

403-0295-98

קוד מחקר:

נושא: אחסון ממושך של פירות אפרסמון יישום ופיתוח

חוקר ראשי: פרופ' רות בן-אריה מוסד: מינהל המחקר החקלאי

חוקרים שותפים:

4

תקופת מחקר:

1997-1998

מאמרים:

תקציר

הבעיה שעמדה לפנינו במחקר היתה אי-התאמה בין תוצאות המחקר שהתקבלו באחסון אפרסמון באוויר מבוקר לבין התוצאות ביישום המסחרי של השיטה המומלצת. מטרת המחקר היו למצוא את הסיבות ליישום הלקוי של האחסון באוויר מבוקר ולבדוק אמצעים לשיפור תוצאות האחסון המסחרי. נערך מעקב מבוקר אחר תהליך האחסון המסחרי באוויר מבוקר בהשוואה לקירור רגיל בשני בתי קירור (קירור גליל ויבולים דרום). ניסיונות מעבדה נערכו לשפר את יעילות הטיפול בהדברת מחלת הכתם השחור ובהארכת חיי המדף של הפרי אחרי אחסון ממושך באוויר מבוקר.

ההסבר לאי-התאמה בין המחקר לבין היישום היה באי הקפדה יתרה על כל פרט ביישום ההמלצות. עם זאת, נותרו הבעיות הבאות: א. עיכוב בלתי מספיק של מחלת הכתם השחור בשנים של נגיעות קשה. ב. חיי מדף קצרים אחרי אחסון ממושך, בגלל התרככות מהירה של הפרי. ניתן לשפר את הדברת מחלת הכתם השחור על-ידי הברשת הפרי תוך התזת תמיסה חמה של היפוכלורייט הסידן לפני האחסון. התקבלו תוצאות טובות במעבדה, אך ביישום המסחרי הפרי נפגע מהשחרה היקפית לאחר הטיפול ובמהלך העברתו במערך בית האריזה.

לא נמצאה שיטה לשיפור חיי המדף של הפרי, אולם פותח מודל לחיזוי משך האחסון המירבי שיבטיח חיי מדף של 5 ימים ב-20°C, אחרי הבחלת הפרי. השיטה מבוססת על מדידה אקוסטית של מוצקות הפרי בזמן הקטיפ ובמהלך חודש האחסון הראשון.

פותחה שיטה להבטחת הפגת עפיצות הפרי במהלך האחסון באוויר מבוקר על-ידי טיפול קצר ב- CO_2 לפני האחסון או בסופו, בהתאם לנוחיות מפעיל בית הקירור. השיטה חוסכת את טיפול הפגת העפיצות לאחר פתיחת חדר הקירור ועל כן מוסיפה 1-2 ימים לתקופת חיי המדף האפשריים.

מסקנות: א. ניתן לאחסן אפרסמון בתנאים מסחריים במשך 3 חודשים בקירור רגיל או 4 חודשים באוויר מבוקר, בתנאי שמקפידים הקפדה יתרה על כל פרט בהמלצות. ב. ניתן לחזות את משך האחסון המרבי בקירור רגיל בעזרת מכשיר פירמלון לבדיקת מוצקות הפרי. ג. עדיין אין שיטה יישומית להדברה יעילה של מחלת הכתם השחור.

אחסון ממושך של פירות אפרסמון - יישום ופיתוח

נושא מס' 96-0295-403 - דו"ח מסכם

רות בן-אריה, דב פרוסקי, יוחנן זוטחי, טטיאנה קפלינוב, אילנה קובילר וסוזן לוריא
מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן, 50250

עמוס לוין, אוהד נריה, נעה סנדלר, אסיה גיזיס, אלה צבילינג, עדי שרעבי-נוב
החברה למו"פ קירור ואסוס פירות בע"מ, קרית שמונה, 10200

Ben-Arie, R., Prusky, D., Zutkhi, J., Kapulonov, T., Kobiler, I, and Lurie, S.
ARO, Volcani Center, P.O. Box 6 Bet-Dagan, 50250

Levin, A., Nerya, O., Sandler, N., Gizis, A., Zviling, A., Sharabi-Nov, A.
Cold Storage Research Laboratoy, Israel Fruit Growers Association,
Kiryat Shmona 10200, Israel
E-Mail: fruitlab@netvision.net.il

ממחקרים שנערכו במשך שנים מספר עולה, שאחסון באוויר מבוקר בתנאים מוגדרים עשוי להאריך את משך האחסון המירבי של פירות אפרסמון מזן טריומף (זיו ורזניצקי, 1983; זיו ורזניצקי, 1991; זוטחי ובן-אריה, 1993; Ben-Arie and Guelfat-Reich, 1975; Guelfat-Reich and Ben-Arie, 1976). הארכת חיי הפרי הושגה הודות להאטת קצב התרככות הפרי באחסון ועיכוב בהתפתחות מחלת הכתם השחור, הנגרמת על-ידי הפטריה *Alternaria alternata* (Prusky et al., 1981; Prusky et al., 1997). אולם, במעבר מתנאי מעבדה ליישום מסחרי, נוכחנו שהתוצאות המסחריות אינן מקבילות לתוצאות המעבדתיות (Guelfat-Reich et al., 1975), בעיקר באשר להתנהגות הפרי בחיי מדף לאחר אחסון בתנאי אוויר מבוקר, כאשר קצב התרככות הפרי מהיר ביותר. כמו-כן מידת הפגת העפיצות שנתקבלה בתנאי הניסויים, לעיתים קרובות לא הושגה בחדרי האחסון הגדולים ושעורי הנגיעות במחלת הכתם השחור עדיין היו גבוהים מדי, כאשר משך האחסון התארך (קפלקות ידע אישי). לפיכך, מטרות המחקר היו:

- א. להתחכות אחר הסיבות להבדלים בתוצאות המושגות במעבדה ובמסחר.
- ב. לפתח אמצעים נוספים לפתרון בעיית התרככות הפרי ורקבונו בתנאים של אחסון ממושך באוויר מבוקר.

בהצעת המחקר המקורית שהושגה הוצעה תכנית ל- 3 שנים להשגת המטרות הללו.

התכנית כללה 3 גישות:

1. בירור הסיבות לחוסר ההצלחה באחסון באוויר מבוקר (CA).
 2. עיבוד השיטות המעשיות ליישום מסחרי של הישגי המחקר שכבר הצטברו.
 3. פיתוח שיטות להארכת חיי המדף לאחר האחסון באוויר מבוקר.
- התכנית אושרה על-ידי המדען לתקופה של שנתיים בלבד. לפיכך, העבודה התרכזה בעיקר בשתי המטרות הראשונות, ורק במעט במטרה האחרונה.

1. בירור הסיבות לחוסר ההצלחה באחסון באוויר מבוקר (CA)

נערך ניסוי בקנה מידה מסחרי, בו הושוותה איכות פרי ממספר מגדלים ב- 3 אזורים גידול עיקריים: שומרון, שרון ודרום. נבחרו מטעים שטופלו בגייברלין סתוי ושלא טופלו בקולטאר לפחות בשנתיים שקדמו לניסוי. הקטיפ בוצע לפחות 10 ימים לאחר הריסוס ב- 40-50 ח"מ גייברלין. הפרי הובל לאחסון בקרית שמונה והוכנס לקירור ביום הקטיפ. לאחר קירורו המהיר הוא אוחסן ב- CA בהרכב האוויר המומלץ ($2\% \text{CO}_2 - 1.5\% \text{O}_2$) ב- -0.5°C . החדר נסגר 3-4 ימים לאחר קטיפ הפרי במטעים השונים. מדגמי פרי של חלק מהמגדלים הוצאו לבדיקה במשך הקירור במעבדת הקירור.

