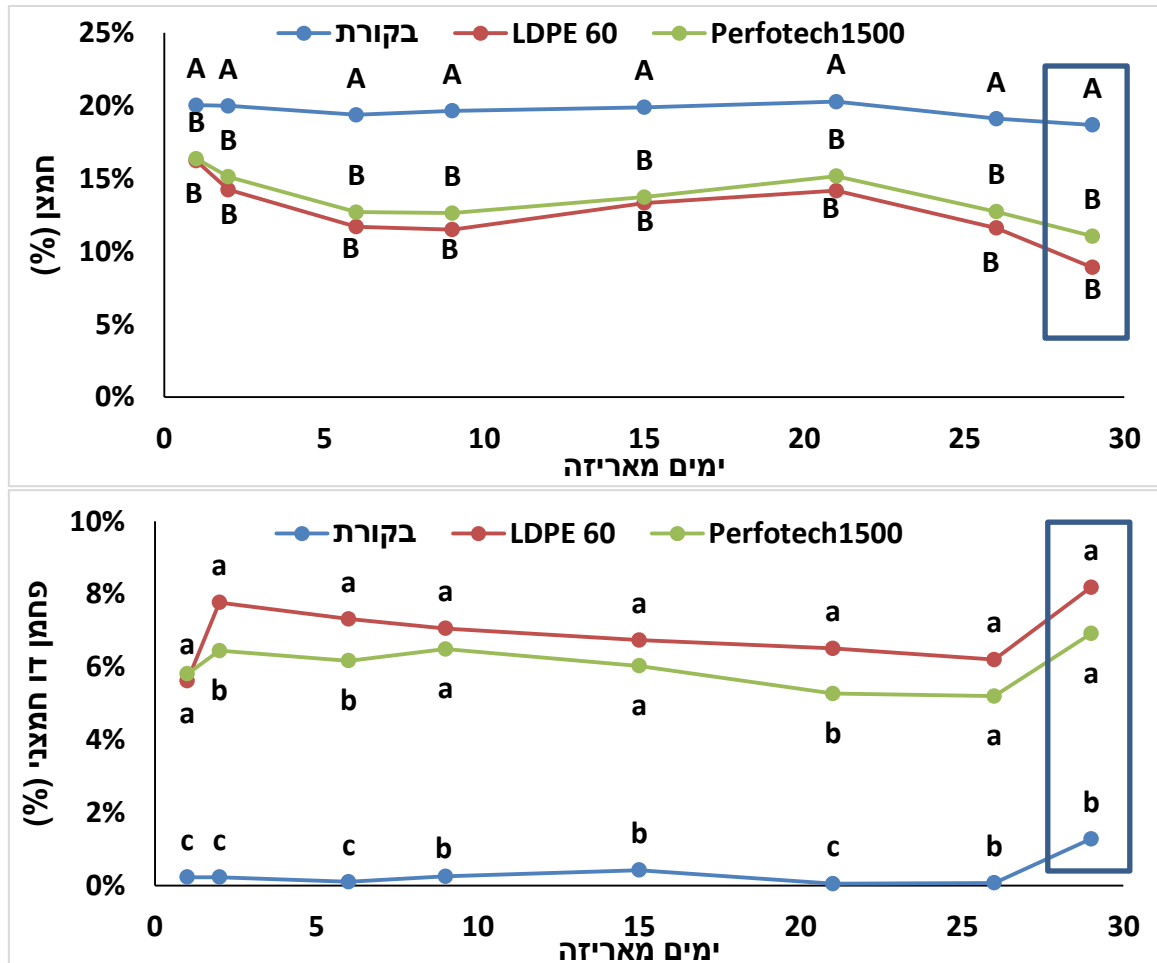


תמונה 1: מראה פירות

הליצי ביום הקטיף.

