

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: fruitlab@netvision.net.il

ניסויים באחסון תפוח

דוח לשנת 2009

צוות המעבדה: דני גמרסני, אוהד נריה, מיכל מעוז-כ"ץ, אסיה גיזיס, אלה צבילינג,
ליאת עזאני ורות בן-אריה

ינואר 2011

תודות

חברת איזולסל – איטליה

עמית סמדר – י. סמדר

יוסי שטרן ומשה יפה – רימי להגנת הצומח

טל וולף, איציק איתני ועמוס לוין – גליל קירור

אהרון משה, גלית רדל ומשה עגיב – מו"פ צפון

איל יונאי ואריה פלג – בראשית

קרן המדען הראשי של משרד החקלאות ומגדלי התפוח באמצעות מועצת הצמחים

תוכן

עמוד

3

תקציר

1. השוואת שיטת האחסון באוויר מבוקר דינמי (DCA) לטיפול טרום אחסון בסמארט-

5

פרש (1-MCP) באחסון ארוך של תפוחי גרני סמיט.

2. בחינת האינטראקציה שבין עומס היבול ומועד קטיף בדלישס זהוב בהשפעתם על

10

איכות הפרי ומשך האחסון. בשיתוף עמוס נאור – מו"פ צפון ואפרים לוינסון – מנהל

המחקר החקלאית נווה יער.

18

3. הערכה מחדש של טכנולוגיית האחסון של פירות דלישס זהוב לשמירת פציחות הפרי

28

4. השפעת אוקסינים על כושר השתמרות תפוח מזן קריפס פינק

תקציר

1. השוואת שיטת האחסון באוויר מבוקר דינמי (DCA) לטיפול טרום אחסון בסמארט-פרש (1-MCP) באחסון ארוך של תפוחי גרני סמיט.

בהשוואה שנערכה בין יעילות היישום של סמארט-פרש ושל האחסון באוויר מבוקר דינמי (א.מ.ד.), נמצא שלאחר 9 חודשי אחסון האוויר המבוקר הדינמי היה יעיל יותר בהפחתת שיעור הצרבון השטחי שהתפתח באחסון. לעומת זאת, הטיפול בסמארט-פרש שמר טוב יותר מהא.מ.ד. על צבע הפרי הירוק ועל קשיות הפרי, הן בקירור והן בחיי מדף. ראוי לציין שלרוב לא נבדלה איכות הפרי בשני הטיפולים, הן במראה החיצוני והן בטעמו ובאיכותו הפנימית. לאף אחד מהטיפולים לא הייתה השפעה על השחרת מכות השמש בפרי, שהתפתחה בכל הטיפולים במהלך הקירור, בפירות שהיו נגועים ברמה בינונית בתחילת הניסוי.

2. בחינת האינטראקציה שבין עומס היבול ומועד קטיף בדלישס זהוב בהשפעתם על איכות הפרי ומשך האחסון.

מצב ריווחיות התפוח מחייב לחפש אפיקי שיווק חדשים שיתבססו על תפוח איכותי. כיוון המחקר המבוצע מתבסס על שני מרכיבים: 1. קיים מידע המצביע על כך שעומס היבול משפיע על איכות הפרי; 2. הצורך באחסון ארוך מצריך קטיף שאינו במועד האופטימלי מבחינת איכות הפרי. בכוונת המחקר לבחון את השפעת מועד הקטיף ועומס היבול על איכות הפרי באחסון לתקופות קצרות.

מטרות המחקר היא לבחון את האינטראקציה שבין עומס היבול ומדדי הקטיף בהשפעתם על איכות הפרי במשכי אחסון עד ארבעה חודשים.

הוקם ניסוי בזן זהוב ברמת הגולן בו נעשה דילול לארבעה עומסי יבול: 3, 5, 7, ו-9 טון/דונם. בוצעו ארבעה קטיפים במצבי הבשלה שונים ונבדקו שלושה משכי אחסון: 6, 11 ו-16 שבועות. בוצעו מדידות ומבחני טעימה ונלקחה דוגמה לבדיקת תכולת מרכיבי הניחוח (ארומה). ממצאי המחקר מצביעים על ירידה בטעם הפרי בעומס היבול הגבוה, שנבע בעיקר מירידה בתכולת הכ.מ.מ. בעומס הגבוה התקבלה גם קושיות נמוכה (למרות שהפרי היה קטן יותר) והתקבל פרי ירוק יותר. התקבלו השפעות של הטיפולים על מיגוון רחב של חומרי הארומה.

3. הערכה מחדש של טכנולוגיית האחסון של פירות דלישס זהוב לשמירת פציחות הפרי

במסגרת שלוש שנות מחקר פותחה טכנולוגיה ליישום 1-MCP בתפוחי זהוב, המאפשרת שמירת איכות פרי טובה במשך 9-10 חודשי אחסון באוויר מבוקר, ללא התפתחות נזקים בקליפת הפרי, כפי שנצפו ביישומים הראשונים של הטיפול בזן זה. ניסינו ללא הצלחה, להבין את הסיבות לנזקי הקליפה בגין הטיפול. אך למרות זאת, הצלחת הטכנולוגיה הוכחה ביישומה המסחרי בשנת המחקר האחרונה. בנוסף, למדנו מהי השפעתם של מספר גורמים על התהוות הנזק. ההיפותזה החדשה שעולה מממצאי המחקר היא שהנזק לקליפה נובע מחשיפת הפרי כמעט בו זמנית לשלוש עקות – טמפרטורה נמוכה, חשיפה ל-1-MCP והפחתה מהירה של רמת החמצן. ההנחה שע"י עיתוי נכון של כל עקה והאטת קצב החשיפה, ניתן להמנע מהופעת הנזק בקליפה, שהוא כפי הנראה תוצאה של שינויים מטבוליים במספר מערכות, שאיננו יודעים עדיין מהן. רק באופן חלקי

אומתה ההנחה, כי ניתן למגר את הנזק על ידי התאמת הטמפרטורה, בעת מתן טיפול ב-1-MCP לפני קירור הדרגתי של הפרי. נראה כי נזק קטן עדיין יכול להופיע לאחר טיפול ב-5°C, ולכן הטיפול המקורי שנערך ב-7°C, המלווה בקרור הדרגתי, הוא המומלץ ביותר למניעת הופעת הנזק. ויודאנו שניתן להקטין את תוספת העלות בגין הטיפול ב-1-MCP, ע"י מספר פעולות שהוא מאפשר והן: העדר הצורך בקרור מוקדם של הפרי, העדר הצורך בעטיפתו, אפשרות העלאת טמפרטורת האחסון והורדת רמת ה-CO₂. חוברת ההמלצות של המעבדה לקרור תתוקן בשנה הבאה בהתאם לממצאי מחקר זה.

4. השפעת אוקסינים על כושר השתמרות תפוח מזן קריפס פינק

ריסוס באוקסינים 2.4 DPP ו-2.4 DP במטע תפוח קריפס-פינק 60 יום לאחר שיא פריחה, לא השפיע במינון עד 25 ח"מ על צבע הקליפה ועל קצב הבשלת הפרי עד קרוב לקטיף המסחרי. כשבועיים לפני מועד זה חלה עליה בקצב ייצור האתילן בפרי שרוסס בפריגן 25 ח"מ וזה גרם להקדמת הקטיף בשבוע ימים. ריסוס במינון כפול (50 ח"מ) זירז מאד את הבשלת הפרי שלא היה ראוי לאחסון ארוך.

כושר השתמרות הפרי באחסון באוויר מבוקר הושפע במידת מה ע"י הריסוס בפריגן – לחיוב ולשלילה. מצד אחד הופחת שיעור הרקבון שהתפתח בפרי, אך מאידך הפרי התרכז יותר במהלך האחסון והצטמק במידת מה בתקופת חיי המדף לאחר מכן. בשורה התחתונה לא נתקבל הבדל משמעותי באיכות הפרי בגין הטיפול בפריגן. ניתן היה להאט את קצב התרככות הפרי ע"י חשיפתו לאחר הקטיף לסמארט-פרש.

1. השוואת שיטת האחסון באוויר מבוקר דינמי (DCA) לטיפול טרום אחסון בסמארט-פרש (1-MCP) באחסון ארוך של תפוחי גרני סמיט.

מבוא

בשנים האחרונות נבדקו במעבדה שתי שיטות אחסון חדשות עבור תפוחים: השיטה הותיקה יותר היא חשיפת הפרי לתכשיר המעכב את פעולת האתילן, המכונה סמארט-פרש, לפני האחסון באוויר מבוקר קונבנציונלי, והשיטה החדשה יותר של אחסון באוויר מבוקר דינמי, בו רמת החמצן נשמרת כל העת מעט מעל לסף הנזק הפוטנציאלי. לשתי השיטות יתרונות דומים: הדברת מחלת הצרבון השטחי ושמירת עסיסיות ופציחות הפרי, גם בתקופת חיי המדף בתום האחסון. שתי השיטות מייקרות את עלות האחסון ונשאלת השאלה באיזו שיטה כדאי יותר להשקיע? מעבר להשוואת העלויות, חשוב לדעת האם יש עדיפות לאחת השיטות על חברתה מבחינת איכות הפרי בתום האחסון.

מטרת המחקר בשנה זו הייתה להשוות את שתי השיטות עבור הזן גרני סמיט, הידוע ברגישותו הרבה לצרבון שטחי. בניסוי קודם בו נבדקה יעילות שיטת האוויר המבוקר הדינמי, מצאנו שהיא תרמה גם להפחתה מובהקת במידת השחרת מכות השמש במהלך האחסון של זן זה, פגם קשה המוריד את סיווג הפרי בעת שיווקו. לעומת זאת, עדיין יש טענות במסחר שהסמארט פרש מגביר את הנזק של השחרת מכות השמש באחסון. מטרה שנייה של העבודה הייתה איפוא להשוות את השינויים החלים בצבע כתמי השמש במהלך האחסון בהשפעת שתי שיטות האחסון.

חומרים ושיטות

הפרי: נדגמו תפוחי גרני אחידים בגודלם בשיא עונת הקטיפה במלכיה (ב-12.10.09) ובעין זיוון (ב-15.10.09). בעת הדיגום נעשה מיון לפרי ללא מכות שמש ולפרי עם מכות שמש בדרגה קלה עד בינונית (תמונה 1). כל הפרי קורר במשך הלילה לאחר הקטיפה ל-0°C וב-18/10 נחשפה מחצית הפרי בכל קבוצה לסמארט פרש (0.6 ח"מ) במשך 24 שעות. לאחר אורור התא בתום הטיפול, מחצית הפרי המטופל צורפה למחצית הפרי שלא קיבל טיפול, בשני תאי האחסון. בתא אחסון אחד הופעל אוויר מבוקר רגיל (1% CO₂ + 1.5% O₂) ובתא השני הופעל אוויר מבוקר דינמי עם 1% CO₂ וחמצן ברמה של 0.2% מעל לסף עקת חוסר חמצן (רמה ממוצעת של 0.5% חמצן), שנקבע בעזרת רגשים פלורוצנטים של חברת איזוסל. לאחר מדידת הסף הראשונה בראשית תקופת האחסון, לא נוצר צורך לתקן את רמת החמצן במהלך האחסון. כל צירוף טיפולים ניתן ל-8 תיבות פרי של 8 ק"ג, מהן 4 הוצאו מקירור ב-9/5/10 והנותר ב-13/7/10, כלומר לאחר כ-7 וכ-9 חודשי אחסון. לאחר בדיקה חיצונית של איכות הפרי בכל מועד, הוא הועבר לחיי מדף ב-20°C במשך שבוע ימים לפני בדיקתו הסופית. בעת הקטיפה סומנו 10 פירות עם מכות שמש בכל חזרה שיועדה לאחסון של 9 חודשים ובהם נבדק הצבע במד צבע מינולטה CR-400 באזור המסומן. בעת ההוצאה מקירור, שוב נבדק בפירות אלה הצבע במקום המסומן על גבי מכת השמש וחושב ההפרש בין שני הערכים.



תמונה 1: דרגות מכות השמש בעת הקטיף, מקלה ביותר (מימין) עד בינונית (משמאל).

תוצאות

ע"פ מדדי ההבשלה בקטיף, היה הבדל מובהק בדרגת ההבשלה של הפרי מהגולן ומהגליל, כאשר הפרי מהגולן היה פחות ירוק ופחות קשה, עם יותר כ.מ.מ ודרגה גבוהה יותר של פירוק עמילן מהפרי של הגליל (טבלה 1). לעומת זאת, דרגת החמיצות של הפרי מהגולן הייתה יותר גבוהה. למרות ההבדלים האלה בקטיף, לא נצפו הבדלים בכושר השתמרות הפרי במהלך האחסון וחיי המדף ועל כן חושבו הערכים הממוצעים של שני המטעים. כמו כן, לא נתקבלו הבדלים מובהקים במדדים השונים בין פרי עם וללא מכות שמש, ולכן חושבו הממוצעים גם של 2 קבוצות אלו. לפיכך, כל טיפול כלל 16 חזרות לכל מועד בדיקה, בעת ניתוח התוצאות.

טבלה 1: מצב הבשלת תפוחי גרני סמית בעת הקטיף בשני אתרי הניסוי.