לפי בדיקות אלו התחילו להופיע הבדלים בולטים בקצב התרככות הפרי מאזורים השונים, בתקופת חיי המדף לאחר 60 יום באחסון. לאחר 70 יום באחסון ניכרה התרככות של פרי מאזור השומרון כבר בתום הבחלת הפרי. לפי כך החדר נפתח בפעם הראשונה לאחר 106 יום והופסק האחסון של פרי ממגדלים באזור השומרון, בשל התרככות פרי רבה שהתגלתה. יש לציין שתופעת התרככות הפיטס (פיטס אדום) היתה נפוצה ביותר בפרי מאזור זה. עם זאת, קצב התרככות הפרי מכל אזורי הגידול גבר מאד בחיי מדף לאחר 100 ימי אחסון. החדר נפתח שנית

לאחר 134 ימי אחסון והפרי הועבר לבתי האריזה האזוריים למיון וייצוא. איכות הפרי לא היתה טובה ביותר, עיקר הפגיעה נבעה מנגיעות במחלת הכתם השחור. מוצקות הפרי היתה סבירה. לא היו הבדלים בולטים בפרי משני אזורי הגידול. פרי ממספר מגדלים אוחסן במקביל בקירור רגיל ובאוויר מבוקר. לפי בדיקות מוצקות שנערכו בפרי בעת הוצאתו מקירור ממושך (בוצע במעבדת הקירור בתום הקירור המסחר) ולאחר 3 ימים בחיי מדף, הפרי מקירור רגיל היה על פי רוב מוצק יותר מהפרי שאוחסן באוויר מבוקר. אין להוציא מסקנה חד משמעית מתוצאות אלו, משום שבנוסף להבדלים בשיטת הקירור, יתכן מאוד שסיבת נפילת איכות הפרי שאוחסן באוויר מבוקר נעוצה בהובלה הממושכת ממרבית אזורי הגידול לבית הקירור בקרית שמונה.

נעשה ניסיון לבחון את סיבת התמוטטות הפרי המהירה של פרי מאזור השומרון, לפי הרכב המינרלים בפרי. רוניצקי וזיו (1991) פיתחו נוסחה לחישוב אחוז הפחת הצפוי באפרסמון על פי היחס בין אשלגן לסידן בתכולת הקליפה. בנתונים מניסוי זה, המתאם בין הצפוי למצוי היה נמוך ($R^2 = 0.188$) והיחס K/Ca אינו יכול להסביר את התמוטטות הפרי ממטעי השומרון. ברם, חזוי כושר השתמרות לפי היחס K/Ca מתבסס על הקשר בין יסודות אלו לבין התרככות הפרי ובמודל שנבנה לא נלקחה בחשבון רגישות הפרי להתפתחות מחלת הכתם השחור. מאחר שגורם הפחת העיקרי במרבית המטעים היה מחלת הכתם השחור, אין זה מפתיע שהמתאם בין המצוי לחזוי היה כה נמוך.

הניסוי הנ"ל לא נתן מענה חד משמעי לסיבות לחוסר ההצלחה באחסון באוויר מבוקר, אולם, יש לציין שבבית הקירור בו נערך הניסוי, זו היתה העונה הראשונה שפירות אפרסמון אוחסנו בו, והפרי הובל ממרחקים ניכרים. בבית קירור אחר, הנמצא בלב אחד מאזורי הגידול של האפרסמון, אשר רכש ניסיון רב-שנתי באחסון אפרסמון בתנאי אוויר מבוקר, איכות הפרי מאותו אזור בתום תקופת אחסון של 3 חודשים היתה טובה בהרבה. הבעיה העיקרית שנותרה היתה התרככות מהירה שחלה בפרי בתום האחסון בתנאי אוויר מבוקר, שלפי מחקרים קודמים עולה על מהירות ההתרככות בתום אחסון בקירור רגיל. משום כך, חיי המדף לאחר אחסון באוויר מבוקר ארוכים פחות מחיי מדף של פרי שאוחסן תקופה קצרה יותר בתנאי קירור רגיל, למרות שבעת ההוצאה מקירור איכות הפרי ומוצקותו נראות טובות יותר באוויר מבוקר מאשר בקירור רגיל.

במטרה למצוא מענה לבעיה זו, נבדקה האפשרות להפיג את עפיצות הפרי במהלך האחסון באוויר מבוקר, על מנת להאריך את תקופת חיי המדף, ללא צורך בטיפול מיוחד בסוף האחסון. ניסוי זה התבסס על ניסויים שנערכו בעבר, אשר הוכיחו שטיפול קצר של מספר שעות ב-80% CO_2 לפני האחסון באוויר מבוקר עשוי להפיג את עפיצות הפרי מבלי להגביר את קצב התרככות הפרי או לגרום לו נזק פנימי.

2. עיבוד שיטות מעשיות ליישום מסחרי של הישגי המחקר בעבר.

א. הפגת עפיצות הפרי במהלך האחסון.

אחסון אפרסמון באוויר מבוקר מעורר בעיה של הפגת עפיצות חלקית מהפרי, כאשר תקופת האחסון היא כ-3 חודשים. בתקופות קצרות יותר אין כלל הפגת עפיצות ובתקופות של 4 חודשים, העפיצות מופגת במלואה. כאשר ההפגה חלקית, קיים צורך לטפל בפרי להפגת עפיצות מוחלטת, אך קשה לקבוע במצב זה את תנאי הטיפול המיטיביים, אשר יבטיחו הפגה מושלמת בלי לגרום נזק

פנימי לפרי, המתבטא בהשחרת הציפה. בניסויים מעבדתיים מצאנו, שניתן להשיג את הפגת העפיצות המוחלטת תוך כדי האחסון באוויר מבוקר על-ידי חשיפה קצרה (6-9 שעות) ל-80% CO_2 לפני האחסון באוויר מבוקר, מבלי לגרום נזק כלשהו לפרי.

מטרת הניסוי היתה לבחון שיטה זו בתנאים מסחריים. הניסוי בוצע בפרי משני מטעים, כאשר 10 מיכלים מכל מטע טופלו ב-80% CO_2 במשך 9 שעות בבית האריזה מור השרון ולאחר מכן הועברו, יחד עם פרי שלא טופל באוויר מבוקר, לאחסון בקרית שמונה. נמצא, שבתקופות אחסון של עד 100 יום, הפרי שטופל ב-80% CO_2 קודם אחסונו יצא מובחל מהקירור, במוצקות דומה לזו של פרי שלא טופל, וקצב ההתרככות בחיי מדף היה דומה בשתי קבוצות הפרי. לעומת זאת, בתקופות אחסון ארוכות מ-100 יום, כאשר גם הפרי שלא טופל לפני אחסונו היה בלתי עפיץ, היה הבדל ניכר הן במוצקות הפרי בעת הוצאתו מקירור והן בקצב ההתרככות בחיי מדף. הפרי שטופל ב-80% CO_2 לפני האחסון באוויר מבוקר בכל המקרים היה רך יותר, אבל היה גם יותר אחיד במוצקות, בהשוואה לפרי שלא טופל קודם אחסונו.