הרכב הגזים באריזות- הרכב הגזים בשקיות הושפע מסוג האריזה בלבד (לא הושפעו מטיפולי הטבילה) ולכן אוחדו נתוני הטבילה עבור אותה האריזה. הרכב הגזים בשקיות התייצב כיומיים מאטימת הפרי וכמעט שלא השתנה במהלך האחסון (איור 1א,ב). בשקיות LDPE 60 מיקרון אטומות ובשקיות Perfotech1500 ירדו ריכוזי החמצן במידה הרבה ביותר לכ-15-11% (איור 1א). במקביל, הצטברו ריכוזי הפחמן דו חמצני הגבוהים ביותר בשקיות LDPE 60 מיקרון האטומות לכ-8-7% ומעט פחות מכך בשקיות

Perfotech1500 לכ- 5-6% (איור 1ב). כפי הנראה הודות לפרפורציה בשקיות Perfotech1500 נוצרו תנאים פחות מחמירים. בשקיות הבקורת (LDPE 40 מיקרון מחוררות) לא נוצרו תנאי אווירה מתואמת אלא נשמר הרכב אווירה אטמוספרי, כצפוי. יום לאחר העברת הפרי לחיי מדף ב-10°C, ביום ה-29 מאריזת הפרי, נערכה מדידה אחרונה לפרי העטוף וניתן להבחין בעליה בריכוזי הפחמן דו חמצני והירידה בחמצן כצפוי בהעלאת הטמפרטורה.