מקום המטע	תאריך הקטיף	צבע הקליפה H°	קשיות (לב"כ)	פירוק עמילן (1-10)	כ.מ.מ (%)	חומצה (%)
גליל	12.10.09	117.0	16.3	4.8	11.2	0.73
גולן	15.10.09	116.0	14.8	5.2	12.1	0.84
מובהקות (p)		0.000	0.000	0.07	0.027	0.033

במשך כ – 7 חודשי אחסון צבע קליפת הפרי נשמר ירוק יותר בהשפעת טיפול סמארט-פרש (1-MCP) ואוויר מבוקר דינמי (DCA) מאשר בביקורת (CA) (איור 1). בהשפעת הטיפול המשולב, בעת ההוצאה מקירור, הפרי אף היה יותר ירוק מאשר בכל טיפול בנפרד ולאחר חיי מדף רק בטיפול זה היה הפרי ירוק יותר מאשר בביקורת. לאחר 9 חודשי אחסון, הפרי הירוק ביותר היה זה שטופל בסמארט-פרש בלבד, הן בהוצאה מקירור והן לאחר חיי מדף. הטיפול המשולב היה היעיל ביותר בשמירת קשיות הפרי, הן בקירור והן בתקופת חיי המדף (איור 2). אולם, הוא לא נבדל באופן מובהק מקשיות הפרי שטופל רק בסמארט-פרש, למעט במועד הבדיקה האחרון, בסוף חיי מדף לאחר 9 חודשי אחסון. קשיות פרי גבוהה במובהק בטיפול סמארט-פרש בלבד לעומת טיפול DCA בלבד, התקבלה רק בתום חיי מדף, שלאחר 7 חודשי אחסון. לשני הטיפולים, בנפרד ובמשולב, הייתה השפעה מובהקת על שמירת רמת החומצה בפרי בתום חיי מדף בסוף האחסון, בהשוואה לפרי שאוחסן באוויר מבוקר רגיל וללא טיפול נוסף (איור 3).

איכות הפרי החיצונית, למעט צרבוני שטחי במועד הבדיקה האחרון, לא הושפעה ע"י תנאי האחסון והטיפול בסמארט-פרש. שעורי הפרי התקין ירדו מ – 95% בממוצע בתום חיי מדף לאחר 7 חודשי אחסון לכ – 78% בממוצע בתום חיי מדף לאחר 9 חודשי אחסון, בעיקר בגין התפתחות הצרבוני השטחי. הטיפול היחיד שהפחית את שעורי הנגיעות במחלה בצורה מובהקת היה האחסון ב-DCA בלבד במועד זה (איור 4). אולם, בגין הופעת שיעורים נמוכים של גומה וריקבוני בכל הטיפולים, ללא הבדלים מובהקים, לא נתקבלו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בשיעורי הפרי התקין.

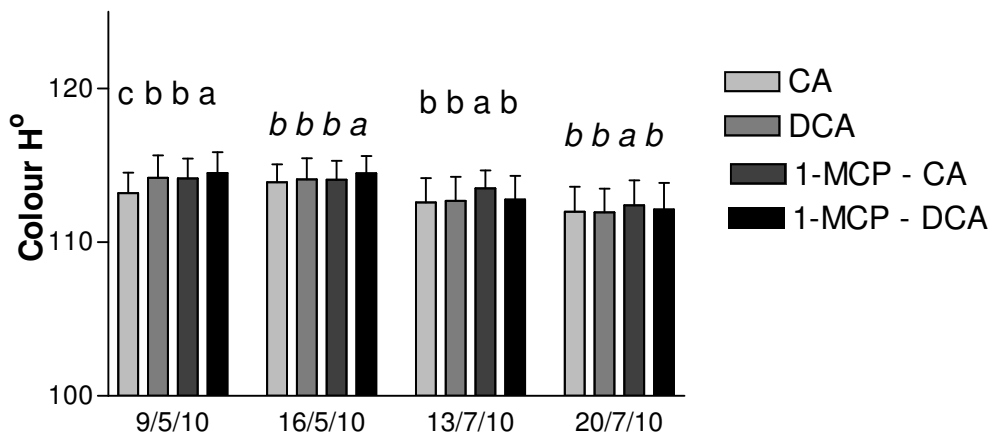
לא נבדלו הטיפולים באיכות הפנימית של הפרי ובטעמו, למרות שבהשוואה בין 9 ל-7 חודשי אחסון, חלה ירידה מובהקת בטעם הפרי והופעה מסוימת של נזקי CO₂ בציפת הפרי, שלא הופיעו בבדיקה המוקדמת. השחרת מכות שמש במהלך האחסון לא הושפעה באף אחד מהטיפולים, מבחינת השתנות הצבע במד צבע (טבלה 2). אולם במדד מכות שמש, הפרי מהטיפול המשולב השחיר יותר מאשר בשאר הטיפולים.

טבלה 2: מדד מכות שמש¹ והשתנות צבע מכות שמש בפירות גרני מסומנים², בתום 9 חודשי אחסון בתנאים שונים.

הטיפול	מדד מכות שמש (1-4)	שינוי צבע Δ L	Δ H ⁰
CA	1.96 b	-14.2±7.64	14.6±8.24
DCA	1.98 b	-17.8±10.41	16.5±9.53
1-MCP /CA	1.92 b	-14.1±5.14	16.0±7.37
1-MCP /DCA	2.15a	-13.8±6.22	17.3±5.23
מובהקות (P)	0.022	ל.מ	ל.מ

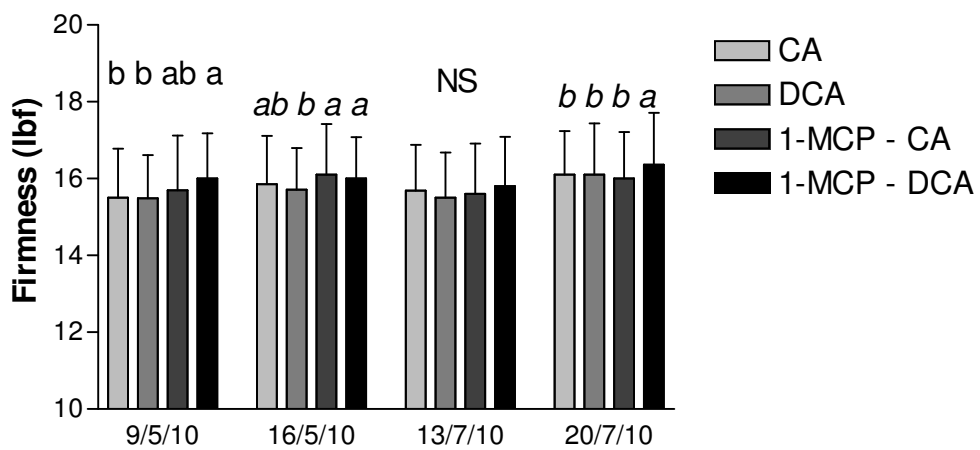
¹ מ-1 (השחמה קלה) עד 4 (השחמה) בממוצע לכ-40 פירות לחזרה

² הפרשים במדידות שנעשו באזור מסומן על גבי מכות השמש ב-10 פירות בעת הקטיף ובתום האחסון.



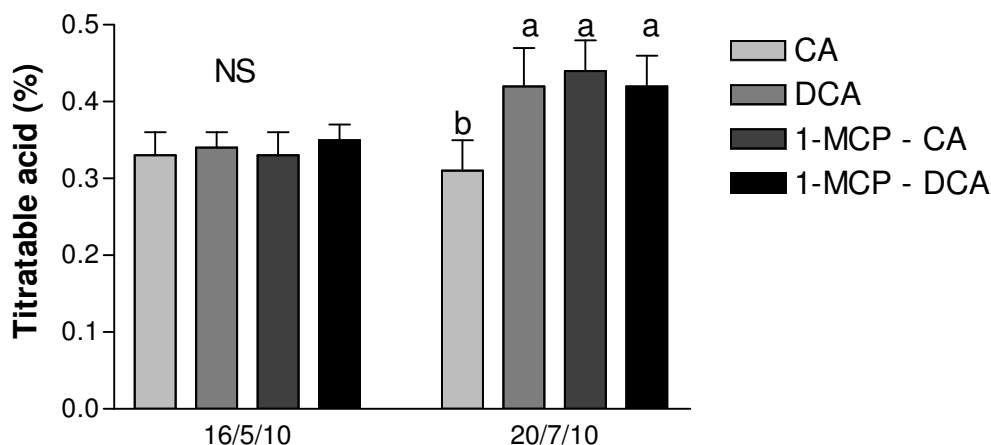
איור 1: השפעת תנאי האחסון על צבע הפרי בעת ההוצאה מקירור ב- 0°C (9/5/10 ו- 13/7/10) ולאחר שבוע ב- 20°C (16/5/10 ו- 20/7/10).

a-c, a-b – עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

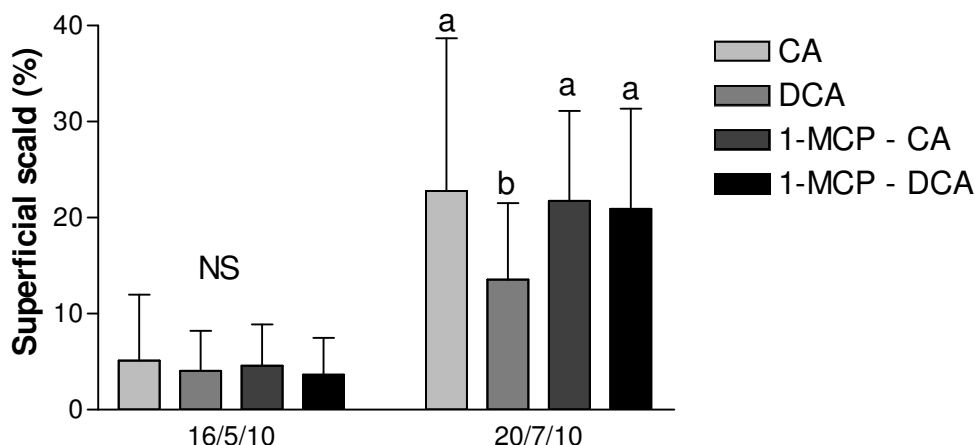


איור 2: השפעת תנאי האחסון על קשיות הפרי בעת ההוצאה מקירור ב- 0°C (9/5/10 ו- 13/7/10) ולאחר שבוע ב- 20°C (16/5/10 ו- 20/7/10).

a-b, a-b – עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. NS – לא מובהק.



איור 3: השפעת תנאי האחסון על רמת החומצה בפרי בתום חיי המדף לאחר האחסון בקירור a-b – עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$ NS – לא מובהק.



איור 4: השפעת תנאי האחסון על התפתחות צרבון שטחי בתקופת חיי המדף ב- 20°C a-b – עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$ NS – לא מובהק.

סיכום

בהשוואה שנערכה בין יעילות היישום של סמארט-פרש ושל האחסון באוויר מבוקר דינמי, נמצא שלאחר 9 חודשי אחסון האוויר המבוקר הדינמי היה יעיל יותר בהפחתת שיעור הצרבון השטחי שהתפתח באחסון. לעומת זאת, הטיפול בסמארט-פרש שמר טוב יותר מהא.מ.ד על צבע הפרי הירוק ועל קשיות הפרי הן בקירור והן בחיי מדף. ראוי לציין שלרוב לא נבדלה איכות הפרי בשני הטיפולים, הן במראה החיצוני והן בטעמו ובאיכותו הפנימית. לאף אחד מהטיפולים לא הייתה השפעה על השחרת מכות השמש בפרי, שהתפתחה בכל טיפולים במהלך הקירור בפירות שהיו נגועים ברמה בינונית בתחילת הניסוי.

2. בחינת האינטראקציה שבין עומס היבול ומועד קטיף דלישס זהוב בהשפעתם על איכות הפרי ומשך האחסון.

בשיתוף עמוס נאור – מו"פ צפון ואפרים לוינסון – מנהל המחקר החקלאית נווה יער

מבוא

בניית התחשיב למטעי התפוח מניחה פדיון במחירי השוק העולמי. שמירה על ריווחיות במחיר השוק העולמי מחייבת יבולים גבוהים ויציבים וספק אם רוב מטעי התפוח וזני התפוח יכולים להשיג יעד זה. יצור של פרי איכותי שיגבה פרמיה, יאפשר שמירת ריווחיות ביבולים ברי השגה ומחקר זה יעסוק בפיתוח פרוטוקול גידול (עומס יבול, מועדי קטיף, משכי אחסון) שיביא לקבלת פרי איכותי הפודה פרמיה. ברור שדחיית הקטיף משפרת את טעם הפרי אך ברור באותה מידה שדחיה זו עלולה לפגוע בכושר השתמרות הפרי באחסון.

יש מקום לבחון אפשרות פיתוח מותג של תפוח ישראלי טעים לשיווק לאירופה עד חג המולד. על מנת לייצר תפוח ישראלי טעים בצורה הדירה יש צורך להגדיר את המימשק לקבלת פרי זה, מימשק שיכלול: עומס יבול, תנאי הבשלה בקטיף, צורת קטיף (דחיית הקטיף תגדיל רגישות פרי למכות מכניות), משך ותנאי אחסון ותנאי הובלה לשווקים.

מטרת המחקר היא לבחון את האינטראקציה שבין עומס יבול, מצב הבשלה בקטיף ומשך האחסון על איכות תפוח

חומרים ושיטות

הניסוי בוצע בברעם בגליל העליון בזן זהוב בוגר. נבחר מטע אחיד בעל פוטנציאל יבול גבוה. בוצע דילול פרי ליבולים של 3, 5, 7, ו-9 טון/דונם (היבולים נבחרו בהסתמך על תוצאות הקדמיות). בוצע מעקב הבשלה בכל אחד מהטיפולים ונקבע מועד תחילת ההבשלה על פי רמת פרוק עמילן 3. בכל אחד מרמות היבול בוצעו ארבעה קטיפים ברמות פרוק עמילן עולות. בכל צרון של עומס יבול X עיתוי קטיף היו ארבע חזרות כאשר כל חזרה היה עץ בודד בעומסים הגבוהים – בעומס הנמוך היו שני עצים לכל חזרה על מנת להבטיח קבלת מספר הפירות הדרוש לבדיקות שלאחר הקטיף. היבול מכל עץ נקטף ונשקל במועד אחד. בעת הקטיף נדגם (בזהירות מירבית) פרי בקוטר מיצג. הפרי שניקטף אוחסן באווירה מבוקרת בתנאים המקובלים והאחסון בוצע למשכים של 6, 11 ו-16 שבועות. (הפרי מהקטיף האחרון אוחסן רק ל-6 שבועות). בקטיף (0 שבועות אחסון) ולאחר האחסון, נבדקו מדדי איכות סטנדרטים (צבע רקע, רמת ייצור האתילן, קשיות, פירוק עמילן, כ.מ.מ., חומצה) ובוצע מבחן טעימה לאחר 7 ימים בתנאים של חיי מדף. מכל צרון (עומס יבול X מועד קטיף) נישלח מידגם פרי בקטיף ולאחר אחסון + חיי מדף למעבדה בנווה יער ונבדקה בו תכולה של חומרי ריח.

