

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 2008

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

דצמבר 2009

תוכן

עמוד

- 5 1. אחסון תפוח באוויר מבוקר דינמי
- 15 2. השפעת הוספת לחות לחדרי אחסון באוויר מבוקר בעזרת ערפול "יבש" על כושר השתמרות תפוחים מזן דלישס זהוב בשיתוף טל וולף וקרן סולימן – "קירור גליל"
- 21 3. בחינת האינטראקציה שבין עומס היבול ומועד הקטיפה בתפוח בהשפעתם על איכות הפרי ומשך האחסון בשיתוף עמוס נאור - מו"פ צפון ואפריים לוינסון – מנהל המחקר החקלאי, נווה יער
- 32 4. יישום מסחרי של סמארט-פרש (1-MCP) בתפוחי דלישס זהוב בשיתוף יוסי שטרן - חברת רימי בע"מ
- 41 5. טיפולי אוקסין להפחתת הסתדקויות ושיפור צבע בתפוח "קריפס פינק" ברעם 2008 בשיתוף רפי שטרן - מו"פ צפון
- 55 6. בחינת כושר השתמרות הזן "גייל גלה" בהשוואה לזן "רויאל גלה"

תודות

חברת איזולסל – איטליה
עמית סמדר – י. סמדר
אריה פלג ואיל יונאי – בראשית
אסף גולן – גולן טכנולוגיות
צביקה לוי – אס. מיקרו דרופ מכשירי לחות
טל וולף, איציק איתני ועמוס לוין – גליל קירור
אהרון משה, גלית רדל ומשה עגיב – מו"פ צפון
יוסי שטרן ומשה יפה – רימי להגנת הצומח
יובל עוגני – חוות מתיתיהו
שרוליק דורון – שה"מ
שולחן המגדלים במועצה הצמחית
קרן המדען הראשי של משרד החקלאות

תקציר

1. אחסון תפוח באוויר מבוקר דינמי

שיטת האחסון באוויר מבוקר דינאמי הושוותה לאחסון באוויר מבוקר קונבנציונאלי בשני זני תפוח – סטארקינג וגרני סמית – הרגישים למחלת הצרבון שטחי, במטרה לבחון את האפשרות של הימנעות מטבילת הפרי לאחר הקטיפה. בשיטת האחסון הדינאמית הורדה רמת החמצן ל-0.2% לתקופה קצרה עד לקבלת אות המצוקה מתוך תא האחסון. לאחר מכן הועלתה רמת החמצן ל-0.5% ונשמרה ברמה זו לאורך האחסון, במשך 10 חודשים. איכות הפרי נבדקה ברמה זו לאורך האחסון, במשך 10 חודשים. איכות הפרי נבדקה בעת ההוצאה מקירור לאחר 6, 8 ו-10 חודשים ולאחר שבוע בחי מדף. הצרבון התחיל להופיע באחסון באוויר מבוקר קונבנציונאלי בזן סטארקינג אחרי 10 חודשים ובזן גרני לאחר 8 חודשים וגבר מאוד בתקופות חיי המדף בשני הזנים לאחר 8 חודשים. באוויר מבוקר דינאמי המחלה לא הופיעה בשני הזנים עד לסוף חיי המדף בתום 10 חודשי אחסון. יתרונות נוספים לשיטת האחסון הדינאמי שנמצאו בשני הזנים, היו האטת קצב התרככות הפרי ושמירה טובה על פציחותו ועסיסיותו. לא נתגלו טעמי לוואי באף מקרה. בזן גרני-סמית, נתווספו גם שני יתרונות נוספים – שמירה טובה על צבע הפרי הירוק ומניעת השחרת כתמי מכות השמש.

ראוי לציין שלמרות שהפרי לא נטבל בקוטל פטריות כמעט ולא הופיעו פירות רקובים ושעור הריקבון היה מתחת ל-1%. לפיכך, שיטת האחסון באוויר מבוקר דינאמי תתאים ביותר גם לאחסון של תפוח אורגני.