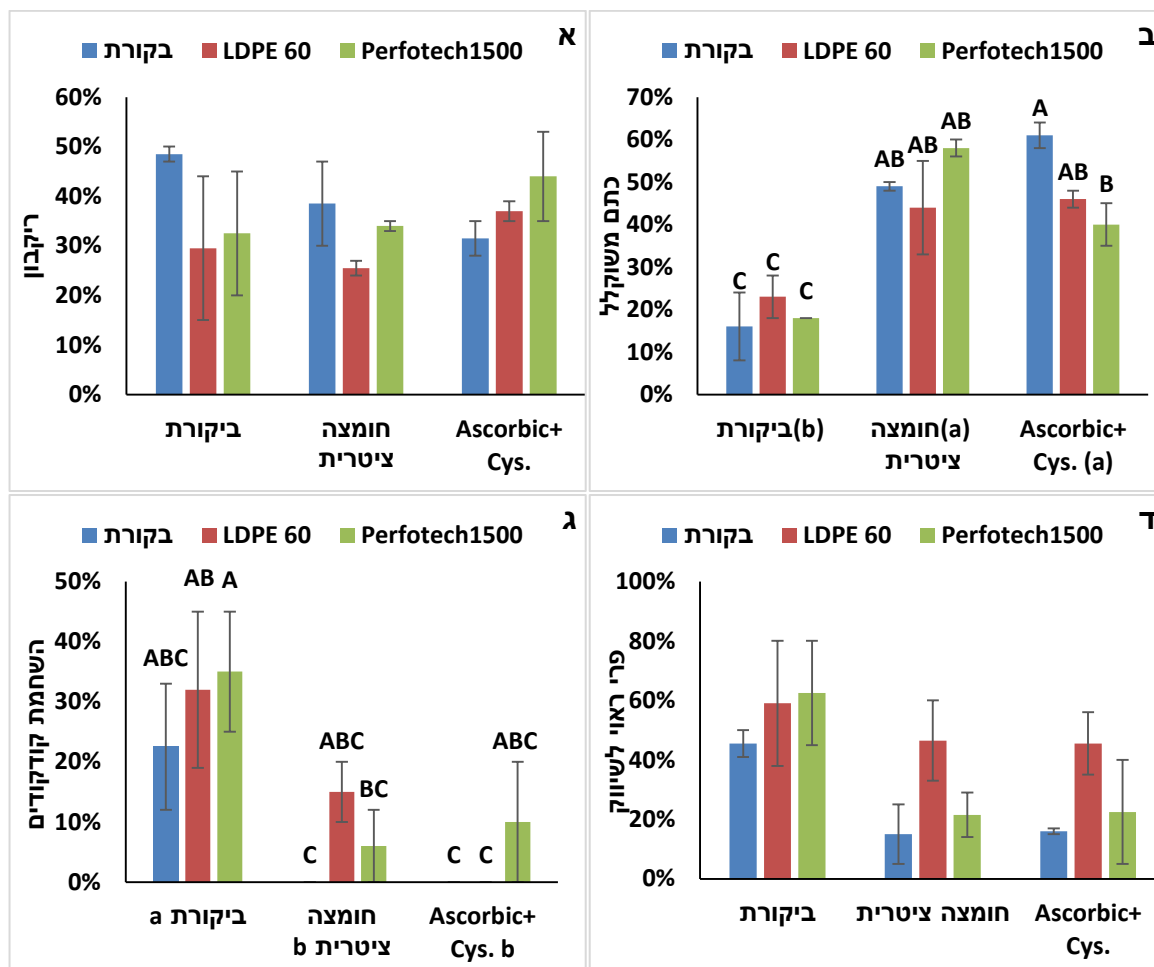


איור 1: השפעת סוג האריזה על הרכב הגזים באריזות השונות במהלך אחסון הפרי ב-4°C, וכן נבדק בחיי מדף ב-10°C (מוקף בריבוע ביום 29 מאריזה). n=15 עבור כל טיפול. a-c, A-B - להבדל מובהק בחמצן או פחמן דו חמצני בין אריזות במועד הבדיקה (p<0.05).

השפעת הטבילה, האריזה והשילוב ביניהן על תכונות הפרי בתום האחסון :

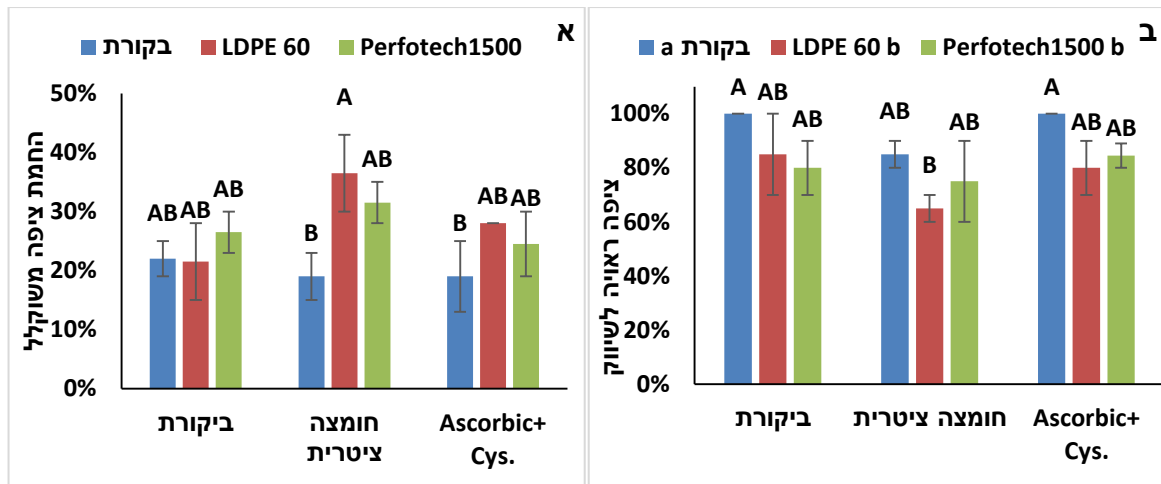
רקבנות- לא נמצאו הבדלים בהשפעת הטבילות או האריזות על עיכוב הרקבנות וכן לא נמצאו השפעות גומלין ביניהן (איור 2א).