תוצאות ודיון

בקטיפים השנה בוצעו ב-25/8, 2/9, 15/9 ו-24/9. טווח מספרי הפירות לעץ נע מ-250 ל-740 פירות לעץ והיבול הכללי נע מ-4.7 ל-11.4 טון/דונם (טבלה 1). גודל הפרי ירד עם עומס היבול ועלה עם האחר בקטיף (לא מוצג).

טבלה 1: מספר הפירות לעץ והיבול הכללי במועדי הקטיף ובעומסי היבול השונים ב-2009.

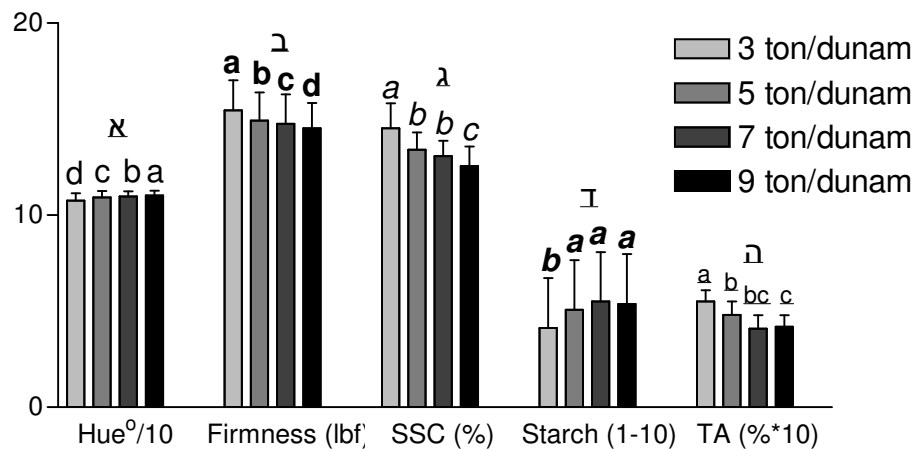
יבול כללי (טון/דונם)				מספר פירות לעץ			
24/9	15/9	2/9	25/8	24/9	15/9	2/9	25/8
4.9 d	5.4 d	4.3 d	4.2 d	233 d	265 d	249 d	245 d
8.1 c	7.7 c	7.6 c	6.3 c	409 c	419 c	445 c	410 c
10.0 b	9.3 b	8.8 b	8.4 b	550 b	568 b	603 b	583 b
12.1 a	11.4 a	11.1 a	11.1 a	708 a	722 a	749 a	771 a

השפעת גובה היבול על איכות תפוחי זהוב, הנקטפים במשך כחודש ימים ומאוחסנים בקירור באוויר מבוקר במשך 4 חודשים, מבחינת הצבע, הקשיות ותכולת הכ.מ.מ והחומצה מתוארת באיורים 1-4.

השפעת עומס היבול:

הפחתת העומס הגבירה באופן מובהק את הגוון הזהוב של הפרי, לפי כל המדדים, במיוחד H° (איור 1-א). הפחתת העומס העלתה את קשיות הפרי, באופן מובהק (איור 1-ב). קצב פירוק העמילן לא הושפע ע"י עומס עד לרמה הנמוכה ביותר, שעכבה אותו (איור 1-ד). הפחתת העומס העלתה את תכולת הכ.מ.מ באופן מובהק (איור 1-ג). תכולת החומצה בפרי ירדה באופן מובהק עם עליית רמת העומס עד ל-7 טון (איור 1-ה).

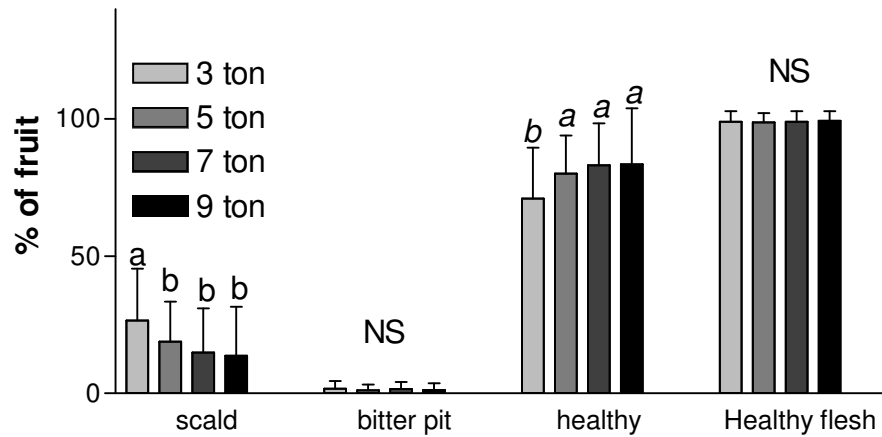
Load effect on fruit properties



איור 1: השפעת עומס היבול על מדדי הבשלת תפוחי זהוב (ערכים ממוצעים מ-4 מועדי קטיף). בכל מדד, עמודות עם אותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($p \leq 0.05$).

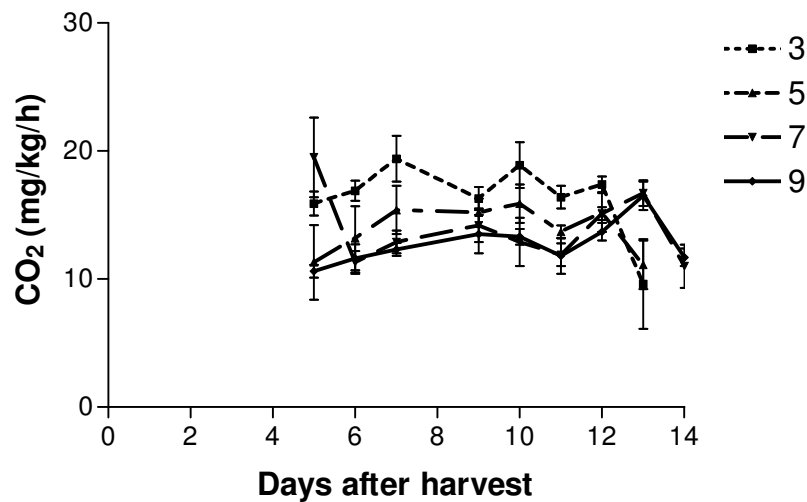
הפחתת העומס מתחת ל-5 טון העלתה באופן מובהק את רגישות הפרי לצרבון שטחי והפחיתה את שעורי הפרי התקין ולא השפיעה על שעור הגומה המרה ואיכות ציפת הפרי (איור 2). פרי מעומס 3 טון/ד' נשם בקצב מוגבר בהשוואה לפרי מעצים עמוסים יותר (איור 3).

Load effect on storage quality



איור 2: השפעת עומס היבול על איכות הפרי בתום האחסון וחיי המדף (ממוצעים מ-4 קטיפים ו-3 משכי האחסון). בכל מדד, עמודות עם אותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($p \leq 0.05$).

CO₂

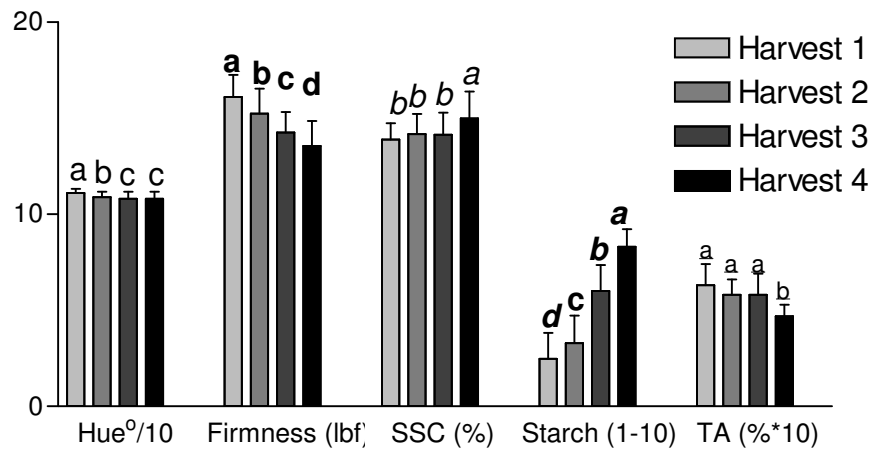


איור 3: השפעת עומס היבול על נשימת הפרי לאחר הקטיפ (קטיפ רביעי) ב-20°C.

השפעת מועד הקטיפ

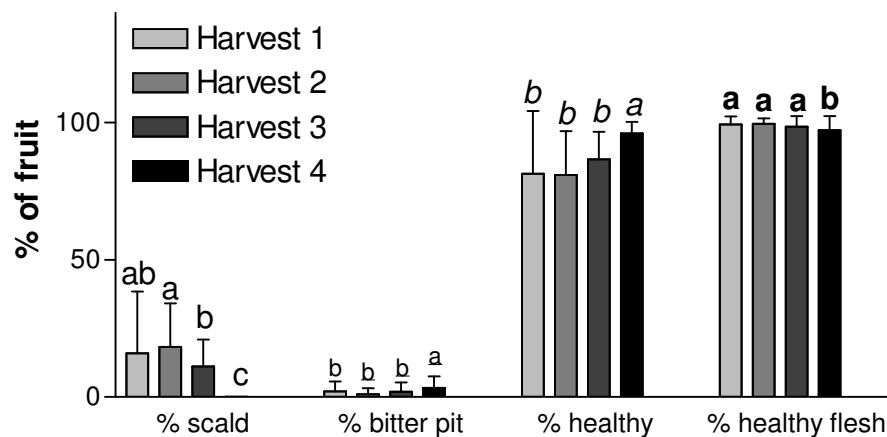
לאורך תקופת הקטיפ חלים שינויים מובהקים, המעידים על התקדמות הבשלת הפרי בקטיפ: הזהבת הצבע, התרככות הפרי, פירוק העמילן, עליה בכ.מ.מ וירידה בחומצה (איור 4). השינויים המלווים את התקדמות הקטיפ במהלך האחסון: ירידה משמעותית ברגישות לצרבון, עליה קלה בנגיעות בגומה מרה וכתוצאה מכך עליה בשיעור הפרי התקין (איור 5).

Harvest effect on fruit properties



איור 4: השפעת מועד הקטיף על מדדי הבשלת תפוחי זהוב (ערכים ממוצעים מ-4 עומסי היבול) בכל מדד, עמודות עם אותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($p \leq 0.05$).

Harvest effect on storage quality



איור 5: השפעת מועד הקטיף על איכות הפרי בתום האחסון וחיי המדף (ממוצעים מ-4 עומסים ו-3 משכי אחסון). בכל מדד, עמודות עם אותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($p \leq 0.05$).

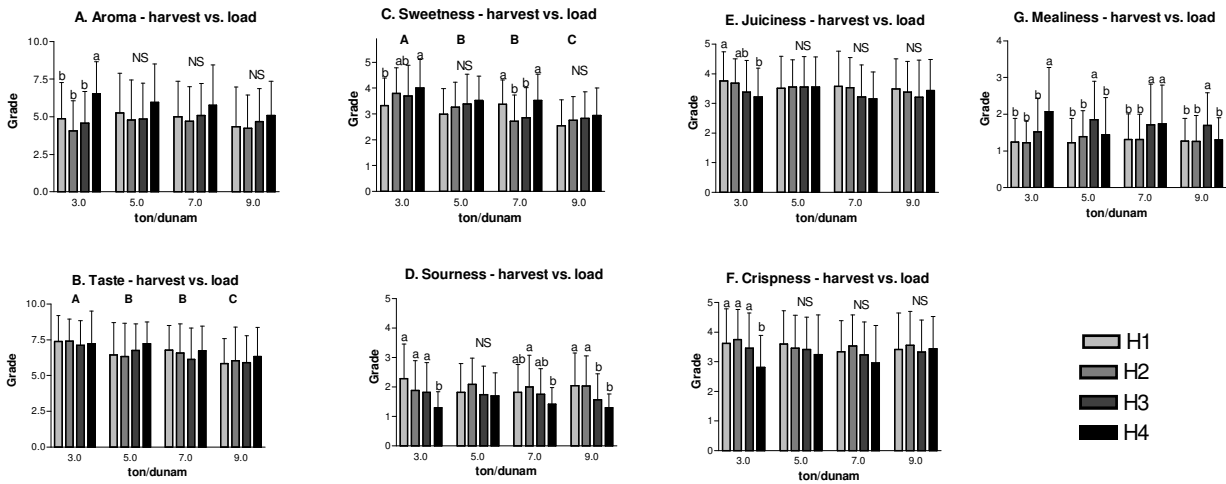
מבחני טעימה וריח

נבדקה השפעת עומס הפרי בעץ על ריח (ארומה) וטעם הפרי. מבחני הריח והטעם נערכו לאחר חיי המדף בתום תקופת הקטיף ולאחר כל הוצאה מאחסון בתום שבוע בחיי מדף. בכל מועד בדיקה נבדק מדגם של 16 תפוחים (4 מכל עומס יבול) ע"י 16 טועמים. כל תפוח נחלק ל-4 רבעים, וכל רבע תפוח נסגר בקופסת פלסטיק (250 מ"ל) למשך שעתיים בטמפ' החדר (20°C), (זמן זה נמצא בניסוי מקדים כאופטימלי לשם הבחנה בהבדלים בעצמת הריח האופייני). הטועמים התבקשו להריח ולאבחן את עוצמת הריח האופייני לתפוח (1-100) של כל מדגם מיד עם פתיחת הקופסה, כשלשם השוואה שימשה סידרת ריכוזים עולה של מיץ תפוחים - 1%, 10%, 20%, 50% ו-100% מיץ בנפח של 50 מ"ל. (מיץ התפוחים נסחט כולו לפני תחילת הניסוי - 23.8.09 - מתפוחי סטארקינג,