2. השפעת הוספת לחות לחדרי אחסון באוויר מבוקר בעזרת ערפול "יבש" על כושר השתמרות

תפוחים מזן דלישס זהוב

שמירת לחות יחסית בתחום 95-97% בחדרי אחסון מסחריים של תפוח באוויר מבוקר בטמפרטורה של 1 מ"צ התאפשרה בחדר קירור באמוניה בעזרת ערפול אולטרסוני ובחדר קירור עם אתילן גליקול. הודות לכך ניתן היה לאחסון תפוחים מזן דלישס זהוב בחדרים אלה ללא עטיפה בניילון, כמקובל היום במסחר, במשך 4 חודשי אחסון עם הפסד משקל, שלא עלה על 0.3% מדי חודש. במקביל בחדר אחסון מסחרי באמוניה בטמפרטורה של 1.5°C ובאותם תנאי אווירה, אך עם הוספת מים לרצפת החדר, נתקבל הפסד במשקל פרי עטוף ולא עטוף ברמות של 0.3%-0.5% לחודש, בהתאמה.

איכות הפרי הייתה טובה בכל תנאי האחסון והירידה בקשיות הפרי בתקופת חיי המדף שלאחר האחסון הושפעה רק במעט ע"י תנאי שמירת הלחות היחסית באחסון. ככלל, ככל שהפרי אבד יותר במשקלו, התרככותו הייתה רבה יותר.

3. בחינת האינטראקציה שבין עומס היבול ומועד הקטיפה בתפוח 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 קטיפה שאינו במועד האופטימלי מבחינת איכות הפרי. בכוונתנו לבחון את השפעת מועד הקטיפה ועומס היבול על איכות הפרי באחסון לתקופות קצרות.

מטרות המחקר היו לבחון את האינטראקציה שבין עומס היבול ומדדי הקטיפה בהשפעתם על איכות הפרי במשכי אחסון שונים (עד ארבעה חודשים).

הוקם ניסוי בון זהוב ברמת הגולן בו נעשה דילול לארבעה עומסי יבול: 2, 5, 7, ו-9 טון/דונם. בוצעו ארבעה קטיפים במצבי הבשלה שונים ובוצעו שלושה משכי אחסון: 9, 13 ו-17 שבועות. בוצעו מדידות ומבחני טעימה ונלקחה דוגמה לבדיקת תכולת חומרי ארומה. מימצאי המחקר מצביעים על ירידה בטעם הפרי בעומס היבול הגבוה שנבע בעיקר מירידה בסוכר. בעומס הגבוה התקבלה גם קושיות נמוכה (למרות שהפרי היה קטן יותר) והתקבל פרי ירוק יותר. התקבלו השפעות של הטיפולים על מיגוון רחב של חומרי ארומה אך מסתבר שמבחני הטעימה אינם מתמקדים מספיק בנושא הארומה. כמו כן לא הצלחנו לקבל טווח מספיק רחב של מצבי הבשלה. בשנת 2009 נחזור על הניסוי תוך הקפדה על טווח רחב של מצבי הבשלה (דרגות פירוק עמילן מ-3 עד 9). כמו כן נבצע מבחן הרחה של פירות ויעשה מאמץ להגדיל את צוות הטועמים.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות – עדיין לא ניתן להסיק מסקנות.

4. יישום מסחרי של סמארט-פרש (1-MCP) בתפוחי דלישס זהוב

בוצעו שני ניסויים מסחריים שמטרתם היתה לבחון את ההשערה שניתן לאחסן תפוחי דלישס-זהוב לאחר טיפול בסמארט-פרש לתקופה ארוכה (עד 8 חודשים) בתנאי אוויר מבוקר בטמפרטורה של 1°C , ללא עטיפה בפוליאאתילן, מבלי לפגום באיכות הפרי מבחינת ההפסד במשקל. תוצאות הניסויים אישרו את נכונות ההשערה. בניסוי אחד נמצא שפרי שטופל בסמארט-פרש לפי הטכנולוגיה המומלצת עבור זן זה, לא נבדל בשיעור ההפסד במשקל הפרי במשך 8 חודשי אחסון במפרי שאוחסן בשיטה המסחרית המקובלת. בניסוי השני, במיכלים מטופלים באותה שיטה, אמנם הופחת ההפסד במשקל הפרי ב-0.5% ע"י העטיפה, אך איכות הפרי מכל שאר הבחינות היתה זהה במיכלים עטופים ולא עטופים של פרי מטופל בסמארט-פרש. יחד עם זאת, לפרי המטופל היה יתרון לעומת פרי לא מטופל מבחינת קשיות הפרי, במיוחד בחיי מדף, ולעתים גם מבחינת צבעו, שהצביע במידה רצויה במהלך האחסון, אך לא מעבר לכך בתקופת חיי מדף ארוכה.