ב. חיזוי משך האחסון המירבי

בניסוי מקדים, שנערך בשנת 1996 במעבדה לקירור בקרית שמונה, נמצא מתאם מובהק בין מוצקות הפרי, שנמדדה במכשיר "פירמלון" למדידת מוצקות פירות מתוצרת "עשת אילון", לבין קצב התרככות הפרי. בשתי שנות המחקר המדווחות, נעשה ניסיון לבנות ממתאם זה נוסחה לחיזוי קצב התרככות הפרי ולהגדיר את הערך הרצוי לקביעת סוף תקופת האחסון, שיבטיח משך חי מדף מינימליים של 5 ימים בתנאים מוגדרים.

ניסוי 1997/8

שיטת העבודה

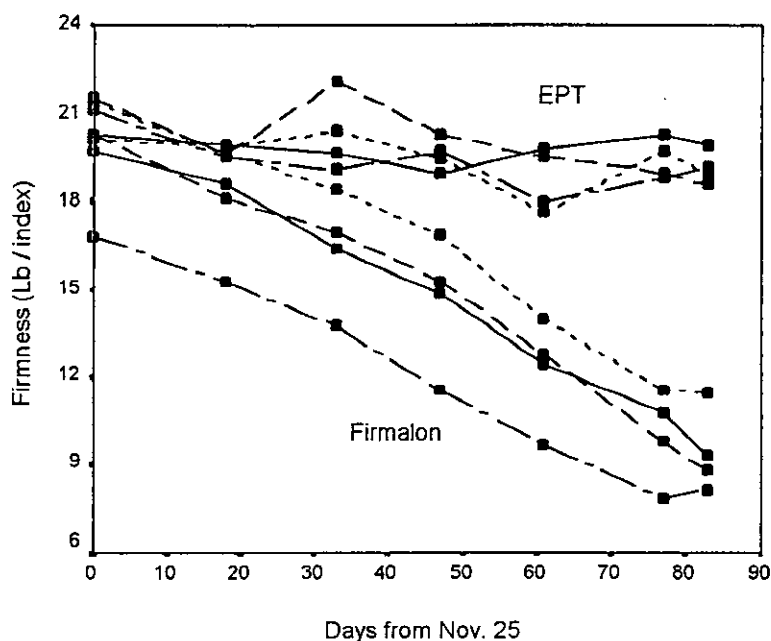
א. השוואת מוצקות הרסנית לבדיקה בפירמלון
מדי שבועיים עד למחצית פברואר נבדקו מדגמים של 30 פירות מ-4 מטעים (יקום, תל-מונד, חוסן, וגעש) במכשיר בפירמלון ולאחר מכן בפנטרומטר, בעת הוצאתם מקירור. עם סיום האחסון בקירור נלקחו מדגמים נוספים לבדיקת התרככות בחיי מדף.

ב. מעקב אחר השתנות מדד המוצקות של פרי באחסון במכשיר הפירמלון.
בראשית דצמבר סומנו מדגמים של 30 פירות מ-11 מטעים (כולל 4 המטעים לעיל), שנבדקו מדי שבועיים במכשיר פירמלון והוחזרו לקירור. בסוף האחסון (במחצית פברואר) נבדק מדד המוצקות במדגמים אקראיים נוספים של 30 פירות, שנלקחו ממיכלי הפרי של אותם המטעים, על מנת לבחון אם המדגם שנבדק בקביעות מייצג את מוצקות שאר הפרי.
בסוף ינואר מדגמים של 16 פירות מכמה מטעים הובחלו 24 שעות ב-80% CO_2 והושארו בחיי מדף ל-3 ימים נוספים. נקבעו המוצקות במגע-יד ושעורי הפרי הראויים עדיין לשווק (פרי לא פגום ולא רך).

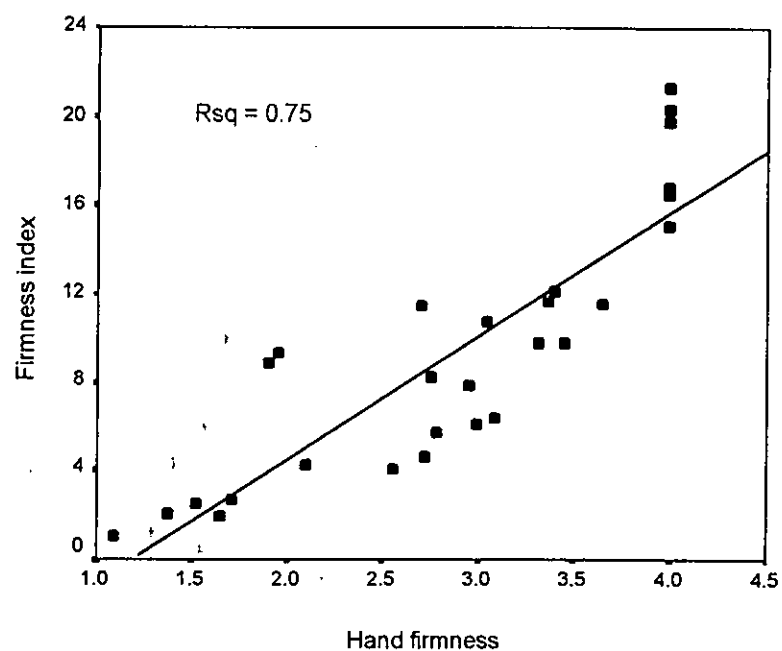
תוצאות

א. השוואת מדידות בפנטרומטר, פירמלון ומגע-יד.

הבדיקות בפנטרומטר לא הראו התרככות משמעותית לאורך תקופת אחסון של קרוב ל-3 חודשים, ואילו במד המוצקות האקוסטי "פירמלון" היתה ירידה הדרגתית לאורך זמן זה (ציור 1). מאחר שכל הפרי היה מוצק במגע-יד בעת ההוצאה מקירור והמתאם בין תחושת מוצקות הפרי במגע-יד לבין המדידות בפירמלון מסביר רק 75%, יש לשער שהמדידה האקוסטית של הפרי מבחינה תכונה אחרת של הפרי, שיתכן והיא מצביעה על קצב התכלותו הפוטנציאלי (ציור 2).



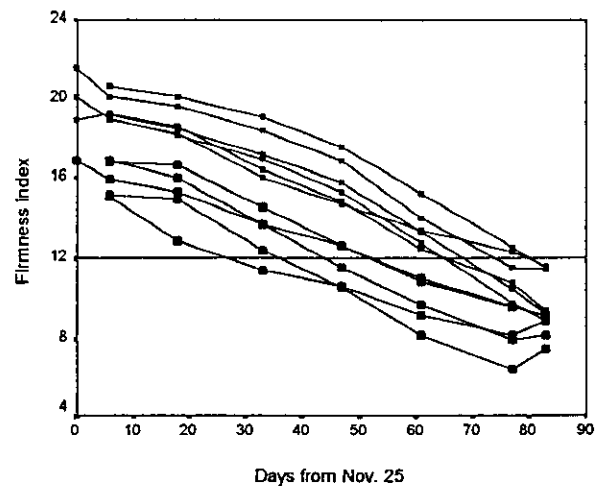
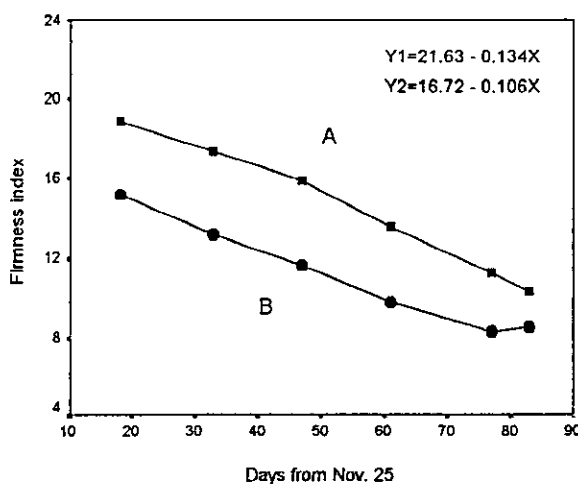
ציור 1 - התרככות אפרסמוני טריומף מ-4 מטעים במשך האחסון בקירור ב- 1°C - כפי שנמדדה בבדיקה הרסנית (EPT) ובבדיקה אקוסטית לא הרסנית (Firmalon), באותם הפירות.