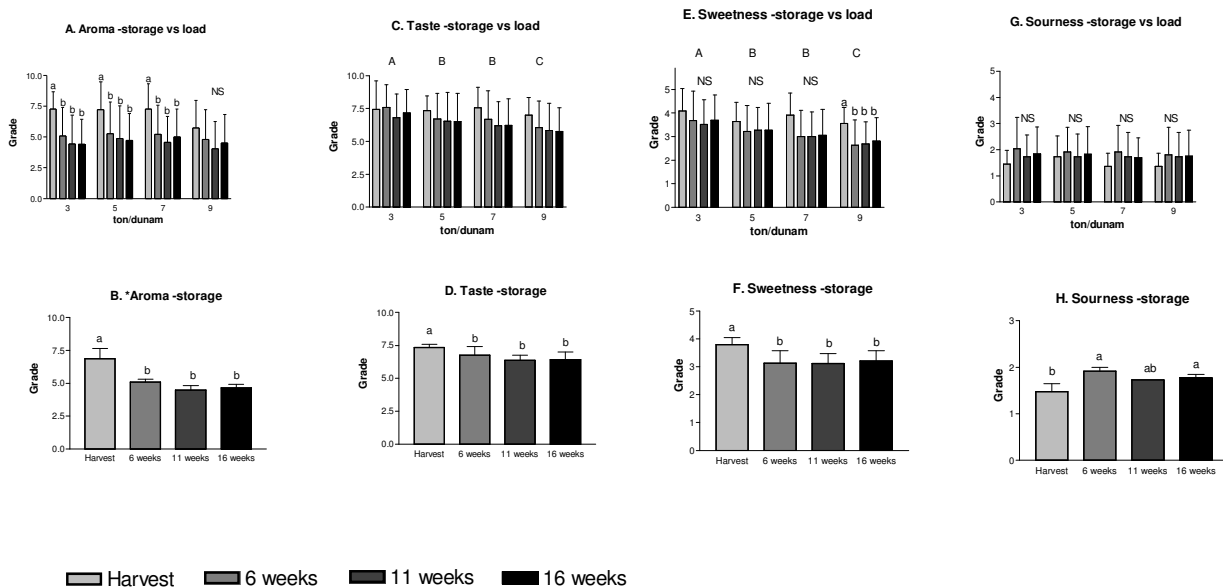
הוקפא ב 18°C - במנות קטנות וערב לפני כל בדיקה הופשרה כמות מדודה ב- 4°C . המיצים המהולים נסגרו באותם תנאים בקופסאות 250 מ"ל לקראת הבדיקה. לאחר קביעת עצמת הריח בוצע מבחן טעם על ידי אותו בודק לאותם רבעי תפוח, לשם השוואה בין הטיפולים השונים. **ניחוח הפרי** – לא הושפע ע"י העומס (איור 6A), אולם בעומס הנמוך הושפע ע"י מועד הקטיף (איור 7A). בקטיף האחרון הוגבר הניחוח (איור 8A), אולם לאחר אחסון פחת הניחוח בהשוואה לקטיף (איור 7B).

טעם הפרי הכולל – שופר ע"י הפחתת העומס, אך לא הושפע ע"י הקטיף (איורים 6B, 7C-D, 8B) וירד באחסון לעומת הקטיף (איור 7D). **הערה**: מבחני הטעימה הישוו בכל מועד את העומסים השונים. היה קשר ברור בין טעם הפרי לבין מתיקותו, שהוגברה ע"י הפחתת העומס ודחיית הקטיף (איורים 6C, 7E-F, 8C).

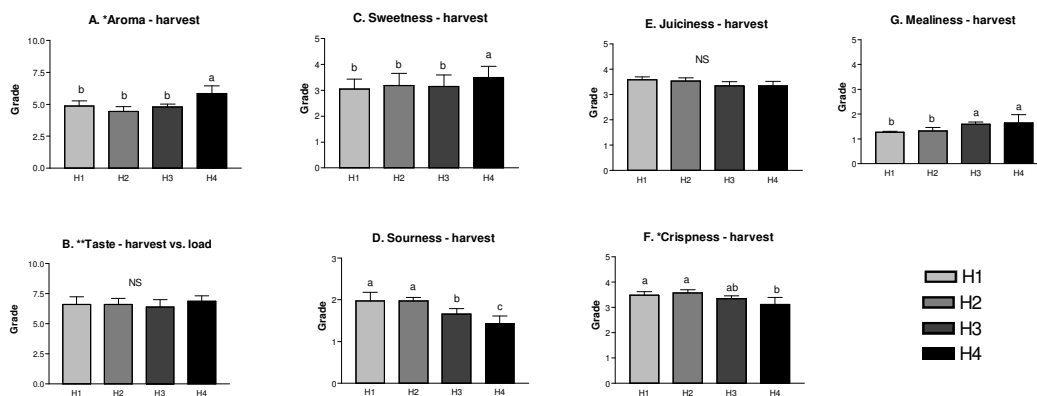
מדדי הטעם (עסיסיות, חמיצות, פציחות, קמחיות) לא הושפעו ע"י עומס היבול ומשך האחסון עד ל-4 חודשים, אולם דחיית הקטיף הפחיתה את החמיצות והפציחות והגבירה את הקמחיות באופן מובהק (איור 8G).



איור 6: השפעת עומס היבול ומועד הקטיף על ריח וטעם תפוחי זהוב (ממוצעים של משכי האחסון). a-d - המציינים הבדלים מובהקים ($p \leq 0.05$) בין מועדי הקטיף. A-C – המציינים הבדלים מובהקים ($p \leq 0.05$) בין עומסי היבול. NS – לא מובהק



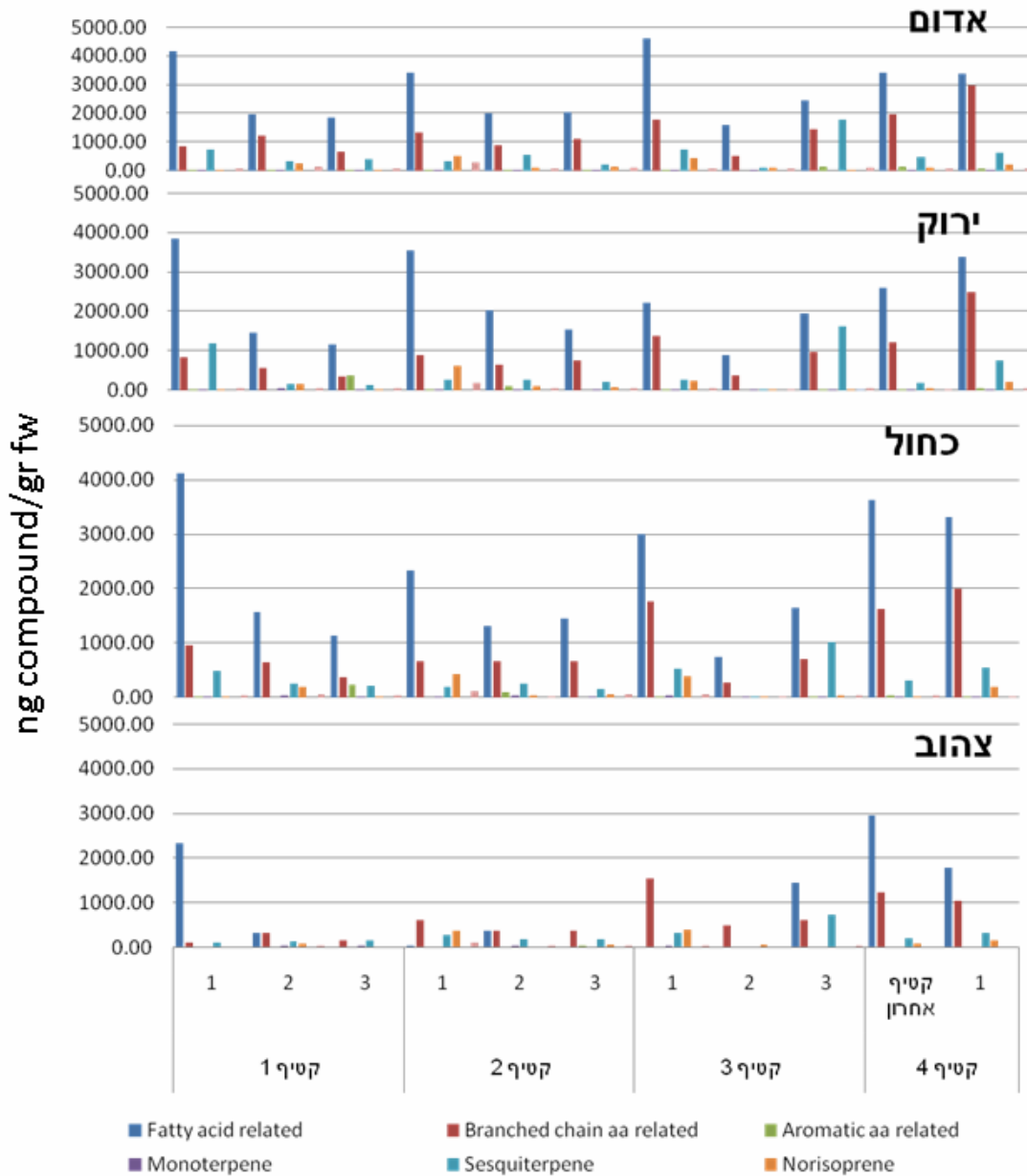
איור 7: השפעת עומס היבול ומשך האחסון על ריח וטעם תפוחי זהוב (ממוצעים של מועדי הקטיף). a-d - מציינים הבדלים מובהקים ($p \leq 0.05$) בין משכי האחסון. A-C - מציינים הבדלים מובהקים ($p \leq 0.05$) בין עומסי היבול.



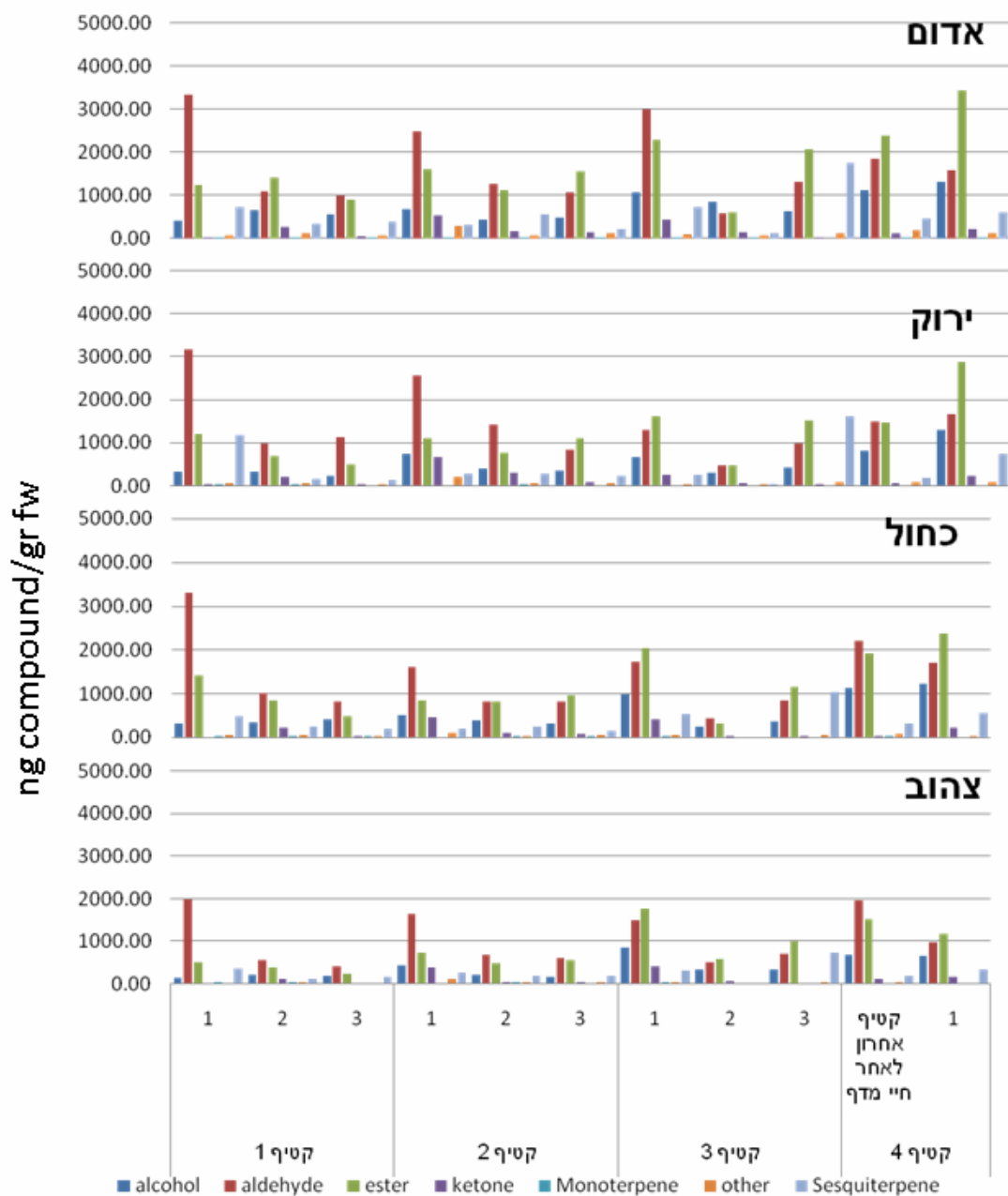
איור 8: השפעת מועד הקטיף על ריח וטעם תפוחי זהוב (ממוצעים מכלל העומסים ומשכי האחסון). a-c - מציינים הבדלים מובהקים ($p \leq 0.05$) בין מועדי הקטיף.