כתמים (%) (משוקלל), השחמת קדקודים ופרי ראוי לשיווק- טבילה בחומצה ציטרית או בחומצה אסקורבית+ l-cysteine החמירו את הכתמים יחסית לבקורת (איור 2ב), אך בטיפולים אלו עוכבה השחמת הקדקודים יחסית לבקורת (איור 2ג). סוג האריזה לא השפיע על הרגישות לפגמים אלו ואחוזי הפרי הראוי לשיווק לא נבדלו בהשפעת הטיפולים (איור 2ד).



איור 2: השפעת טבילה בתמיסות שונות בשילוב אריזה מתואמת על איכותם החיצונית של פירות ליצי שאוחסנו ב-4°C: א. אחוזי הרקבון, ב. כתמי קליפה (% משוקלל), ג. השחמת קדקודים (%), ד. אחוז פרי ראוי לשיווק. ממוצע $\pm$ ש.ת., n=5 עבור כל עמודה. A-B - להבדל מובהק בין אריזות באותה טבילה ($p < 0.05$). a-b - להבדל מובהק בין טבילות ($p < 0.05$).

איכות פנימית- החמת ציפת הפרי לא נבדלה בין טיפולי האריזה או הטבילות (איור 3א), אולם בשקיות האווירה המתואמת נמצאו פחות פירות עם ציפה ראויה לשיווק (איור 3ב).

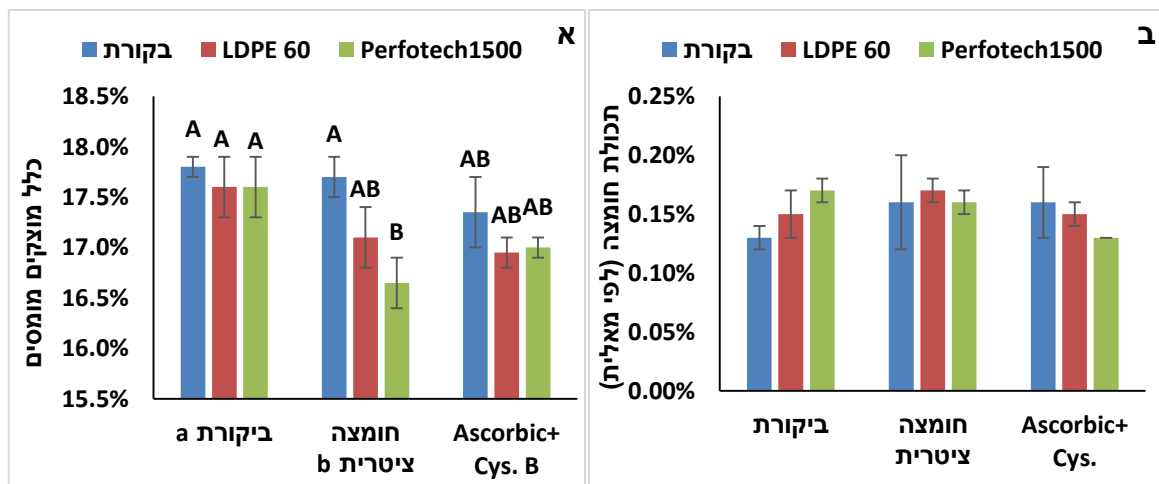


איור 3: השפעת טבילה בתמיסות שונות בשילוב אריזה מתואמת על איכותם הפנימית של פירות ליצי שאוחסנו ב-4°C: א. החמת ציפה (% משוקלל), ב. אחוז הפרי עם ציפה ראויה לשיווק. ממוצע $\pm$ ש.ת., n=5 עבור כל עמודה.

A-B - להבדל מובהק בין אריזות באותה טבילה ($p < 0.05$).

a-b - להבדל מובהק בין אריזות ($p < 0.05$).

תכונות מיץ הליצי- תכולת הכ.מ.מ. היתה גבוהה במובהק במיץ שנשחט מפרי הבקורת יחסית לאלו שנארזו בשקיות אווירה מתואמת (איור 4א), ואילו תכולת החומצה במיץ לא הושפעה מהטבילות בחומצה ציטרית או L-Cysteine (איור 4ב).