ציור 2 - מתאם בין תחושת מוצקות הפרי במגע-יד לבין המדידות בפירמלון.

ב. השתנות מדד המוצקות בפירמלון במהלך האחסון.

השתנות מדד המוצקות במשך 83 יום באחסון במדגמי פרי מ- 11 מטעים מתוארת בציור 3-א. מראשית הבדיקות ניתן להבחין בין שתי קבוצות של מטעים הנבדלות ביניהן באופן מובהק. בקבוצה הראשונה של 5 מטעים שהמדד שלהם בראשית דצמבר היה מתחת ל- 17, התקבלו ערכים הנמוכים מ- 12 כעבור 60 יום באחסון. בקבוצה של מטעים, בהם נמדדו ערכים גבוהים יותר בראשית דצמבר, נתקבלו ערכים מתחת ל- 12 רק במחצית פברואר. יתכן שב- 3 מתוך 6 מטעים אלה בהם הערכים היו סביב 12, ניתן היה להמשיך את האחסון גם מעבר למועד זה כיוון שלאחר 5 ימים בחיי מדף הפרי היה עדיין קשה (מעל 3.5) במגע-יד (טבלה 1). חישוב ממוצעי המדידות של שתי קבוצות הפרי (ציור 3-ב), מלמד שקצב הירידה במדידות היה זהה. כלומר, ניתן לקבוע את משך אחסון הפרי הפוטנציאלי על-פי המדידה ההתחלתית. הנתונים בטבלה 1 מצביעים על היתכנות חיזוי כושר השתמרות הפרי בדרך זו, אם כי הפרי מחוסן הנו חריג מסיבה לא ידועה.



ציור 3 ב' - השתנות מדד המוצקות במשך 83 יום באחסון במדגמי פרי מ- 11 מטעים בחלוקה לשתי קבוצות מטעים (לפי הצבעים שביצור 3 א').

ציור 3 א' - השתנות מדד המוצקות במשך 83 יום באחסון במדגמי פרי מ- 11 מטעים

טבלה 1 - מוצקות הפרי במגע-יד לאחר אחסון מסחרי בקירור עד ראשית פברואר, הבחלה ב- 80% CO_2 ו- 5 ימים ב- $20^{\circ}C$.

המטע	מדד מוצקות (FI) (2.12.97)	מדד מוצקות בחיי מדף (1-4) (1.2.98)	פרי ראוי לשווק בהוצאה מאחסון (%) (28.1.98)
חוסן	15.89±2.85	1.67	62.5
תל-מונד	19.02±2.19	1.27	31.3
בועז כץ	15.17±3.63	3.07	50.0
גליל ים	19.15±2.32	3.43	66.7
נורדיה	20.10±2.11	3.63	81.2
געש	18.93±3.07	3.55	62.5
שרייבר	16.75±2.55	3.58	87.5

בהסתמך על התוצאות המעודדות משנת 1997, לפיהן המדידות בפירמלון הצביעו על:

1. ירידה לינארית לאורך האחסון.
 2. ערך מינימלי של 12 יחידות, להבטחת פרי איכותי אחרי 5 ימים בחיי מדף.
- בשנה זו בוצע ניסוי בהיקף ארצי של מדגמי פרי, שאוחסנו בשני חדרי קירור (בקריית שמונה ובבית דגן), כדי להבחין בתרומה של תנאי האחסון לקצב ההשתנות במוצקות הפרי.

שיטת העבודה

על מנת להבטיח בדיקת פרי במגוון איכויות מירבי, נלקחו מדגמים מ-16 חלקות שטופלו בצורה שונה בחומרי הצמיחה קולטאר (באביב) ובגיברלין (בסתיו) (טבלה 2).

טבלה 2 - הטיפולים במטעים שנכללו בניסוי מהם נדגם הפרי.

גיברלין (סתיו)	קולטאר	מטעי הדגימה
-	-	ערוגות, דן, גון
-	+	גני הדר, קדרון, נגבה, ערוגות, חוסן, נורדיה
+	-	יקום, בצרון, חוסן, נורדיה
+	+	גני הדר, יקום, חוסן

בבית דגן נבדקו ואוחסנו מדגמים מערוגות, גני הדר, קדרון, נגבה, בצרון ויקום. בקריית שמונה נבדקו ואוחסנו מדגמים מדן, גון, חוסן, נורדיה ויקום. בזמן הקטיפה הפרי מוין לשני מצבי הבשלה על פי צבע הרקע, לכתום ולצהוב (בקריית שמונה) או נבחר פרי בצבע רקע אחיד ככל האפשר (בית דגן). צבע הרקע הוגדר במעבדה בעזרת מד צבע CR-200 מתוצרת MINOLTA בערך "a". כל דגימה כללה 120 פירות בגודל ובצבע אחידים ככל האפשר.

הפרי אוחסן ב-1°C ביום הקטיפה לאחר בדיקת הצבע והמוצקות במכשיר פירמלון. מדי חודש הוצאו 30 פירות מקירור, שהובחלו ב-80% CO₂ במשך 24 שעות והועברו לחיי מדף ל-5 ימים ב-20±2°C. מוצקות הפרי נבדקה בהוצאה מקירור. אחרי הבחלה ואחרי חיי מדף. האיכות הפנימית והחיצונית של הפרי הוערכה בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף. אחרי ההוצאה מקירור חושב אחוז הפרי הראוי לייצוא, שהוגדר כפרי קשה במגע יד וחופשי מפגמים. אחרי חיי מדף חושב אחוז הפרי הראוי לשוק, שהוגדר כפרי קשה וגמיש וללא פגמים קשים (רקבון, פיטם אדום ורך).