מרכיבי הריח

נצפתה ירידה של כלל הנדיפים (כפי שנמדדה בבדיקות ה GCMS) בטיפול העומס הגבוה (צהוב). הירידה ניכרת בנדיפים שמקורם מפירוק חומצות שומן, פירוק חומצות אמינו, ססקוויטרפנים, מונוטרפנים ונוראיזופרנים (איור 9). לקטיפים השונים לא הייתה השפעה משמעותית על הנדיפים אך חלה ירידה ברורה בנדיפים הקשורה למשך האחסון. כבר החל מהחודש הראשון הייתה הירידה משמעותית, והיא התקיימה בכל הקטיפים ובכל עמסי הפרי שנבדקו (איור 9). תופעה מעניינת נוספת היא הירידה בצבירת האסטרים הנדיפים הקשורה לעומס פרי גבוה (איור 10). במקום האסטרים, הופיעו רמות גבוהות של כהלים ואלדהידים בשני העומסים הגבוהים. התופעה מעידה כנראה על העדר פעילות מספקת של האנזים אלכוהול אצטיל טרנספראז, ההופך את הכהלים לאסטרים בפרי התפוח. הופעת אנזים זה קשורה מאד לתגובה לאתילן ולתהליך



איור 9: נתוני חומרי ארומה על פי מסלולים ביוכימיים במועדים השונים ובעמסי פרי עליהם בסדר הבא: אדום, ירוק, כחול, צהוב.



איור 10: נתוני חומרי ארומה על פי קבוצות כימיות במועדים השונים ובעמוסי פרי עולים בסדר הבא: אדום, ירוק, כחול, צהוב.

3. הערכה מחדש של טכנולוגיית האחסון של פירות דלישס זהוב לשמירת פציחות הפרי

מבוא

לאחר הצלחה ביישום טכנולוגיית "סמארט-פרש" בפירות תפוח מהזנים סטרקינג דלישס וגרני סמית, הורחב הטיפול לזן דלישס זהוב, במטרה לשמור על איכות הפרי מבחינת עסיסיות ופציחותו במשך תקופות אחסון ארוכות עד ל-10 חודשים. בעוד שבזנים סטרקינג וגרני סמית נדרש יישום של התכשיר 1-MCP (שם מסחרי "סמארט-פרש") למניעת התפתחות המחלה הפיזיולוגית צרבון שטחי, הרי הזן דלישס זהוב בד"כ אינו מטופל למניעת התפתחות מחלה זו, מאחר ורגישותו של זן זה למחלה היא מעטה. עם זאת, ישנן שנים (בד"כ שנים חמות במיוחד), בהן המחלה מופיעה גם באחסון הזן הזה, אך קשה לחזות זאת מראש. אי לכך, ליישום של טכנולוגיית הסמארט-פרש בזן זהוב עשוי להיות יתרון כפול – הסרת החשש של התפתחות הצרבון ושמירת איכותו האורגנולפטית. אולם, במהרה התברר שתגובת תפוחי זהוב לטיפול בסמארט-פרש אינה אחידה ולעתים הופיע פגם בקליפת הפרי שנקרא בלע"ז Diffuse skin browning או בקיצור DSB. בנוסף הופיעו בספרות באותה עת דיווחים על נזק CO₂ בתפוחי זהוב. בשנה הראשונה בה נבדקה בארץ תגובת הזהוב לטיפול, לא נראה נזק כלשהו. אולם, ביישום המסחרי הראשון, שנבדק בשנת 2004 נגרם נזק רב. בדיקה ראשונית הצביעה על רגישות שונה של פרי ממטעים שונים, שלא היתה קשורה למצב הבשלת הפרי בעת הקטיף. מבין הגורמים השונים שנבדקו עד כה, נראה היה שלטמפרטורת האחסון ולהרכב האווירה אחרי הטיפול עשויה להיות השפעה על היקף ועצמת הנזק. מטרת המחקר, היא התאמת טמפרטורת האחסון ונוסחת האוויר המבוקר לטכנולוגיית יישום הסמארט-פרש באחסון תפוח מזן דלישס זהוב, ללא נזק לקליפת הפרי. השנה התמקדנו בטמפרטורות היישום והאחסון.

חומרים ושיטות

בניסוי מעבדתי נדגם פרי מ-6 מטעים (מחצית מרמת הגולן ומחצית ממרום הגליל) במועד קטיף אחד, במטרה לקבוע את משטר הטמפרטורות המיטבי לפני הטיפול בסמארט-פרש והאחסון באוויר מבוקר, בהקשר לתופעת ה-DSB ואיכות הפרי. לאחר חשיפת הפרי ב-7°C נבדקו שתי תקופות לקירור הדרגתי עד האחסון באוויר מבוקר – 6 ו-18 יום בהשוואה לטיפול ב-7°C, ללא קירור הדרגתי לאחר הטיפול. (לפירוט הטיפולים ראה איור 1). כמו-כן נבדקה האפשרות לאחסון פרי מטופל ב-1-MCP ב-1°C, ללא כיסוי בשקיות פוליאאתילן וחושבו העלויות בהשוואה לאחסון הקונבנציונלי.

ניסוי חצי מסחרי – מטרתו היתה הערכת יעילות הקירור הדרגתי ל-5°C בשילוב מתן 1-MCP בתפוח זהוב, טרם אחסונו באוויר מבוקר ב-0°C. תפוחי דלישס זהוב נדגמו ביום הקטיף (14.9.09) מתוך מיכלי קטיף מסחריים אשר הגיעו לבית האריזה "קרור גליל" מ-4 מטעים (חזרות) – שניים מגליל עליון ושניים מרמת הגולן. 8 תיבות

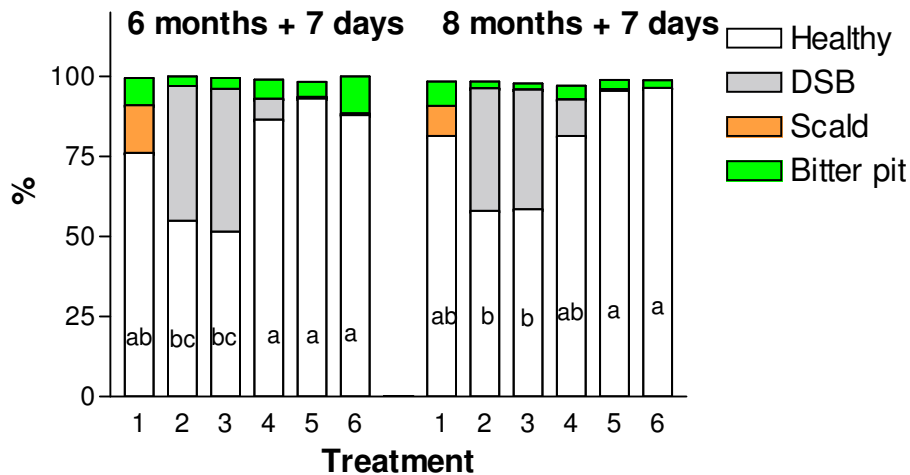
המכילות 50 פירות נדגמו מכל מטע וחולקו באופן שווה (2 תיבות לכל טיפול) ע"פ הטיפולים הבאים :

1. בקורת – אחסון מידי ב- 1°C באוויר רגיל לשבועיים.
2. 1-MCP 0.6 ח"מ למשך 24 שעות ב- 1°C ואחסון הפרי ב- 1°C באוויר רגיל לשבועיים.
3. אחסון ב- 5°C וקירור הדרגתי (1°C כל 3 ימים) עד הגעה ל- 0°C .
4. 1-MCP 0.6 ח"מ למשך 24 שעות ב- 5°C וקירור הדרגתי (1°C כל 3 ימים) עד הגעה ל- 0°C .

לפני החשיפה ל-1-MCP קורר הפרי במשך הלילה לטמפרטורה התחלתית המתאימה לכל טיפול, ולאחר מכן הוא הועבר לתיבות עטופות (LDPE מחוררות בעובי 0.4 מ"מ). בסוף הקירור ההדרגתי הועברו כל התיבות לאחסון בחדר מסחרי, באוויר מבוקר ב- 0°C , $1.5\% \text{O}_2 + 2\% \text{CO}_2$ (1.10.09). לאחר 20 שבועות הועברה תיבה אחת מכל טיפול ומכל מטע לחיי מדף על מנת לבדוק התפתחות נזק DSB בפירות מטיפול 2. שאר התיבות נשארו באחסון למשך 45 שבועות. במועד זה התבצעה בדיקת איכות חיזונית ופנימית (הרסנית) במדגם של 15 פירות מכל חזרה, לשאר הפרי הורדה העטיפה והוא נבדק לאחר חיי מדף. בנוסף לבדיקת האיכות החיזונית שבוצעה ל-40-50 פירות התבצעו בדיקות נוספות ל-10 פירות מכל חזרה: מדידת צבע (מינולטה CR-400), קושיות (פנטרומטר מדגם Penefel), בדיקת אתילן (1 ו-7 ימים לאחר ההוצאה מאחסון), רמת הכ.מ.מ והחומצה המטוטרת בדגימת מיץ, איבוד משקל ואיכות פנימית של הציפה. מבחן טעם נערך לאחר חיי מדף על ידי צוות של 5 טועמים.

תוצאות

ניסוי מעבדתי: אף על פי שבקטיף נתקבלו הבדלים מובהקים בין מדגמי הפרי מהמטעים השונים במדדי ההבשלה, שהצביעו על הבדלים מהותיים בדרגת בשלות הפרי, לא נבדלו המדגמים בתגובתם לטיפול ב-1-MCP ועל כן מוצגים נתונים ממוצעים בלבד. בשנה זו כל הפרי היה רגיש ל-DSB כאשר הטיפול ב-1-MCP בוצע מיד לאחר הקירור, בין אם הטיפול ניתן ב- 1°C או ב- 7°C (איור 1). בטיפולים בהם הופעלו תנאי אוויר מבוקר ב- 1°C לאחר לפחות 7 ימים מקטיף (טיפולים 4, 5, 6) הופחת הנזק באופן מובהק. לא נמצא הבדל בין קרור הדרגתי במשך שבוע ו-3 שבועות (טיפולים 5 ו-6), אולם נמצא מעט נזק כאשר הקרור ל- 1°C היה מיד לאחר החשיפה (טיפול 4). צמצום הנזק במקרה זה כנראה נבע מהשהיית הפרי ב- 7°C במשך שבוע ימים לפני החשיפה. מעניין לציין שבשנה זו הופיע צרבון שטחי בשעור נמוך בפרי הבקורת (טיפול 1) בתקופת חיי המדף, שנמנע כליל ע"י כל טיפולי ה-1-MCP. שעורים נמוכים של גומה מרה נתקבלו בכל הטיפולים ללא הבדלים מובהקים.

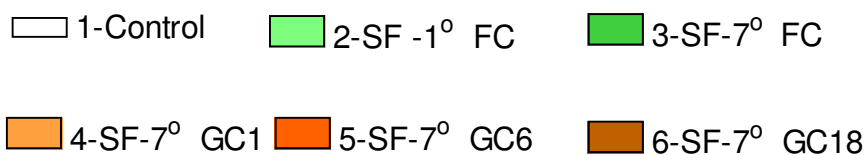
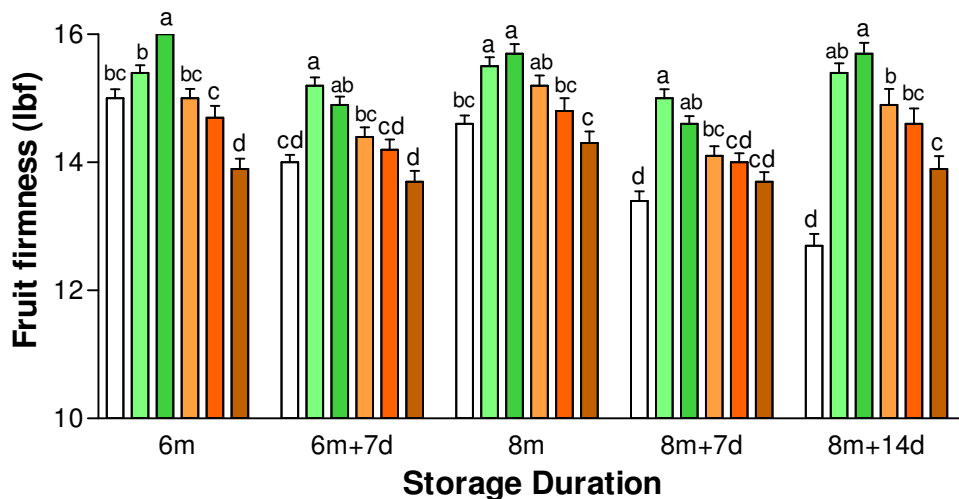


איור 1: איכות תפוחי זהוב לאחר שבוע בחיי מדף בתום אחסון באוויר מבוקר (א.מ) ב-1°C במשך 6 ו-8 חודשים.

a-c – קטעי עמודות עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.
הטיפולים:

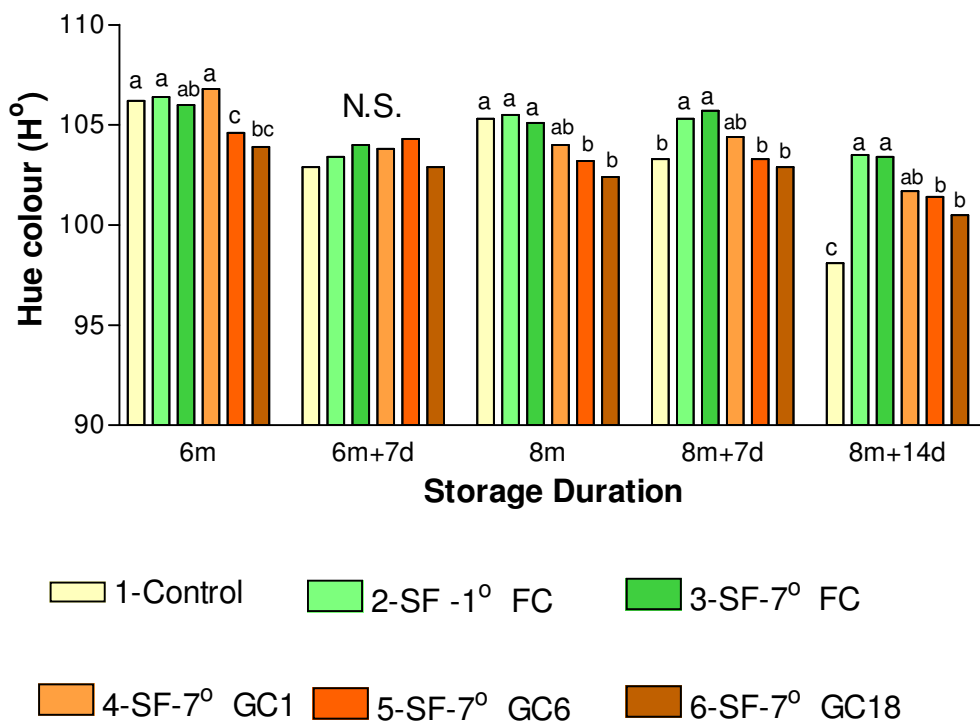
- 1 – בקורת – הכנסה לא.מ 3 ימים לאחר הקטיף.
- 2 – 24 שעות ב-0.6 ח"מ סמארט-פרש ב-1°C למחרת הקטיף והכנסה לא.מ 3 ימים לאחר הקטיף.
- 3 – 24 שעות ב-0.6 ח"מ סמארט-פרש ב-7°C למחרת הקטיף והכנסה לא.מ 3 ימים לאחר הקטיף.
- 4 – 7 ימים ב-7°C, 24 שעות ב-0.6 ח"מ סמארט-פרש, קרור ל-1°C והכנסה לא.מ 10 ימים לאחר הקטיף.
- 5 – 7 ימים ב-7°C, 24 שעות ב-0.6 ח"מ סמארט-פרש, קרור הדרגתי ל-1°C (1°C ליממה) והכנסה לא.מ 15 ימים לאחר הקטיף.
- 6 – 7 ימים ב-7°C, 24 שעות ב-0.6 ח"מ סמארט-פרש, קרור הדרגתי ל-1°C (1°C ב-3 ימים) והכנסה לא.מ 26 ימים לאחר הקטיף.