איור 4: השפעת טבילה בתמיסות שונות בשילוב אריזה מתואמת על א. תכולת הכ.מ.מ., ב. תכולת החומצה במיץ מפירות ליצי שאוחסנו ב-4°C. ממוצע $\pm$ ש.ת., n=5 עבור כל עמודה.

A-B - להבדל מובהק בין אריזות באותה טבילה ($p < 0.05$).

a-b - להבדל מובהק בין טבילות ($p < 0.05$).

דיון וסיכום

בניסוי זה נבדקה האפשרות לשמור על איכותם של פירות ליצי טריים באחסון ולמנוע את הפגמים העיקריים, השחמת קליפה ורקבונות. הפעולות שנקטו היו כלהלן:

1. קירור מהיר של הפרי באמצעות טבילה בתמיסות קרות ($4-5^{\circ}\text{C}$).
 2. מניעת השחמת הקליפה באמצעות טבילה בתמיסות שונות כמתואר במספר מאמרים בהם דווח ששיטה זו הינה יעילה: חומצה ציטרית+קלציום כלוריד (Reichel et al., 2017), חומצה אסקורבית+L-Cysteine (Ali et al., 2016).
 3. מניעת רקבונות באמצעות אריזה בשקיות אווירה מתואמת: האחת LDPE 60 מיקרון אטומה שנבחנה בעבר במעבדה ונמצא שהיטיבה עם הפרי (נריה וחובי, 2012) או שקית מתכלה מתוצרת חברת Perfotech בפרפורציה 1500.
- נבחנו כל השילובים בין התמיסות לאריזות והפרי נבדק בתום אחסון של 4 שבועות ב- 4°C כשחיי מדף היו 4 ימים ב- 10°C להדמיית שיווק במדף מצונן.
- הממצאים העיקריים היו כלהלן:

- השפעת הטבילה- הטבילה בתמיסות עיכבה את השחמת הקודקודים מחד, אך הגבירה את היווצרות הכתמים מאידך, ובסה"כ נמצאה אותה כמות של פרי ראוי לשיווק. בפירות שנטבלו נמצאה תכולת כ.מ.מ. נמוכה יחסית לפירות הבקורת ולעת עתה אין הסבר לכך.
 - השפעת האריזה- באריזות אווירה מתואמת ירדה רמת החמצן לכ- 14-16% ופחמן דו חמצני הצטבר לכ- 6-7%. באריזות אלו נמצא פחות פרי עם ציפה ראויה לשיווק ביחס לשקית הבקורת.
 - איכות הפרי ביום הקטיפה היתה ירודה על פי כתמים חומים בקליפה והשחמת קודקודים. כמו כן, תכולת הכ.מ.מ. הגבוהה מעידה על מצב הבשלה מתקדם ועל כן פוטנציאל האחסון של פרי זה מוגבל, אך היה זה קטיפה מאוחר לא היה פרי חלופי ואיכותי יותר לניסוי.
- קשה להסיק מסקנות נחרצות מתוצאות ניסוי זה מכיוון שהתחלת הניסוי היתה עם פרי שאינו איכותי עבור אחסון ממושך.

ראוי לציין, שבתום האחסון נערכה התרשמות כללית וסובייקטיבית ע"י אנשי המקצוע מענף הליצי וכן מגדלי הפרי שצינו לטובה את הפרי שנטבל בחומצה ציטרית ונארז בשקיות LDPE 60 מיקרון.

להלן מספר הצעות והנחיות כלליות לשיפור הניסוי בהמשך:

- לבדוק גם אריזה בשקיות בעובי 80 מיקרון להעלאת ריכוז הפד"ח (לעומת 60 מיקרון השנה).
- לטבול בתכשיר ביסולפיט למניעת רקבונות והשחמה.
- אפשרות לאידוי SO_2 בפדים באריזת האווירה המתואמת.
- להוסיף ביקורת להידרוקולינג- פרי ללא הידרוקולינג.
- להמשיך לעבוד עם פרי ארוז בנספק ועטוף בשקית.
- אפשרות לשימוש בקוטלי פטריות בריסוסי מטע: על חנטים צעירים (למניעת שאריות בפרי), או שני ריסוסים חודש ושבעיים לפני קטיפה. ראוי לבדוק זאת עם חברת לידור שבניסוי מקדים נמצא עיכוב של רקבונות מבוטריטיס באמצעות ריסוס במטע בתכשיר לונה אקספיריינס.