5. טיפולי אוקסין להפחתת הסתדקויות ושיפור צבע בתפוח "קריפס פינק" ברעם 2008

ניתן לומר שהניסוי הקטן בשני הזנים הנוספים – גאלה וסטרקינג – נותן חיזוק להשפעת האוקסין DP-2,4 להגברת הצבע בתפוח. כמו כן ניתן לומר שבדומה לפינק ליידי, המועד המוקדם יותר של הטיפול (ש.פ. + 60 = 1/6) טוב קצת יותר מהמועד המאוחר (ש.פ. + 90 = 1/7), אם כי ללא הבדל משמעותי ומובהק ביניהם (כמו כן נראה שהמועד המפוצל בד"כ פחות טוב ממועד אחד מוקדם). יש לשים לב לזירוז ההבשלה, ולקטוף את הפרי בהתאם להתקדמות ההבשלה, גם אם זה במועד מוקדם יותר מהמקובל.

6. בחינת כושר השתמרות הזן "גייל גלה" בהשוואה לזן "רויאל גלה"

הזן "גייל גלה" משתייך לקבוצת זני הגלה ונטוע בחוות מתיתיהו. כחלק ממבחן איכות הזן, בוצעה בחינה של איכותו באחסון בקירור רגיל ובאוויר מבוקר, במשך 3 חודשים, בהשוואה לזן רויאל גאלה. נמצא, כי לזן החדש פוטנציאל צבע ומתיקות גבוהים יותר מאשר לזן הוותיק. בסה"כ לא נמצאו הבדלים מהותיים בכושר השתמרות הפרי משני הזנים, הן בקירור ובאוויר מבוקר והן באוויר אטמוספירי.

1. אחסון תפוח באוויר מבוקר דינמי

רקע

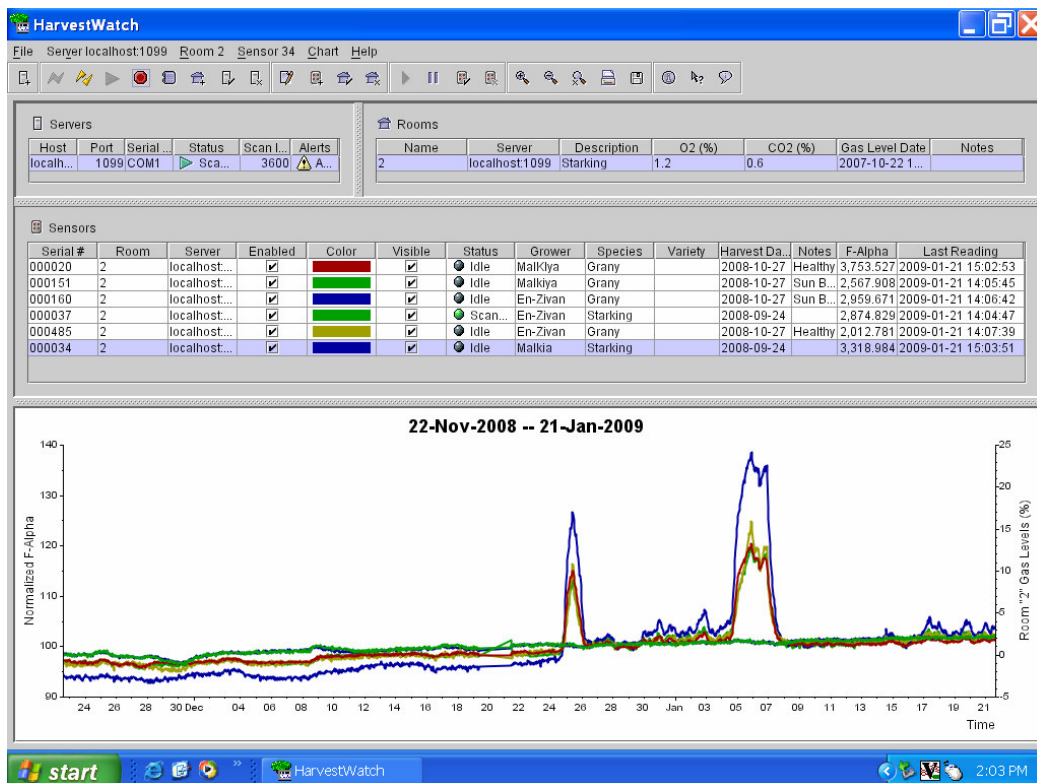
בשנת 2007 נערך הניסוי הראשון בארץ באחסון תפוחי סטארקינג וגרני סמית באוויר מבוקר דינמי, עם תוצאות משביעות רצון מבחינת קשיות, טעם הפרי ופציחותו, בתום כ-8 חודשי אחסון ושבוע בחי מדף. אולם, שעורי הצרבון השטחי בפרי היו נמוכים מאד אשתקד ולא ניתן היה להסיק מסקנות אמינות לגבי התועלת בשיטת אחסון זו, כתחליף לטיפול טבילה לפני האחסון בתנאי אוויר מבוקר מקובלים. אי לכך, חזרנו השנה על הניסוי באותה מתכונת. בנוסף, החלטנו לבחון את השפעת האוויר המבוקר הדינמי על השחרת מכת השמש, שחלה במהלך האחסון בזן גרני סמית, ע"י מעקב אחר צבע האזור המוכה, החל מהקטיפ ועד לסוף האחסון.