תוצאות ודיון

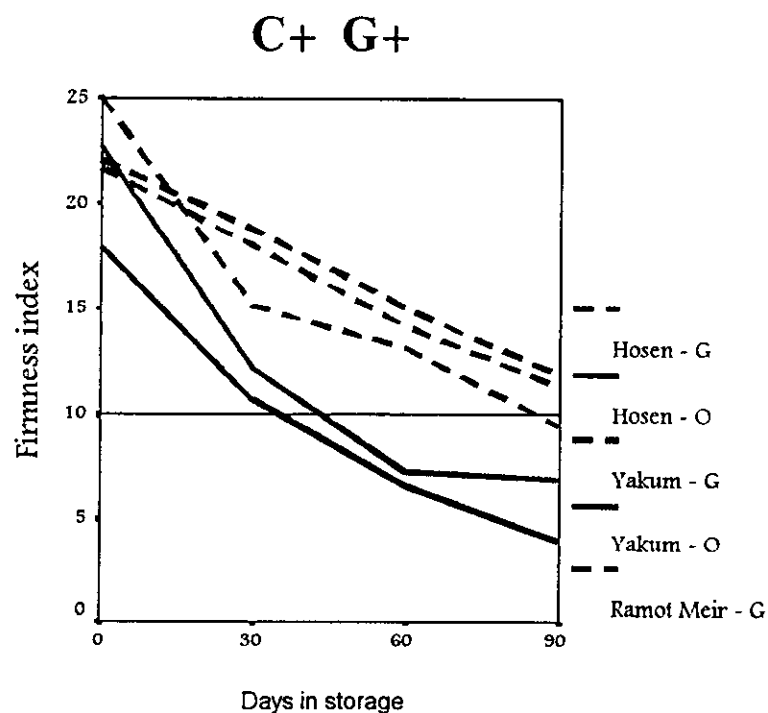
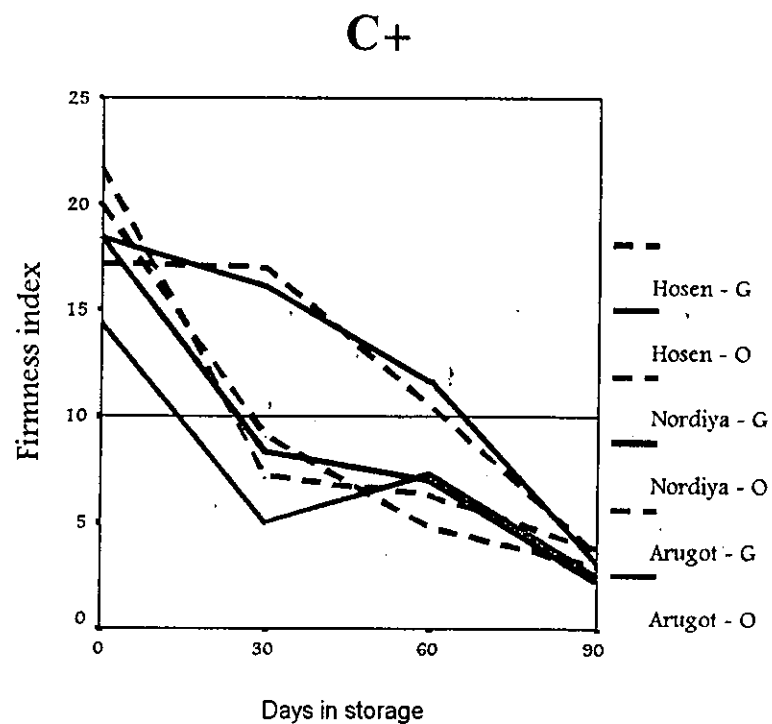
היום המדד המקובל לקטיף אפרסמון הוא צבע הרקע של הפרי, כאשר ידוע מעבודות משנות ה-80, שצבע הפרי הטוב ביותר לאחסון הינו צבע צהוב-כתום (ערך "a" = 18-22). בניסוי זה ערכי "a" של צבע הרקע נעו בין 4 ל-28, אך לא נמצא מתאם גבוה בין הצבע בקטיף לבין מוצקות הפרי לאחר אחסון וחיי מדף ($R^2=0.26$), היה הערך הגבוה ביותר לאחר 3 חודשי אחסון).

מדד הקושיות, כפי שנמדדת בבדיקה הרסנית, לא נמצא כמדד מתאים לקביעת מועד הקטיפה בעבודות מוקדמות. קיימים הבדלים גדולים מדי משנה לשנה ולא נמצא מתאם טוב לקצב

התרככות הפרי באחסון. לעומת זאת, הבדיקות הבלתי הרסניות מאשתקד הצביעו על קשר מסוים בין המדידה בקטיף לבין הערכים בסוף תקופת אחסון של כ- 3 חודשים, ושינוי לינארי קבוע למדי. ברם, כל הנתונים נאספו מפרי שאוחסן בחדר קירור אחד. בשנת 1998 הערכים שנתקבלו במדידות פירמלון בקטיף היו בטווח דומה לערכים בשנת 1997, אולם קצב הירידה במהלך האחסון היה שונה (ציור 4 בהשוואה לציור 3). בשנת 1998 קצב התרככות הפרי היה הרבה יותר מהיר וחלק ניכר מהמדגמים הגיעו לערך של 10 יחידות מוצקות, כבר לאחר חודש ימים באחסון. אלה היו בעיקר מדגמים שקיבלו קולטאר בלבד או שנקטפו בצבע כתום.

למרות ההבדלים בקצב התרככות הפרי בשתי שנות הניסוי, ניתן לראות ירידה פחות או יותר לינארית בערכי המוצקות עד לערך של 8 יחידות. אולם שיפועי הקווים שונים במטעים השונים, וכפי הנראה מושפעים במידה רבה על-ידי הטיפול ההורמונלי שניתן. גורם נוסף המשפיע על שיפוע הקו הינו חדר הקירור בו אוחסן הפרי, כפי שמצביעים נתוני ציור 5. מדגמי הפרי שנקטפו באותו יום ומוינו בשטח על פי צבע הרקע - ירקרק וכתום, הובלו לאחסון בבית דגן ובקרית שמונה. למרות ערכי המוצקות ההתחלתיים הדומים, הרי שקצב התרככות הפרי במהלך האחסון היה שונה מאד בשני חדרי הקירור. זו סיבה נוספת לכך שלא ניתן לחזות את קצב התרככות הפרי באחסון על-ידי מדידת המוצקות בקטיף בלבד. יש לערוך שתי בדיקות בחודש האחסון הראשון, על מנת לקבוע את שיפוע קו ההתרככות ולחזות מתי יגיע הפרי לערך המינימלי של 10 יחידות מוצקות.

בהשוואת ערכי המוצקות בעת ההוצאה מקירור, בכל מועדי הבדיקה, עם מוצקות הפרי הידנית לאחר חיי מדף, ניתן לראות בציור 6, שערכים מעל ל- 10 בעת הוצאת הפרי מקירור מבטיחים שמרבית הפרי לא יהיה רך כעבור 3 ימים בחיי מדף. לפיכך, נבחר ערך של 10 יחידות מוצקות, כערך המינימלי לסיום האחסון בקירור.

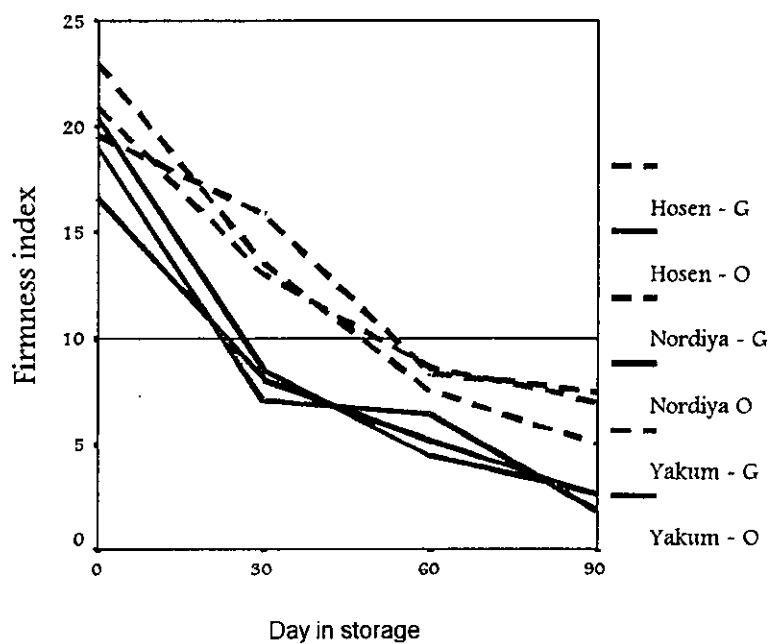


ציור 4 א' - השתנות מוצקות אפרסמוני טריומף, שנקטפו בצבע צהוב (G) ובצבע כתום (O), במהלך האחסון.