ספרות

- Reichel, M., Wellhöfer, J., Triani, R., Sruamsiri, P., Carle, R. and Neidhart, S., 2017. Postharvest control of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp browning by cold storage at high relative humidity after enzyme-inhibiting treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 125, pp.77-90.
- Ali, S., Khan, A.S. and Malik, A.U., 2016. Postharvest L-cysteine application delayed pericarp browning, suppressed lipid peroxidation and maintained antioxidative activities of litchi fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 121, pp.135-142.
- נריה א., צבילינג א., גזיס א., גדבאן ה., גמרסני ד. ובן-אריה, ר. 2012. פיתוח מוצר חדש: פרי ליצי טרי. עלון הנוטע 66: 14-18.

נספח שיטות:

- צבע קליפה- האדמת קליפת הפרי הוערכה ויזואלית בטווח 1-5 (1- ירוק....5-אדום לחלוטין).
- איכות חיצונית- פירות מוינו לאיכות לשיווק לאחר האחסון ולאחר 4 ימי חיי מדף ב- 10°C. איכות הפרי לשיווק הוגדרה ויזואלית לפי פרי הנקי מפגמים חיצוניים בהם רקבון, וכלל כתמים חומים בחומרה קלה. רק פירות ללא פגמים הועברו לחיי מדף ב- 10°C. כתמי קליפה הוערכו לאחר בהוצאה מאחסון ובתום חיי מדף על פי גודל הכתם בקליפה שדורג מ-0 עד 4: 0, ללא כתמים כלל; 1= כתם קטן, <25%; 2 = כתם בינוני, 25-50%; 4= כתם גדול >50% וחושב כאחוז משוקלל לכל פגם בנפרד. שיקלול מדדים נערך על פי הנוסחה הבאה:

$$Damage (weighted \%) = [\% light * 1 + \% medium * 2 + \% severe * 4] / 4$$

- איכות לשיווק של הפרי- פגמים בחומרה קלה נכללו עם פרי בריא.
- איכות ציפה- הפרי קולף ומידת ההשחמה הוערכה על פי השחמת התפר בציפה והציפה כלהלן: 0- ללא כל השחמה, 1- השחמה קלה בתפר, 2- השחמה בינונית- לכל אורך התפר, 4- השחמה קשה של התפר וכן בציפה. שיקלול על פי הנוסחה:

$$Damage (weighted \%) = \frac{[\% light * 1 + \% medium * 2 + \% severe * 4]}{4}$$

איכות לשיווק של הציפה- פגמים בחומרה קלה נכללו עם פרי בריא.

- כלל מוצקים מומסים (% כ.מ.מ.)- מיץ הוכן מסחיטת 10 פירות והכ.מ.מ. נבדק ברפרקטומטר דיגיטלי (Model PR-1, Atago, Japan).
- תכולת חומצה מטוטרת (% חומצה מאלית)- 1 mL מיץ פרי דולל ב- 20 mL מים מזוקקים וטוטרו אוטומטית (model 719s, Schott, Switzerland) עם NaOH (0.156M) עד ל- pH 8.2 ותכולת החומצה המאלית חושבה.
- נשימה- באמצעות מכשיר Oxybaby (מתוצרת Witt, גרמניה) נדגמו כ-6 מ"ל מהאוויר שבסביבות הפרי בשקיות אווירה מתואמת או שקית LDPE להערכת הרכב האוויר, אחוזי החמצן והפחמן דו חמצני.