מהלך הניסוי

1. תפוחי סטארקינג נדגמו משני אזורי גידול: מרום הגליל (מטע מלכיה) ורמת הגולן (עין זיוון) ב-17.9.08. לאחר קירור הפרי ל-0°C, הוא אוחסן בתנאי אוויר מבוקר רגיל ($2\%O_2$, 1.0% CO₂) ואוויר מבוקר דינמי, עם הורדה התחלתית של רמת החמצן ל-0.1-0.2 ורמת CO₂ ממוצעת של 0.6%. הפרי נבדק לאחר 6, 8 ו-10 חודשי אחסון בעת ההוצאה מקירור ולאחר חיי מדף.

2. תפוחי גרני סמית נדגמו משני אזורי גידול: מרום הגליל (מטע מלכיה) ורמת הגולן (עין זיוון) ב-16.10.08 וב-23.10.08, בהתאמה. בעת הקטיפ מויין הפרי לפרי נגוע באורח קל עד בינוני במכות שמש ולפרי נקי ממכות שמש ומכל סוג נדגמו 25 תיבות של 50 פירות. תיבת פרי אחת שימשה לעריכת בדיקות קטיפ, שכללו מדידת עצמת הצבע של מכות השמש בפירות נגועים בעזרת מד-צבע Minolta. כמו-כן, נמדד צבע מכות השמש ב-10 פירות נגועים, שסומנו ב-4 חזרות לכל טיפול, למעקב אחר שינוי הצבע במהלך האחסון.

לאחר לילה בקירור הוכנסו 12 תיבות מכל סוג לכל אחד מהתאים, שהכילו את תפוחי הסטארקינג. לשם כך נאלצנו "לשבור" את נוסחת האוויר המבוקר, אך הפעולה נעשתה במהירות והנוסחה הוחזרה לקדמותה. בחדר עם DCA החמצן הוחזק ברמה של 0.5% עד להכנסת הגרני, ללא תגובה של הרגשים. לאחר הכנסת הגרני החמצן חזר לרמה של 0.5% תוך יממה, אך רק בסוף דצמבר הצלחנו להוריד אותה ל-0.2% וברמה זו נתקבלה תגובה של הרגשים לפירות גרני, אך לא לסטארקינג (איור 1). גם בחשיפה חוזרת ל 0.2% חמצן הגיבו רק תפוחי גרני. לאחר מכן ריכוז החמצן הועלה ל-0.5% ונשמר בתחום 0.4-0.6% עד לסוף האחסון, שנמשך כ-10 חודשים, עד ל-21.7.09. רמת ה-CO₂ היתה בטווח 0.2-1.0% ובממוצע 0.6%. בחדר CA, הרכב הגזים בממוצע היה $2.0\%O_2$ ו- $0.7\%CO_2$. רמת האתילן הממוצעת בשני תנאי האחסון היתה 0.5 ח"מ ב-DCA ו-5.0 ח"מ ב-CA. איכות הפרי נבדקה לאחר 6, 8 ו-10 חודשים בקירור ולאחר שבוע נוסף ב-20°C. מבחני טעם נערכו בתום תקופת חיי המדף.



איור 1: התגובה הפלורצנטית של תפוחי גרני סמית וסטרקנג להורדת רמת החמצן ל-0.2% ב-24.12.08 ול-0.1% ב-4.1.09.