קצב התרככות הפרי לרוב הואט ע"י החשיפה ל 1-MCP (איור 2), אולם ככל שמשך השהייה מעל ל-1°C התארך, הוגבר קצב התרככות הפרי ורק לאחר 8 חודשי אחסון ושבועיים בחיי מדף היתה קשיות הפרי בכל טיפולי הסמארט-פרש גבוהה במובהק מקשיות פרי הבקורת. בכל מועדי הבדיקה האחרים לא נמצא הבדל מובהק בין קשיות פרי שקורר מ-7°C ל-1°C במשך 3 שבועות לאחר הטיפול בסמארט-פרש לבין קשיות פרי הבקורת. ראוי לציין שפרי שקורר מיד לאחר החשיפה לסמארט-פרש לא התרכך כלל עד לסוף הניסוי, בין אם הטיפול בוצע ב-1°C או ב-7°C.



איור 2: השפעת טיפולים בסמארט-פרש עם משטרי טמפרטורה שונים על קשיות תפוחי זהוב במהלך האחסון וחיי המדף. (לפרוט טיפולים ראה איור 5).

תמונה דומה התקבלה לגבי צבע הפרי (איור 3). פרי הבקורת היה צהוב מדי מבחינה שיווקית בתום הניסוי ופרי מטופל בסמארט-פרש היה ירוק מדי בתום הניסוי, כשהוא קורר מיד לאחר הטיפול. אולם, פרי שהושהה ב-7°C (טיפולים 5 ו-6) אחרי יישום הסמארט-פרש קיבל את הצבע הרצוי לשיווק הפרי. פרי שהושהה ב-7°C לפני היישום וקורר מיד לאחריו (טיפול 4), לא הצהיב במידה מספקת. העיכוב בקצב התרככות הפרי ובהתפתחות הצבע בחיי מדף בעקבות הטיפול ב-1-MCP, נבעו כפי הנראה מעיכוב ייצור האתילן לאחר הוצאת הפרי מקירור (טבלה 1).



איור 3: השפעת טיפולים בסמארט-פרש עם משטרי טמפרטורה שונים על צבע (מדד H°) תפוחי זהוב במהלך האחסון ואחריו.

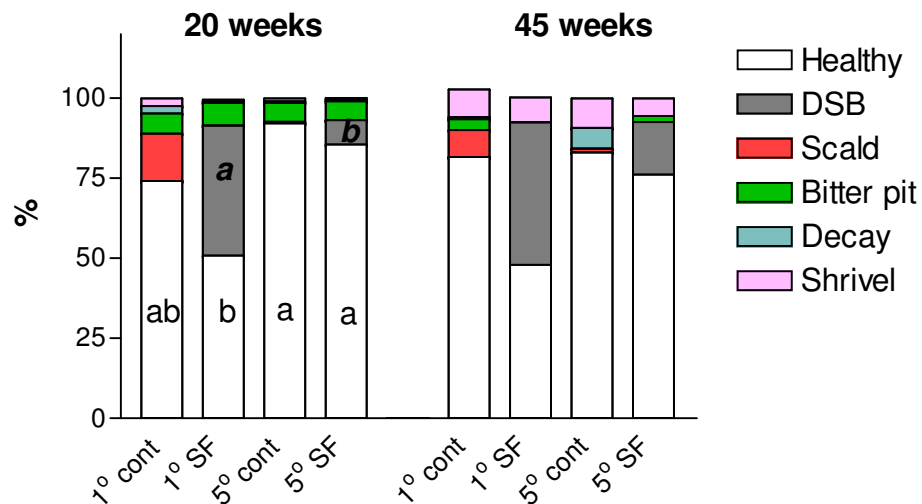
טבלה 1: השפעת טיפולים בסמארט-פרש עם משטרי טמפרטורה שונים על קצב ייצור אתילן, הפסד משקל וטעם הפרי בתום 8 חודשי אחסון באוויר מבוקר, למחרת ההוצאה מקירור (יום) ולאחר שבוע ימים בחיי מדף.

טעם כולל (1-10)	מדדי טעם לאחר חיי מדף (1-5)			הפסד משקל (%)		ייצור אתילן $\mu\text{l}/\text{kg}/\text{h}$		טיפול מס'
	עסיסיות	פציחות	מתיקות	7 ימים	יום	7 ימים	יום	
6.4b	3.2	2.2c	3.8	4.40a	2.97a	97.1a	19.7a	1
8.4a	4.2	4.6a	4.2	2.86b	1.50b	1.2b	0.6b	2
8.6a	4.0	3.8abc	3.8	2.80b	1.31b	0.5b	0.3b	3
7.0ab	3.6	4.2ab	3.2	3.05b	1.59b	3.3b	0.5b	4
7.6ab	4.0	4.0ab	3.8	3.00b	1.30b	5.0b	0.2b	5
6.8ab	2.8	2.8bc	4.0	3.97a	2.37a	5.1b	0.4b	6

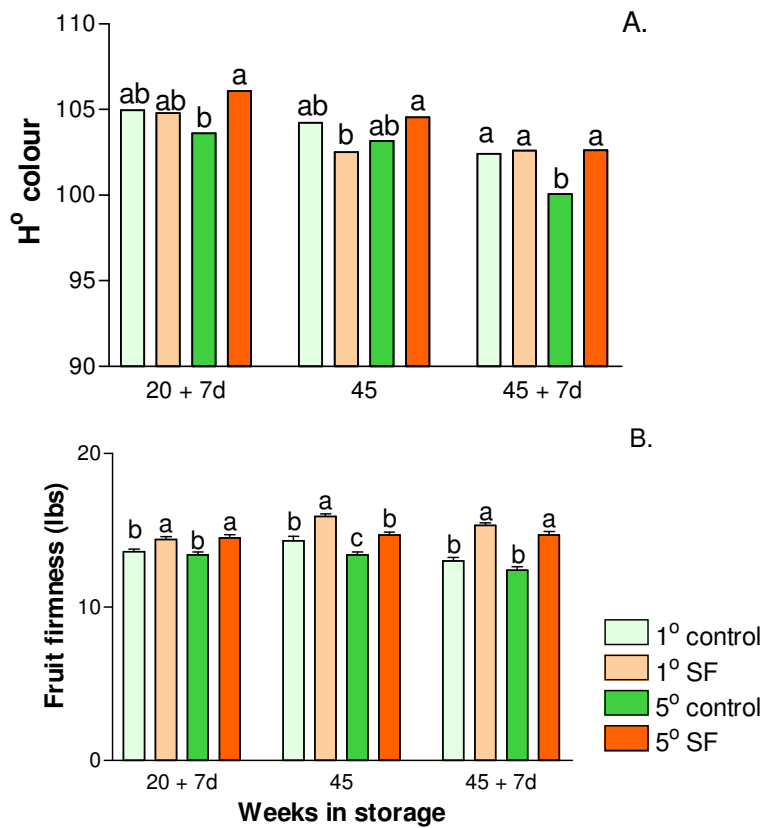
ניתן לראות שלאחר 7 ימי חיי מדף, פרי שהושהה ב- 7°C לפני ואחרי החשיפה התחיל לייצר אתילן ברמה גבוהה יותר מאשר פרי שלא שהה ב- 7°C לפני האחסון באוויר מבוקר. אולם, עדיין לא נתקבל הבדל מובהק בהשוואה לפרי הבקורת שייצר הרבה אתילן. עיכוב ייצור האתילן עיכב בוודאי גם את קצב נשימת הפרי (לא נבדק אך התופעה נמצאה בניסויים קודמים) וזו כפי הנראה

הסיבה להפחתת ההפסד במשקל הפרי שנתקבלה בכל טיפולי ה-1-MCP, למעט פרי שהיה כמעט חודש ימים ב-7°C (טיפול 6). לגבי טעם הפרי, טיפולי ה-1-MCP ללא קרור הדרגתי הניבו את הפרי הטעים והפציח ביותר. השהייה בטמפרטורה של 7°C לפני או אחרי החשיפה הפחיתו את השפעת הטיפול ב-1-MCP ולאחר שהייה של כמעט חודש ימים (טיפול 6), טעם הפרי לא נבדל מטעם פרי הבקורת. טיפולי הסמארט-פרש לא השפיעו כלל על כמות הכ.מ.מ, החומצה והאיכות הפנימית של הפרי (נתונים אינם מוצגים).

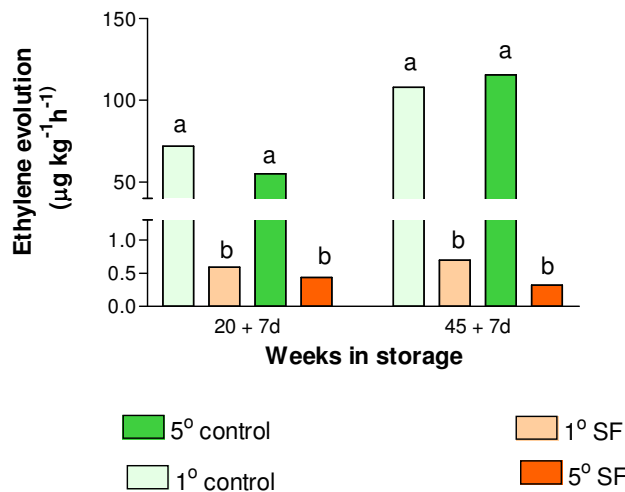
ניסוי חצי-מסחרי - על מנת להפחית את השפעות השהיית הפרי ב-7°C לאחר הטיפול על מדדי הבשלה כגון קשיות וצבע, נערך ניסוי של טיפול בפרי ב-5°C וקירור הדרגתי ל-1°C במשך שבועיים. אולם, בטיפול זה עדיין נתקבל שעור נמוך של DSB, שאמנם עוכב באופן מובהק לעומת הטיפול ב-1°C (איור 4), וגם נמצא בו יתרון מבחינת שמירת צבע וקשיות הפרי (איור 5). הצהבת פרי הבקורת בעת הקרור ההדרגתי והתרככות הפרי בחיי מדף נמנעו ע"י הטיפול בסמארט-פרש. שתי התופעות נבעו כפי הנראה מעיכוב ניכר בייצור האתילן (איור 6), שתרגם גם לשמירת איכות טעם הפרי מבחינת העסיסיות והפציחות שלו (איור 7).



איור 4: המראה החיצוני של תפוחי זהוב שטופלו בסמארט-פרש (SF) ב-1°C או ב-5°C, עם קרור הדרגתי ל-1°C, לאחר שבוע ימים בחיי מדף.

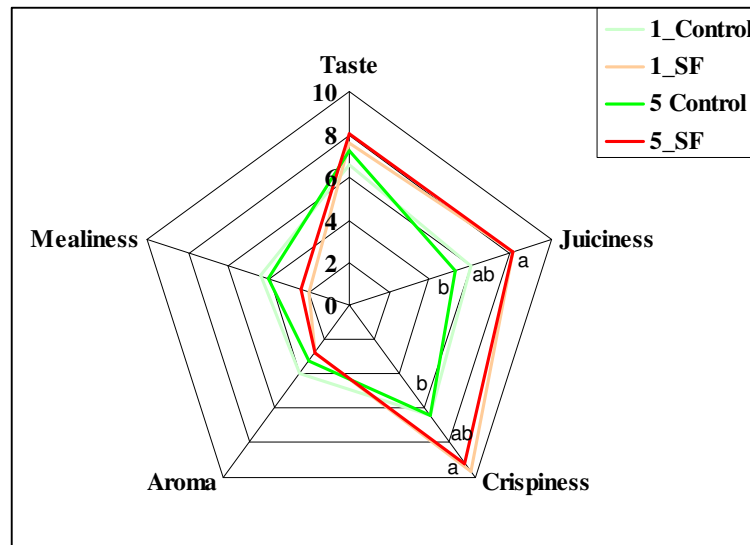


איור 5: השפעת סמארט-פרש (SF) במשטרי טמפרטורה שונים על צבע (A) וקשיות (B) תפוחי זהוב בתום תקופות קרור שונות בעת ההוצאה מקרור ולאחר שבוע בחיי מדף.



איור 6: ייצור אתילן ע"י תפוחי זהוב שטופלו ב-1-MCP בטמפרטורות שונות, שבוע לאחר ההוצאה מקרור.

a-b – עמודות עם אותיות שונות בכל מועד נבדלות ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.