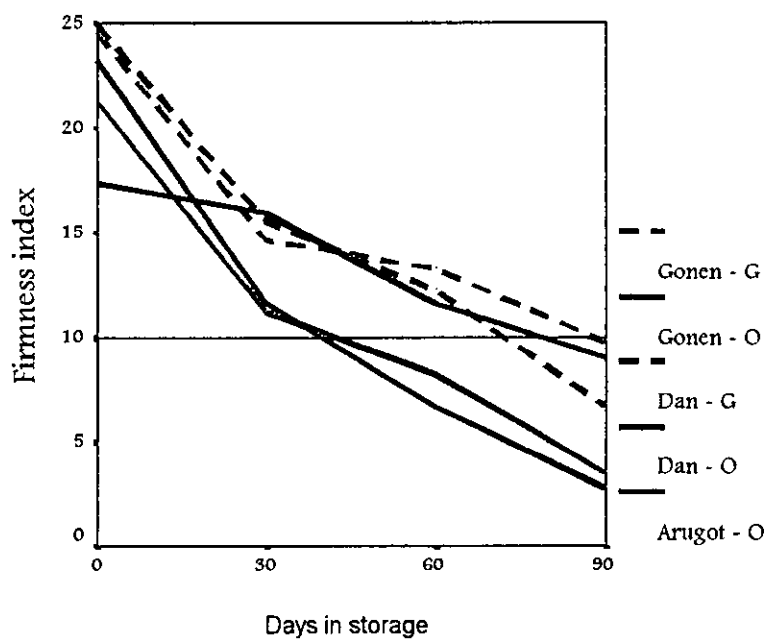
C+ - קולטאר באביב

C+ G+ - קולטאר + גיברלין

G+



Control

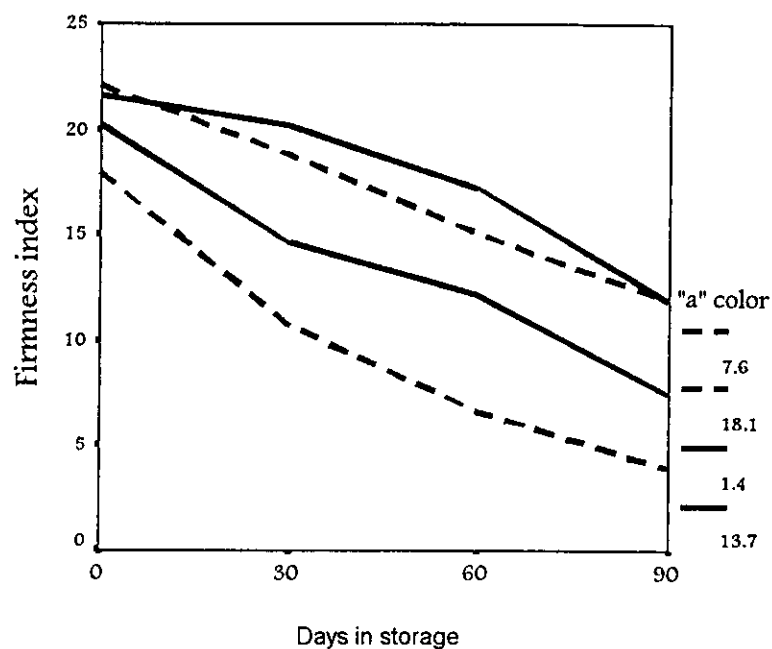


ציור 4 ב' - השתנות מוצקות אפרסמוני טריומף, שנקטפו בצבע צהוב (G) ובצבע כתום (O), במהלך האחסון.

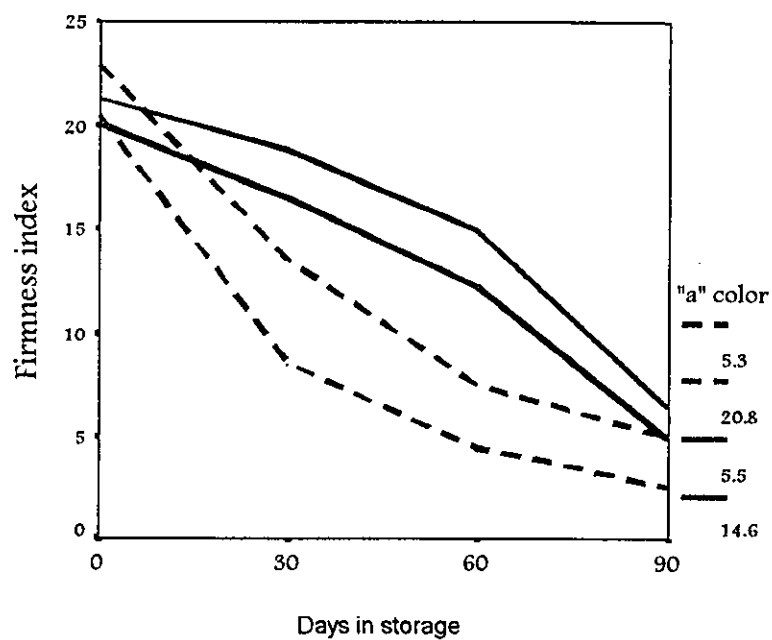
G+ - גיברלין סתוי

CONTROL - ללא טיפול בחומרי צמיחה

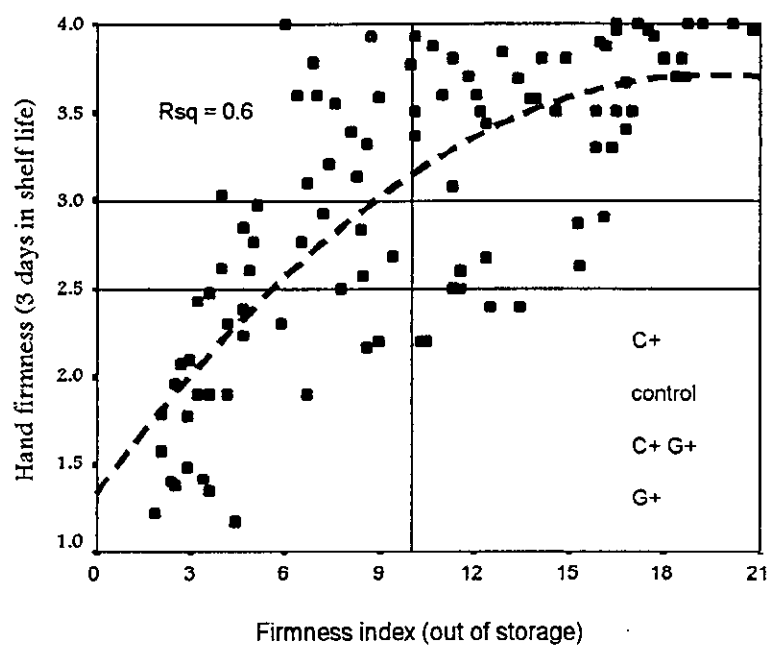
C+ G+



G+



ציור 5 - ירידת מוצקות אפרסמוני טריומף שנקטפו בצבע רקע ירקרק (קוים ירוקים) ובצבע כתום (קוים אדומים) ב- 11.11.98 (קולטאר + גיברלין) וב- 18.11.98 (גיברלין), ושאוחסנו בבית דגן (קוים רציפים) ובקרית שמונה (קוים מרוסקים).



ציור 6 - הקשר בין מוצקות הפרי במכשיר פירמללון בסיום הקירור לבין התרככותו בחיי מדף, המבוטאת במוצקות ידנית.