תוצאות

א. הזן סטרקנג

מצב ההבשלה של הפרי בעת הקטיף מעיד על הבדלים פיזיולוגיים אפשריים בין שני האזורים (טבלה 1, תמונה 1), אולם התגובה לטיפול של שתי אוכלוסיות הסטרקנג היו זהות ולכן, נתונות התוצאות הממוצעות של בדיקות הפרי בעת ההוצאה מקירור ובחיי מדף.



מלכיה

עין זיוון

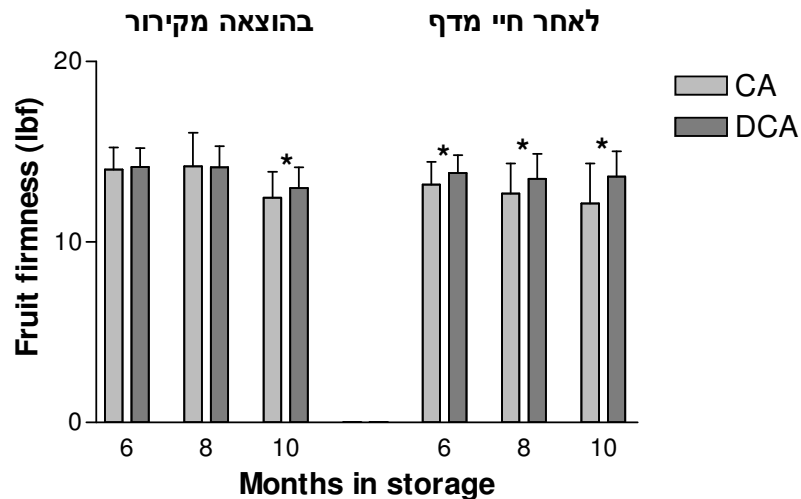
תמונה 1: מראה תפוחי סטרקנג משני מטעי המדגם בעת הקטיף.

טבלה 1: מצב הבשלת תפוחי סטרקינג משני מטעי המדגם בעת הקטיף.

המטע	כיסוי אדום (%)	קשיות (לב"כ)	עמילן (1-10)	כ.מ.מ (%)	חומצה (%)
מלכיה	70	14.4±1.15	5.6±1.3	11.5±0.6	0.21±0.02
עין זיוון	100	15.7±1.32	5.1±1.6	13.4±0.7	0.22±0.01
מובהקות (p)	0.00	0.00	ל.מ	0.007	ל.מ

התרככות הפרי באחסון בשתי השיטות היתה כליברה אחת במשך 8 חודשי אחסון, ללא הבדלים ביניהן. אולם, לאחר 10 חודשי אחסון ובתקופת חיי המדף בא לידי ביטוי יתרון מובהק לאחסון באוויר מבוקר דינמי, בשמירת קשיות הפרי (איור 2).

איכות הפרי באחסון נפגמה רק מעט ע"י הופעת גומה, במידה זהה בשתי שיטות האחסון (טבלה 2). אולם, פגם נוסף, הצרבון השטחי, שהופיע רק בסוף האחסון באוויר מבוקר והתפתח בעיקר בתקופת חיי המדף, נמנע לחלוטין הודות לאחסון הפרי באוויר מבוקר דינמי (טבלה 2, תמונה 2).



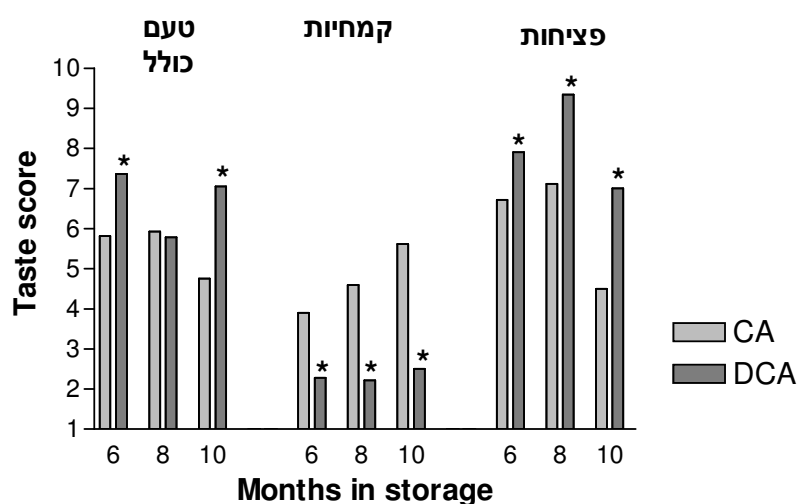
איור 2: השפעת שיטת האחסון על קשיות תפוחי סטרקינג בעת ההוצאה מקירור ולאחר שבוע ב-20°C (ממוצעים משני מטעי המדגם).