איור 7: השפעת יישום 1-MCP בשני משטרי טמפרטורה על מדדי טעם הפרי בתום חיי המדף, לארח 45 שבועות אחסון. a-b – אותיות שונות מציינות הבדל מובהק בין הממוצעים ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.

לאור העובדה, שהטיפול בסמארט-פרש אינו זול, נערך חישוב של החיסכון באנרגיה ובהוצאות הכרוכות בעטיפת מיכלי הפרי (טבלה 2). עד להפעלת האוויר המבוקר, החסכון הוא בצורך להוריד את טמפרטורת הפרי מהר ככל האפשר ל- 0°C , בלוגיטיקה הכרוכה בכיסוי מיכלי הפרי, ובעלות הכיסוי. לאחר הפעלת האוויר המבוקר קיים חסכון בהפעלת המכשור לספיחת CO_2 מאחר שחל עיכוב בקצב נשימת הפרי וחסכון נוסף באנרגיה הדרושה לשמור על טמפרטורת הפרי ב- 1°C במקום ב- 0°C .

טבלה 2: חיסכון באנרגיה ועלות העבודה הודות לשינוי שיטת האחסון עבור תפוחי זהוב מטופלים בסמארט-פרש (הערכים הם אחוז מעלות שיטת האחסון הנהוגה).

תקופת האחסון	המרכיב	העלות בשיטה הישנה כאחוז מסה"כ העלות עד להפעלת אוויר מבוקר	העלות בשיטה החדשה כאחוז מהשיטה הישנה
לפני הפעלת אוויר מבוקר	האנרגיה לקרור מוקדם	38.5	27.3
אוויר מבוקר	הפעלת מלגזות עטיפת המיכלים	31.5	38.9
אוויר מבוקר	ספיחת CO_2 קרור הפרי	30.0	0

מהו הגורם ל-DSB?

במטרה להבין את הגורם לשינויי הגוון המופיעים בקליפת תפוחי זהוב נבדקו מספר תכונות של רקמות קליפה נגועה וקליפה תקינה בתפוחים מטופלים ב-1-MCP ובקליפה תקינה של פרי הבקורת. מאחר שהמופע של DSB דומה לזה של צרבון שטחי קל, נבדקו תכולת האלפה-פרנסן ותוצרי חמצונו. כמו-כן, נבדקו תכולת הכלורופיל ופעילות המערכת הפוטוסינתטית בהקשר לשינויים בגוון ונבדקה דליפת הממברנות כעדות לתקינות תאי הקליפה. הבדיקות נערכו בעת ההוצאה מקירור לאחר 6 ו-8 חודשי אחסון וכעבור שבוע ימים בחיי מדף ולא נמצאו הבדלים כלשהם באף אחד מהמדדים במועדים אלה. אולם, לאחר שבועיים בחיי מדף בתום 8 חודשי אחסון נתגלו הבדלים בין פרי בקורת ופרי מטופל (טבלה 3), אך עדיין ללא הבדל בין קליפה תקינה וקליפה נגועה, בפירות המטופלים ב-1-MCP.

טבלה 3: השפעת הטיפול בסמארט-פרש על תכונות הקליפה בתפוחי זהוב לאחר 8 חודשי אחסון באוויר מבוקר ושבועיים בחיי מדף.

דליפה (%)	פעילות פוטוסינתטית			כלורופיל (מ"ג/ס"מ ²)	CT ₂₈₁ **	A ₂₃₂ *	הטיפול	מועד הבדיקה
	Fm	Yield	Ft					
40.3	0.856	0.620	0.296	1.66	0.029	0.261	בקורת	בהוצאה
39.2	0.956	0.658	0.318	1.17	0.027	0.217	SF	מקרור
34.6b	0.569b	0.558b	0.221b	1.83a	0.058a	0.546a	בקורת	לאחר חיי מדף
38.8a	0.853a	0.649a	0.292a	1.04b	0.017b	0.136b	SF	

* בליעה של אלפה-פרנסן

** תוצר חמצון של אלפה-פרנסן

הנתונים מצביעים על כך שהפעילות הפוטוסינתטית בכלורופיל של הפירות המטופלים ב-1-MCP טובה מזו של פירות הבקורת לאחר חיי מדף בעוד שכמות הכלורופיל בפירות אלה יותר נמוכה. מפתיע הממצא שהדליפה מתאי הקליפה מוגברת בעקבות הטיפול, למרות שלכאורה הפרי פחות בשל. הממצא שאינו מפתיע הינו שכמות האלפה-פרנסן ותוצרי חמצונו נמוכים באופן מובהק בפרי המטופל, ממצא התומך בפעולה ההדברתית של הסמארט-פרש על מחלת הצרבון השטחי.

סיכום ודיון

במסגרת שלוש שנות מחקר פותחה טכנולוגיה ליישום 1-MCP בתפוחי זהוב, המאפשרת שמירת איכות פרי טובה במשך 9-10 חודשי אחסון באוויר מבוקר, ללא התפתחות נזקים בקליפת הפרי, כפי שנצפו ביישומים הראשונים של הטיפול בזן זה. ניסיונו ללא הצלחה, להבין את הסיבות לנזקי הקליפה בגין הטיפול. אך למרות זאת, הצלחת הטכנולוגיה הוכחה ביישומה המסחרי בשנת המחקר האחרונה. בנוסף, למדנו מהי השפעתם של מספר גורמים על התהוות הנזק. ההיפותזה החדשה שעולה מממצאי המחקר היא שהנזק לקליפה נובע מחשיפת הפרי כמעט בו זמנית לשלוש

עקות – טמפרטורה נמוכה, חשיפה ל-1-MCP והפחתה מהירה של רמת החמצן. ההנחה שע"י עיתוי נכון של כל עקה והאטת קצב החשיפה, ניתן להמנע מהופעת הנזק בקליפה, שהוא כפי הנראה תוצאה של שינויים מטבוליים במספר מערכות, שאיננו יודעים עדיין מהן. רק באופן חלקי אומתה ההנחה, כי ניתן למגר את הנזק על ידי התאמת הטמפרטורה, בעת מתן טיפול ב-1-MCP לפני קירור הדרגתי של הפרי. נראה כי נזק קטן עדיין יכול להופיע לאחר טיפול ב-5°C, ולכן הטיפול המקורי שנערך ב-7°C, המלווה בקרור הדרגתי, הוא המומלץ ביותר למניעת הופעת הנזק. ויודאנו שניתן להקטין את תוספת העלות בגין הטיפול ב-1-MCP, ע"י מספר פעולות שהוא מאפשר והן: העדר הצורך בקרור מוקדם של הפרי, העדר הצורך בעטיפתו, אפשרות העלאת טמפרטורת האחסון והורדת רמת ה-CO₂. חוברת ההמלצות של המעבדה לקרור תתוקן בשנה הבאה בהתאם לממצאי מחקר זה.

4. השפעת אוקסינים על כושר השתמרות תפוח מזן קריפס פינק

בשיתוף רפי שטרן ומשה עגיב – מו"פ צפון

מבוא

בשנים 2006-8 נמצא שריסוס אוקסין במטע קריפס פינק 60 יום לאחר שיא פריחה שיפר בצורה בולטת את צבעו האדום של הפרי, אולם בשנת 2008 במינון הגבוה הבשלת הפרי זורזה מעבר למידה הרצויה.

מטרת הניסוי בעונה 2009 היתה לבחון את השפעת הטיפול במינונים נמוכים על קצב הבשלת הפרי לקראת הקטיף ועל כושר השתמרותו באחסון. כמו כן, נבדקה האפשרות להאט את קצב ההבשלה המזורז בעזרת טיפולים ב-1-MCP לאחר הקטיף.

חומרים ושיטות

הניסוי בוצע במטע אורטל במועד ריסוס, שנמצא מיטבי אשתקד – שיא פריחה + 60 יום (22.6.09).

הטיפולים ניתנו בבלוקים באקראי, ב-4 חזרות (2 עצים לחזרה), כלהלן:

1. בקורת ללא ריסוס.
 2. פריגן 12.5 ח"מ (ח.פ. 2,4-DPP)
 3. פריגן 25 ח"מ
 4. מגדילון 12.5 ח"מ (ח.פ. 2,4-DP)
 5. מגדילון 25 ח"מ
 6. פריגן 50 ח"מ
- בתאריכים 30.6, 14.7, 29.7, 29.7 ו-11.8, נדגמו 6 פירות מייצגים מבחינת גודל וצבע מכל חזרה (זוג עצים) בכל טיפול, למעקב אחר קצב נשימת הפרי וייצור האתילן. הפירות נכלאו בכלים אטומים במשך שעתיים לאחר הגעתם ל-20°C ומדגמי אוויר שנדגמו במזרקים של 2.5 מ"ל הוזרקו לגז כרומטוגרפים לבדיקת CO₂ ואתילן.
- אותן בדיקות נערכו גם בפירות שנדגמו באותה חזרה מ-5 הטיפולים הראשונים בתאריכים 2.9, 15.9, 29.9, 13.10, 19.10, 27.10, 5.11 ו-12.11. בנוסף נדגמו עוד 10 פירות מכל חזרה לבדיקות ההבשלה הבאות:

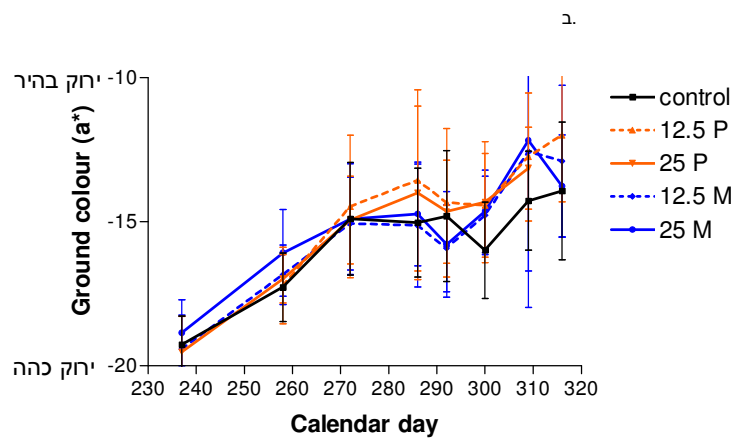
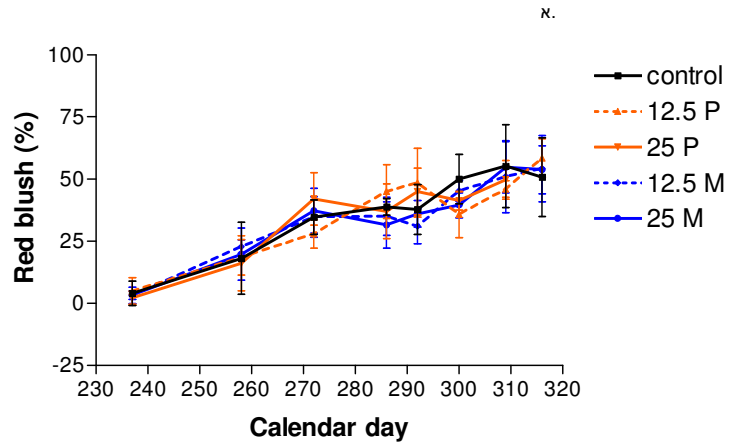
אחוז הלחי האדומה, צבע הרקע במד-צבע מינולטה, קשיות בפנטרומטר, פירוק עמילן ותכולת החומצה וכו.מ.מ במיץ הסחוט.

כשהפרי הגיע להבשלה מתאימה לאחסון נדגמו גם 2 תיבות פרי (50 פירות) מכל חזרה בטיפולים מס' 6 (ב-30.9), מס' 3 (ב-5.11) ו-מס' 1 (ב-12.11). הפרי קורר ל-0°C ביום הקטיף ותיבה אחת מכל טיפול נחשפה בקירור ל-1-MCP, 0.6 ח"מ במשך 24 שעות, לפני סגירת הפרי בתנאי אוויר מבוקר (בממוצע 2.3%O₂ +0.7%CO₂). הפרי אוחסן עד ל-12.5.10 בטמפרטורה בממוצע 0.5°C-. בשל

מצב הבשלתו המתקדם של הפרי מטיפול 6 בעת הקטיף, הוא הוצא מקירור ב-8.2.10. בעת ההוצאה מקירור נבדקה איכות כל הפרי בתיבה. לאחר הגדרת גורמי הרקבון נזרקו הפירות הרקובים, ומהפרי התקין שנשאר, נדגמו 10 פירות לבדיקת קשיות פרי וייצור אתילן (כנ"ל) ושאר הפרי הועבר ל-20°C לשבוע ימים של חיי מדף. בתום חיי המדף הפרי נבדק שוב באותה שיטה. במועד זה נדגמו 5 פירות מכל טיפול למבחן טעם בעזרת 5 טועמים.