1 = פרי רך

2 = פרי גמיש

3 = פרי מעט קשה

4 = פרי קשה

ג. הדברת מחלת הכתם השחור על-ידי הברשה

- פרי נקטף ממטעים בגן הדרום, עין צורים, גני הדר ושתולים ומוין להרחקת כל פרי נגוע. הפרי שהה לילה בטמפרטורה של 17°C ולמחרת ניתנו הטיפולים הבאים לתיבה אחת של פרי (סה"כ 60 פירות) מכל מטע. 1. היקש - טבילה במי ברז ב- 20°C
2. טבילה בת דקה ב- $47-50^{\circ}\text{C}$
3. טבילה בת דקה בתמיסת היפוכלורית הנתרן (240 ח"מ) ב- 20°C
4. טבילה בת דקה בתמיסת היפוכלורית הנתרן (240 ח"מ) ב- $47-50^{\circ}\text{C}$
5. ריסוס במים ב- $48-50^{\circ}\text{C}$ תוך הברשה במשך 15 שניות
6. ריסוס במים ב- $58-62^{\circ}\text{C}$ תוך הברשה במשך 15 שניות
7. ריסוס במים ב- $64-72^{\circ}\text{C}$ תוך הברשה במשך 15 שניות
8. ריסוס בתמיסת היפוכלורית הנתרן (240 ח"מ) על פרי שהוברש במים ב- 70°C .
- הריסוס בוצע במרסס גב על גבי המברשות, כשהפרי עדיין חם.
- לאחר הטיפול הפרי אוחסן בקירור רגיל ב- 0°C במשך 5 חודשים עד לבדיקתו בהוצאה מקירור. בטיפולים בהם נשארו יותר מ- 10 פירות בריאים בתום הבדיקה, הועבר הפרי הבריא ל- 20°C ל- 5 ימים בחיי מדף. פרי זה נבדק שנית, לאחר חיי מדף.
- בראשית חודש פברואר (10 שבועות לאחר הקטיפה), מרבית פרי ההיקש היה עדיין ללא סימני רקבון, אם כי הפרי התחיל להיות גמיש. הפרי שטופל תוך הברשה היה כולו בריא בכל הטיפולים, והיה יפה מאד במראהו החיצוני, הודות לברק ולנקיון. בדיקת הפרי נדחתה איפוא עד להופעת שעורי רקבון גבוהים מאד (מעל 90%) בפרי ההיקש, באמצע חודש אפריל. במועד זה 40-50% מהפירות היו רכים בכל הטיפולים, ללא הבדלים מובהקים ביניהם. שעורי הפרי הבריא (ללא רקבון) היו גבוהים במובהק בהשוואה להיקש, בכל הטיפולים למעט הטיפולים במים חמים ב- 50°C וההברשה ב- 70°C . הגדלת שעורי הפרי הבריא נבעה מהדברת האלטרנריה על ידי חימום מעל 50°C ואו טיפול בהיפוכלורית. השילוב של הברשה ב- 70°C וריסוס בהיפוכלורית היה הטוב ביותר. ברם, טיפולי ההיפוכלורית לא השפיעו כלל על התפתחות פטרית הפניציליום, שהוגברה בעקבות הברשה ב- 70°C או טיפול משולב. כפי הנראה השילוב של הברשה וטמפרטורה גבוהה גרם לפציעת הפרי, שבעקבותיה חלה הדבקה בפטריית העובש הכחול - הפניציליום (טבלה 3).
- הטיפול המשולב של הברשה חמה והיפוכלורית הפחית את מימדי השטח הנגוע באלטרנריה, ולא רק את אחוזי הפרי הנגוע. נטיה לכך הסתמנה גם בטיפולי הטבילה בהיפוכלורית חם.

טבלה 3: השפעת טיפולי הברשה במים חמים ובהיפוכלורית על שעורי הפרי הבריא.
הנגיעות ועוצמת מחלת הכתם השחור והנגיעות בעובש הכחול לאחר 5 חודשי
אחסון ב-0 מ"צ.

מזדד רקבון	% פרי נגוע			הטיפול
(1-4)	עובש כחול	כתם שחור	% הפרי בריא	
1.63a	17.6b	94.5a	3.0c	1
1.10b	18.2b	77.7ab	18.9bc	2
0.68b	21.5b	55.3b	35.8ab	3
1.09b	23.3b	85.1ab	9.5bc	4
0.70b	18.1b	58.8b	32.7ab	5
0.65b	35.4ab	55.3b	25.8abc	6
0.10c	47.1a	17.2c	48.1a	7
0.83b	14.9b	64.2b	31.1ab	8

בשנת 1998 בוצע ניסוי מסחרי בבית האריזה מור השרון, על סמך תוצאות הנייל. מניסוי זה התברר שלאחר ההברשה החמה, הפרי נעשה רגיש ביותר להשחרה היקפית בעת העברתו חזרה למיכל או במערך המיון. אי לכך יהיה צורך בפיתוח טכנולוגי כדי ליישם טיפול כזה הלכה למעשה.

ד. הארכת חיי המדף על-ידי משלוח מדומה בתנאי אוויר מבוקר.

נערכו שני ניסויים עם פרי מארבעה מגדלים. תנאי הניסוי היו תנאי משלוח מדומים לאחר אריזת הפרי והבחלתו - דהיינו, שבוע או שבועיים קירור ב-1°C - והעברת הפרי לחיי מדף ב-20°C למשך 6 ימים. ההבדלים בין הטיפולים היו בתנאי ההבחלה לפני הקירור (המשלוח) ובהרכב האווירה סביב הפרי בעת המשלוח. להלן הטיפולים:

1. 24 שעות הבחלה ב-80% CO₂ ב-25°C והעברה לקירור באוויר רגיל.
 2. הבחלה כמו בטיפול 1 והעברה לקירור באוויר מבוקר עם 1.5% CO₂, 1.5% O₂ ו-97% חנקן.
 3. 8 שעות הבחלה ב-80% CO₂ ב-25°C והעברה לקירור באוויר מבוקר כמו בטיפול 2.
- בעת הוצאת הפרי מקירור, כל הפרי מניסוי 1 היה באיכות טובה ומתאים לשוק, אולם בניסוי 2, שהחל כעבור חודש ימים, נראה בבירור יתרון לאחסון הפרי באוויר מבוקר, אפילו כשהוא נמשך רק שבוע ימים. היתרון נבע בעיקר מעיכוב התפתחות כתמי האלטרנריה השחורים בתנאי אוויר מבוקר, המתחילה על פי רוב בקירור באוויר רגיל באמצע ינואר. קיצור משך ההבחלה ב- CO₂ לפני האחסון באוויר מבוקר לא השפיע על איכות הפרי בעת הוצאתו מקירור, ואף על פי שניתן היה להבחין עדיין במעט עפיצות בפרי, הרמה היתה נמוכה מאד. ברמה זו, העפיצות נעלמה כליל תוך 24 שעות בטמפרטורת הסביבה. למרות ההשפעה המיטיבה של הקירור באוויר מבוקר על איכות הפרי הכוללת, הרי שבתקופת חיי המדף לאחר מכן, לא נמצא הבדל משמעותי באיכות הפרי שהוחזק שבוע ימים או שבועיים באוויר מבוקר לאחר הבחלתו המלאה, לבין פרי מובחל שהוחזק

באוויר רגיל (טיפול 2 לעומת טיפול 1). על אף העדר הבדלים מובהקים, היתה נטיה לשיפור באיכות בכוללת של פרי מובחל, שהוחזק שבוע ימים באוויר מבוקר ו- 3-4 ימים בחיי מדף. אך ככלל, קצב התכלות של פרי לאחר אחסון באוויר מבוקר הוא מהיר יותר מזה של פרי המועבר לחיי מדף מקירור באוויר רגיל, ועל כן בשני הטיפולים הפרי הגיע לאותה דרגת התרככות (טבלה 4).