טבלה 2: איכות תפוחי סטרקינג בהוצאה מקירור ולאחר שבוע בחי מדף ב-20°C (ממוצעים משני מטעים).

משך האחסון (חדשים)	שיטת האחסון	בהוצאה מקירור			לאחר חיי מדף		
		גומה (%)	צרבון שטחי (%)	פרי תקין (%)	גומה (%)	צרבון שטחי (%)	פרי תקין (%)
6	CA	5.5	0.0	94.2	1.6	0.0	98.4
	DCA	6.8	0.0	93.2	5.1*	0.0	94.1
8	CA	4.0	0.0	95.5	6.2	17.6	74.9
	DCA	4.2	0.0	95.3	6.0	1.1*	92.4*
10	CA	3.3	4.4	90.6	5.3	14.4	76.9
	DCA	4.6	0.0*	92.5	5.5	0.0*	91.5*

* מסמל הפרש מובהק ($p \leq 0.05$) בין שתי שיטות האחסון באותו מועד בדיקה.

כתוצאה ממניעה יעילה של הצרבון השטחי, שעורי הפרי התקין לחלוטין מאחסון באוויר מבוקר דינמי נשארו מעל ל-90%, גם לאחר שבוע ימים בחי מדף, בתום 10 חודשי אחסון. פרי זה היה לא רק בעל מראה טוב יותר מפרי שאוחסן באוויר מבוקר, טעמו הוערך גם כטוב יותר, הודות לשמירת העסיסיות והפציחות, לעומת פרי מאוויר מבוקר, שהלך ונעשה יותר קמחי לאחר חיי מדף במהלך האחסון (איור 3).



איור 3: השפעת שיטת האחסון על טעם תפוחי סטרקינג לאחר שבוע ימים ב-20°C, בתום כל תקופת אחסון.

* מסמל הפרש מובהק בין שתי שיטות האחסון ($p \leq 0.05$), בכל מועד בדיקה.

לא נמצאה השפעה כלשהי של שיטת האחסון על תכולת כ.מ.מ וחומצה או על מצב ציפת הפרי :

עין זיוון



מלכיה



CA



DCA

תמונה 2 : מראה תפוחי סטרקינג בעת ההוצאה מקירור לאחר 10 חודשי אחסון.

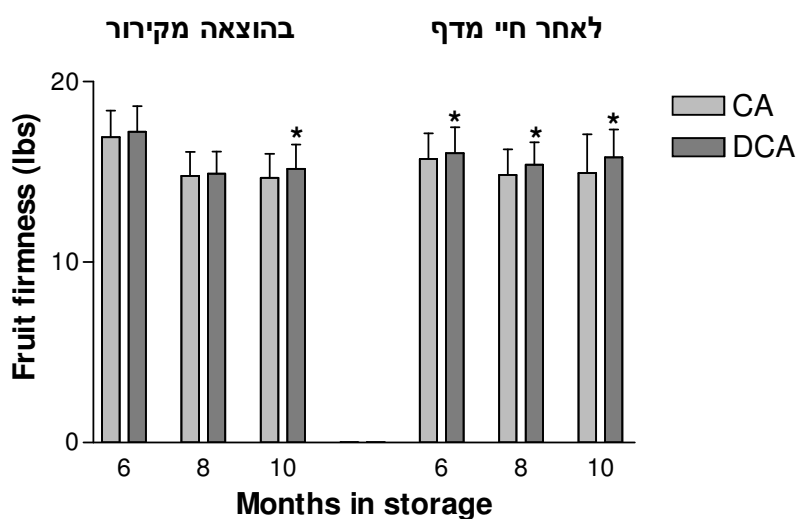
ב. גרני סמית

בכל מדדי ההבשלה, למעט קליפת הפרי (צבע L), נתקבלו הבדלים מובהקים בין שני המטעים (טבלה 3), כשמצב ההבשלה של הפרי מהגולן היה מתקדם יותר בהשוואה לפרי ממרום הגליל – פחות קשה עם פחות חומצה ביחד עם פירוק עמילן ואחוז כ.מ.מ גבוהים יותר (טבלה 3). למרות זאת, איכויות הפרי בעת ההוצאה מקירור היו דומות ובהמשך ניתנים ממוצעי הנתונים שנתקבלו משני המטעים.