תוצאות

הבדיקות, שהחלו בסוף אוגוסט (היום הקלנדר ה-237) ונמשכו עד 12.11.09 (היום ה-316), הצביעו על שינויים מובהקים בפרי מכל הטיפולים לאורך הזמן, בהתפתחות הצבע האדום ובהתבהרות צבע הרקע (איור 1), בהתרככות הפרי ובפירוק העמילן (איור 2), שהייתה מלווה בעליה בתכולת הכ.מ.מ (איור 3א'). אולם, לא חל שינוי עקבי ומובהק בתכולת החומצה ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במדד זה באף מועד בדיקה (איור 3 ב'). גם באחוז הכיסוי האדום לא נתקבלו הבדלים בין הטיפולים (בשונה משנה קודמת) (איור 1א'), אך צבע הרקע של הפרי שטופל בפריגן היה הבהיר ביותר באופן מובהק לתקופה קצרה במהלך התפתחות הפרי (איור 1 ב'). באותה תקופה גם פירוק העמילן היה במובהק מתקדם יותר בפרי זה (איור 2 ב'), אך לא נמדדו לרוב הבדלים מובהקים בהתרככות הפרי (איור 2א') ולקראת הקטיף כל המדדים השתוו. ההבדל הבולט ביותר בין הטיפולים לבין הבקורת נמצא בשיעורי הכ.מ.מ מיד לאחר הריסוס (איור 3א'). משום מה, חל עיכוב בעליית רמתו בהתאם לריכוז של שני האוקסינים. עיכוב זה נמשך עד כ-250 ימים לאחר הפריחה ולאחר מכן לא נותר ממנו זכר. קצב נשימת הפרי הלך וירד לאורך כל תקופת הבדיקה ולא הושפע ע"י טיפולי הריסוס (איור 4א'), אך בייצור אתילן (איור 4 ב'), הייתה השפעה לריסוס בפריגן בעיקר במועד הקטיף המסחרי של פרי זה. כלומר, הפרי כבר ייצר אתילן בקצב אוטוקטליטי (העליה ביום ה-220 כנראה לא היתה משמעותית ולא הביאה להבשלת הפרי). זרוז הבשלת הפרי ע"י הטיפול בפריגן היה ניכר במינון של 25 ח"מ וגם במינון 50 ח"מ (נתונים אינם מוצגים), והביא להקדמת הקטיף ל-5.11.09 ול-30.9, בהתאמה, בהשוואה לקטיף המסחרי של פרי לא מטופל ב-12.11.10. למרות הבשלתו המתקדמת של הפרי, הוא עדיין היה רגיש לתכשיר סמארט-פרש, המעכב את פעילות אתילן ואת ייצורו, כפי שנמדד בעת ההוצאה מקירור ולאחר חיי מדף (איור 5). אולם, פרי שטופל במינון הגבוה (50 ח"מ) עדיין יצר כמויות אתילן גבוהות והפרי לא היה ראוי לאחסון (נתונים אינם מוצגים). כושר ההשתמרות באחסון של פרי שטופל ב-25 ח"מ פריגן נבדל מזה של פרי הבקורת, בכך שהוא נפגע פחות מרקבון, למרות היותו יותר בשל (איור 6). אולם, היתרון של הטיפול בפריגן בשיעור גבוה יותר של פרי תקין, לא נשמר בחיי מדף בגין הצטמקות רבה יותר של פרי זה. שתי התופעות מרמזות על שינוי כלשהו בקליפת הפרי בעקבות הריסוס בפריגן, שהעניק לו עמידות יחסית בפני ריקבון מחד ורגישות יתר בפני אובדן מים מאידך. הקשיות והפציחות של הפרי שטופל בפריגן היו נמוכות במובהק בתום האחסון ולאחר חיי מדף, אולם הטיפול בסמארט-פרש מנע את התרככותו של כל הפרי במהלך האחסון ושל הפרי שטופל בפריגן, בתקופת חיי המדף (טבלה 1). כתוצאה מכך, במבחן טעם בתום חיי המדף הפרי שטופל בפריגן ללא סמארט-פרש היה במובהק פחות פציח משאר הפרי. רמת הכ.מ.מ בפרי שטופל בסמארט-פרש היתה נמוכה במובהק מפרי שלא טופל, אך הדבר לא הובחן ע"י הטועמים במבחן הטעם.



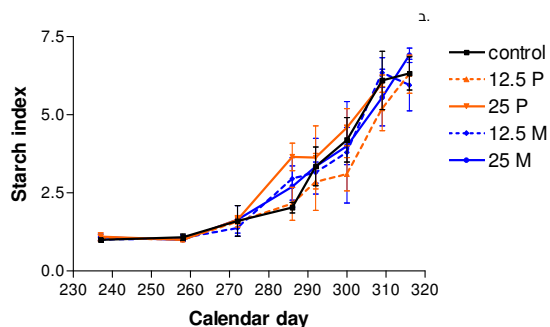
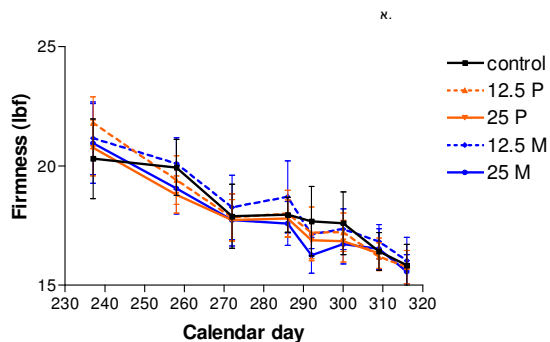
איור 1: השתנות צבע קליפת תפוחי קריפס פינק לאורך תקופת הגידול בהשפעת ריסוסי מטע

באוקסינים שונים. א. % הכיסוי האדום. ב. צבע הרקע בערוץ a*.

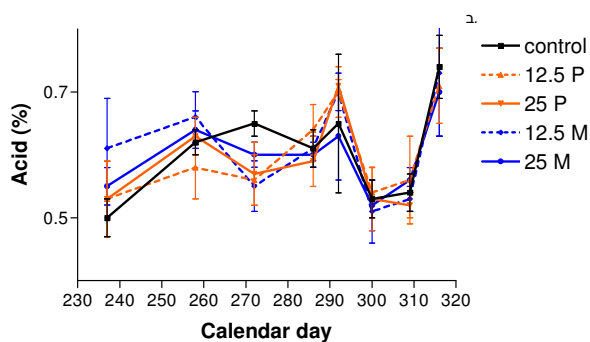
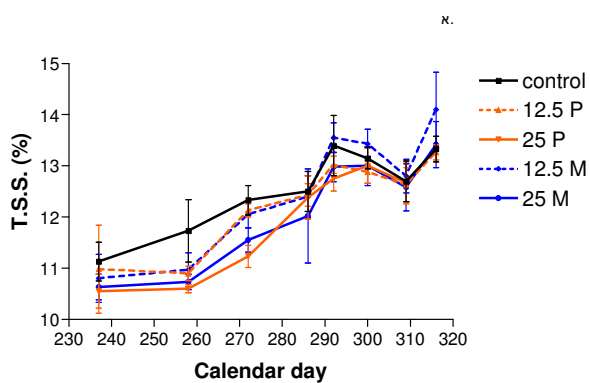
P – פריגן (2.4-DPP)

M – מגדילון (2.4-DP)

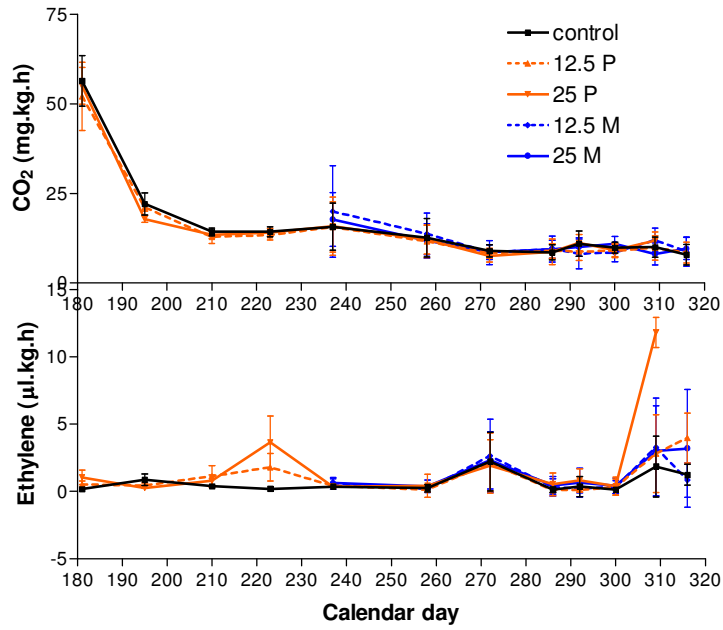
מועד הריסוס 30.6.09 (יום 181)



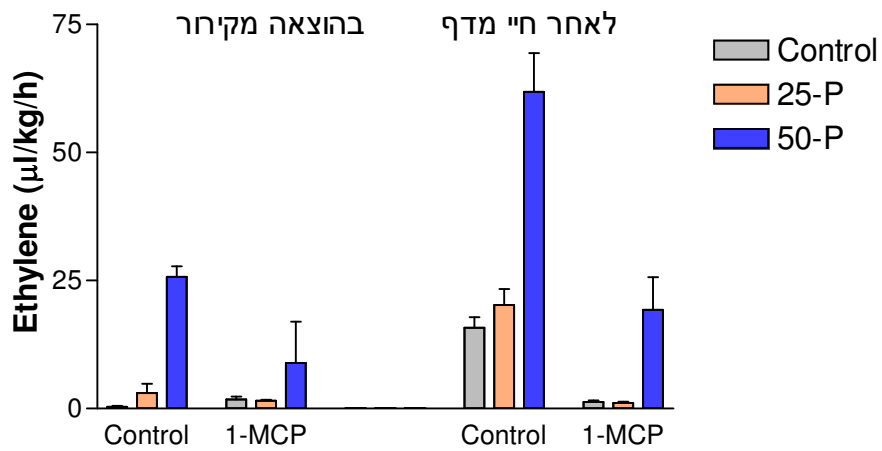
איור 2: התרכבות (א) ומדד פירוק עמילן (ב) בתפוחי קריפס פינק לאורך תקופת התפתחות והבשלת הפרי בהשפעת ריסוסי מטע באוקסינים שונים.



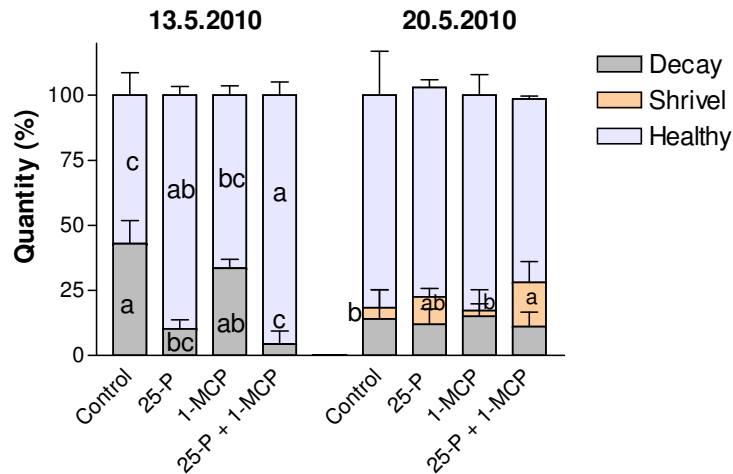
איור 3: תכולת הכ.מ.מ (א') והחומצה (ב') בתפוחי קריפס פינק לאורך תקופת התפתחות והבשלת הפרי בהשפעת ריסוסי מטע באוקסינים שונים.



איור 4: קצב הנשימה (א') וייצור האתילן (ב') בתפוחי קריפס פינק למחרת יום הקטיף, לאורך תקופת התפתחות והבשלת הפרי בהשפעת ריסוסי מטע באוקסינים שונים.



איור 5: ייצור אתילן בעת ההוצאה מקירור ב-0°C באוויר מבוקר ולאחר שבוע בחיי מדף בתפוחי קריפס פינק בהשפעת ריסוס פריגן ב-30.6.09 וחשיפה ל-1-MCP לאחר הקטיף. פרי הבקורת ופרי מטופל בפריגן 25 אוחסנו עד 13.5.10. פרי מטופל בפריגן 50 אוחסן עד 8.2.10.



איור 6: איכות תפוחי קריפס פינק בעת ההוצאה מקירור (13.5.10) ולאחר חיי מדף (20.5.10), בהשפעת ריסוס מטע בפריגן 25 וחשיפה לסמארט-פרש לאחר הקטיף. a-c קטעי עמודות עם אותיות זהות עבור כל מדד, אינם נבדלים ברמת מובהקות של $p \geq 0.05$.

טבלה 1: השפעות טיפול פריגן במטע וסמארט-פרש לאחר הקטיף על קשיות הפרי (בהוצאה מקירור וחיי מדף) ותכולת הכ.מ.מ וחומצה לאחר חיי מדף בתום האחסון.

פצחות (1-5)	עסיסיות (1-5)	מתיקות (1-5)	טעם כולל (1-10)	חומצה (%)	כ.מ.מ (%)	קשיות		הטיפול	
						20.5.10	13.5.10	1-MCP	פריגן
4.1a	4.0	4.0	8.2	0.28	13.9a	15.6a	16.7ab	-	-
2.8b	4.2	3.8	7.6	0.30	13.7a	14.6b	15.8c	-	+
4.1a	4.2	3.4	7.2	0.30	13.2b	15.4a	17.3a	+	-
4.4a	4.2	3.4	7.8	0.31	13.3b	15.6a	17.2a	+	+
0.009	ל.מ	ל.מ	ל.מ	ל.מ	0.009	0.000	0.000	מובהקות	

a-c ערכים עם אותיות זהות בכל טור, אינם נבדלים ברמת מובהקות המצוינת בתחתית העמודה.

סיכום

ריסוס באוקסינים פריגן (2.4-DPP) ומגדילון (2.4-DP) במטע תפוח קריפס-פינק כ-60 יום לאחר שיא פריחה, לא השפיע במינון עד 25 ח"מ על צבע הקליפה ועל קצב הבשלת הפרי עד קרוב לקטיף המסחרי. כשבועיים לפני מועד זה חלה עליה בקצב ייצור האתילן בפרי שרוסס בפריגן 25 ח"מ וזה גרם להקדמת הקטיף בשבוע ימים. ריסוס במינון כפול (50 ח"מ) זירז מאד את הבשלת הפרי (נתונים אינם מוצגים) והפרי לא היה ראוי לאחסון.

כושר השתמרות הפרי באחסון באוויר מבוקר הושפע במידת מה ע"י הריסוס בפריגן – לחיוב ולשלילה. מצד אחד הופחת שיעור הרקבון שהתפתח בפרי, אך מאידך הפרי התרכז יותר במהלך האחסון והצטמק במידת מה בתקופת חיי המדף לאחר מכן. בשורה התחתונה לא נתקבל הבדל משמעותי באיכות הפרי בגין הטיפול בפריגן. ניתן היה להאט את קצב התרככות הפרי ע"י חשיפתו לאחר הקטיף לסמארט-פרש.