טבלה 4: השפעת האחסון באויר מבוקר לאחר הבחלת הפרי על שיעורי הפרי הראויים לשיווק בעת ההוצאה מקירור.

ה ט י פ ו ל		% הפרי ראוי לשיווק		אוויר האחסון	משך ההבחלה (שעות)
ניסוי 1 שבוע	ניסוי 2 שבוע	ניסוי 1 שבוע	ניסוי 2 שבוע		
100	76b	98	60b	אוויר רגיל	24
100	94a	96	80ab	אוויר מבוקר	24
100	96a	96	90a	אוויר מבוקר	8
% פרי נגוע באלטרנריה					
0	14a	0	22a	אוויר רגיל	24
0	2b	0	10ab	אוויר מבוקר	24
0	0b	0	8b	אוויר מבוקר	8

P - מספרים עם אותיות שונות באותו טור נבדלים ברמת מובהקות של $a.b. = 0.05$.

הירידה באיכות הפרי בתקופת חיי המדף היתה מהירה יותר בניסוי 2 מאשר בניסוי 1, כנראה הודות למשך האחסון הממושך יותר בבית האריזה. בניסוי זה גם ניכרה נטיה לירידת איכות מוגברת בפרי שהובחל רק 8 שעות לפני אחסונו באוויר מבוקר. הסיבה היתה התרככות רבה יותר של פרי זה.

מסקנות

1. הסיבות לאי הצלחה מסחרית באחסון אפרסמון נובעת מהעדר הקפדה יתרה על הנחיות הטיפול בפרי החל מהמטע וגמור בבית הקירור.
2. לאחסון באוויר מבוקר יש יתרון מסוים בשמירת איכות הפרי בהשוואה לאחסון בקירור רגיל, אולם כאשר קיימת הקפדה על כל הכללים באחסון בקירור רגיל, היתרונות מצטמצמים ל:
 - א. הפחתה מסוימת בשעור הנגיעות במחלת הכתם השחור, הנגרמת על-ידי הפטריה *Alternaria alternata*.
 - ב. אפשרות הפגת עפירות הפרי תוך כדי האחסון ללא צורך בטיפול מיוחד בסוף האחסון. החסרון העיקרי של אחסון באוויר מבוקר הינו קצב התרככות מואץ של הפרי בתקופת חיי המדף אחרי הוצאת הפרי מקירור.
3. דרך אפשרית להאטת התרככות הפרי במהלך הייצוא במשלוח הימי הנה המשך האחסון באוויר מבוקר, אולם עדין אין בכך להאריך את חיי המדף של הפרי כשהוא מועבר לטמפרטורת הסביבה.
4. הברשת הפרי במים חמים (60°C) אחרי הקטיפה אמנם הפחיתה את שעורי מחלת הכתם השחור, שהתפתחו באחסון, אולם הטיפול הגביר מאוד את רגישות הפרי להשחרה היקפית מתחת לקליפת הפרי, שהתפתחה בעת העברת הפרי במערך מילוי המיכלים לקראת האחסון.
5. ניתן לחזות את קצב התרככות הפרי באחסון באמצעות מכשיר לבדיקה לא הרסנית של השתנות מוצקות הפרי בחודש האחסון הראשון. מדידה זו, המשקפת הן את נתוני הפרי והן את תנאי האחסון, מאפשרת לקבוע את משך האחסון המרבי לפרי הנבדק. התוצאות שהצטברו במשך שנתיים של מחקר אפשרו לבנות מודל חיזוי, אך יש עדיין לאמת אותו בסקר ארצי נרחב.

רשימת ספרות

זוטחי, י., בן-אריה, ר. (1993) הפגת עפיצות מאפרסמוני טריומף המאוחסנים באווירה מבוקרת. עלון הנוטע מ"ז (12): 558.

זיו, א., רוניצקי, ד. (1983) הנחיות לאחסון פירות אפרסמון מהזן טריומף באוויר מבוקר. סיכום עונת ניסויים 1981-82. פרסום המעבדה לחקר הקירור, ארגון מגדלי הפירות.

רוניצקי, ד., זיו, א. (1991) ניסויי אחסון פירות אפרסמון מהזן טריומף. עלון הנוטע מ"ו (3): 137-151.

Ben-Arie, R., S. Guelfat-Reich, 1975 Softening effects of CO₂ treatment for removal of astringency from persimmon fruits under various modified atmospheres. Journal of the American Society of Horticultural Science. 101: 179-181.

Guelfat-Reich, S., R. Ben-Arie, N. Metal, 1975 Effect of CO₂ during and following storage on removal of astringency and keeping quality of 'Triumph' persimmons. Journal of the American Society of Horticultural Science. 100: 95-98.

Guelfat-Reich, S., R. Ben-Arie, 1976 CA storage of 'Triumph' persimmons. Proceedings of the XIV Congress of the International Institute of Refrigeration, Melbourne: 59-63.

Prusky, D., R. Ben-Arie, S. Guelfat-Reich, 1981 Etiology of black spot disease caused by *Alternaria alternata* in persimmons. Phytopathology. 71: 1124-1128.

Prusky, D., A. Perez, J. Zutkhi, R. Ben-Arie, 1997 Effect of modified atmosphere for control of black spot, caused by *Alternaria alternata*, on stored persimmon fruits. Phytopathology. 87: 203-208.

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.

1. בירור הסיבות לחוסר ההצלחה באחסון באוויר מבוקר (CA).

2. עיבוד השיטות המעשיות ליישום מסחרי של הישגי המחקר שכבר הצטברו.

3. פיתוח שיטות להארכת חיי המדף לאחר האחסון באוויר מבוקר.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהוגשו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.

א) נמצא שבתנאים מסחריים דרושה הקפדה מרבית על כל פרט בטיפול בפרי כדי להשיג תוצאות טובות בהשוואה לאחסון רגיל. ב) פותח מודל לחזוי משך האחסון המירבי המבוסס על מוצקות הפרי בקטיף ותנאי האחסון בקירור. ג) ניתן להפחית את שעורי מחלת הכתם השחור על-ידי הברשה חמה לפני האחסון. אולם קיימות עדין בעיות טכנולוגיות הדורשות פתרון לפני היישום המסחרי.

3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.

מוצקות הפרי הנמדדת בשיטה אקוסטית אינה זהה למדידה חודרנית והיא מייצגת טוב יותר את השינויים הפיזיולוגיים החלים בפרי במהלך האחסון הקר. על בסיס ממצא זה ניתן ליישם את המדידה האקוסטית כמכשיר לחיזוי כושר האחסון של הפרי. דרוש סקר ארצי בתנאים מסחריים כדי לאמת את המודל לפני יישומו הסופי ולבדוק את התאמתו לאחסון באוויר מבוקר.

4. הבעיות שונתרו.

לא נמצאה שיטה להאריך את חיי המדף של הפרי אחרי אחסון ארוך, אם בקירור רגיל או באוויר מבוקר. בעיה זו היא קריטית לגבי הארכת עונת הייצוא של פרי זה.

5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר?

נתנה הרצאה ביום עיון אפרסמון שהתקיים בבית דגן ב- 27.5.99, בה נמסרו עיקרי הממצאים המוצגים בדו"ח זה.