טבלה 3 : מצב ההבשלה של תפוחי גרני סמית משני מטעי המדגם בעת הקטיף.

המטע	צבע הרקע			קשיות	עמילן	כ.מ.מ	חומצה
	L	C	H	(לב"כ)	(1-10)	(%)	(%)
מלכיה	65.3	42.3	114.7	17.6±1.5	4.3±1.1	12.3±0.3	0.68±0.08
עין זיוון	64.1	40.4	117.2	15.5±0.9	6.8±0.8	12.7±0.2	.57±0.04
מובהקות (p)	ל.מ	0.004	0.000	0.00	0.00	0.041	0.05

התרככות הפרי באחסון החלה רק לאחר 6 חודשי אחסון, אולם הבדל בין שתי שיטות האחסון התקבל רק לאחר 10 חודשי אחסון, עם יתרון מובהק לאחסון באוויר מבוקר דינמי (איור 4). במהלך חיי המדף לאורך כל תקופות האחסון, פרי זה שמר על יתרון בקשיותו לעומת פרי מאוויר מבוקר קונבנציונלי.



איור 4 : השפעת שיטת האחסון על קשיות תפוחי גרני סמית לאחר שבוע ימים ב-20°C, בתום כל תקופת אחסון.
 * מסמל הפרש מובהק בין שתי שיטות האחסון ($p \leq 0.05$), בכל מועד בדיקה.

האיכות החיצונית של הפרי נפגמה באוויר מבוקר קונבנציונלי ע"י מחלת הצרבון השטחי, שהתחילה להופיע בתקופת חיי המדף לאחר 6 חודשי אחסון והלכה והתגברה הן במהלך האחסון והן אחריו עד שפגעה ב-93% מהפירות בעצמה די חזקה לאחר 10 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף (טבלה 4). האחסון באוויר מבוקר דינאמי מנע את התפתחות המחלה כמעט כליל (תמונה 3), מבלי לגרום לנזק אחר.

מלכיה

עין זיוון



CA



DCA

תמונה 3 : מראה תפוחי גרני סמית בעת ההוצאה מקירור לאחר 10 חודשי אחסון.

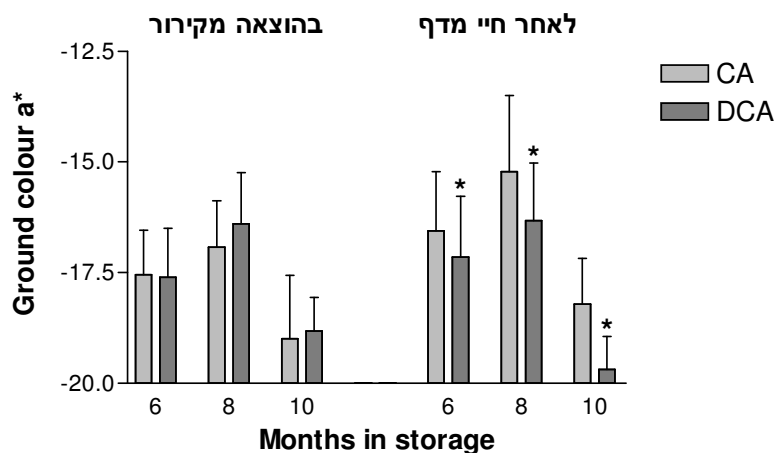
טבלה 4 : איכות תפוחי גרני סמית בהוצאה מקירור ולאחר שבוע בחיי מדף ב-20°C (ממוצעים מפרי ללא מכות שמש משני המטעים).

משך האחסון (חדשים)	שיטת האחסון	בהוצאה מקירור			לאחר חיי מדף		
		פרי תקין ⁽¹⁾	פרי תקין ⁽¹⁾	פרי תקין ⁽¹⁾	פרי תקין ⁽¹⁾	פרי תקין ⁽¹⁾	פרי תקין ⁽¹⁾
		מדד (1-4)	מדד (1-4)	מדד (1-4)	מדד (1-4)	מדד (1-4)	מדד (1-4)
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
6	CA	98.6	0.4	1.3	92.1	0.8	7.9
	DCA	100.0	0.0*	0.0	99.6	0.1*	0.4*
8	CA	89.9	0.7	11.1	50.2	2.2	49.4
	DCA	99.6	0.0*	0.0*	97.0*	0.1*	1.9*
10	CA	30.0	2.2	69.3	4.4	2.2	94.8
	DCA	99.2*	0.0*	0.0	99.2*	0.0*	0.0*

*מסמל הבדל מובהק בין שתי שיטות האחסון ($p < 0.05$)

⁽¹⁾ כשסה"כ צרבון ופרי תקין קטן מ-100%, ההפרש הינו פרי רקוב.

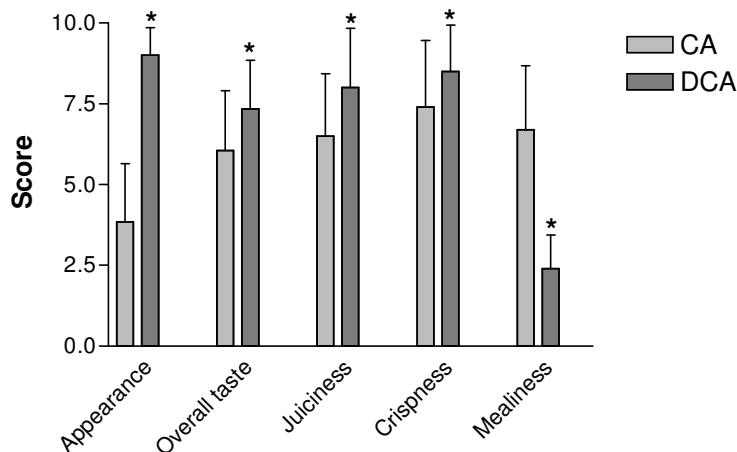
יתרון נוסף לאוויר מבוקר דינאמי היה בשמירת צבעו הירוק של הזן, כפי שרואים מעט בתמונה 3 אך בעיקר לאחר חיי מדף בבדיקות צבע בערוץ a^* במד-צבע (איור 5).



איור 5: השפעת שיטת האחסון על צבע a^* של תפוחי גרני סמית בעת ההוצאה לאחר שבוע ימים ב- 20°C , בתום כל תקופת אחסון.

* מסמל הפרש מובהק בין שתי שיטות האחסון ($p \leq 0.05$), בכל מועד בדיקה.

איכותו הפנימית של הפרי לא הושפעה ע"י האחסון באוויר מבוקר דינאמי בהשוואה לקונבנציונאלי מבחינת מצב ציפת הפרי, תכולת הכ.מ.מ. והחומצה (הנתונים אינם מוצגים), אך טעם הפרי מאוויר מבוקר דינאמי לאחר 10 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף הועדף, הודות לעסיסיות ופציחות גבוהות יותר לעומת קמחיות מועטה (איור 6).



איור 6: השפעת שיטת האחסון על טעם תפוחי גרני סמית לאחר 10 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף.

* מסמל הפרש מובהק בין שתי שיטות האחסון ($p \leq 0.05$), בכל מועד בדיקה.

ג. גרני סמית עם מכות שמש

השחרת כתמי שמש במהלך האחסון נמנעה כמעט כליל ע"י האחסון באוויר מבוקר דינאמי (תמונה 4).

בפירות שסומנו בעת הקטיף ונמדדו הכחות (L), הגוון (H^0) ועצמת הצבע (C), חלו שינויים במשך האחסון באוויר מבוקר קונבנציונלי (טבלה 5). לעומת זאת, באוויר מבוקר דינאמי הכתם אמנם נעשה מעט יותר כהה (ירידה ב-L), אבל השינוי היה במובהק פחות מאשר באוויר מבוקר קונבנציונלי. לגבי הגוון (H^0) ועצמתו (C), לא חל שום שינוי מדוד בצבע הכתמים בשיטת אחסון זו.

טבלה 5: השתנות צבע כתמי שמש במהלך 10 חודשי אחסון בקירור (ממוצע של שני המטעים).

המדד	אוויר מבוקר קונבנציונלי	אוויר מבוקר דינאמי	מובהקות (p)
L	-7.6 ± 6.0	-3.2 ± 3.8	0.00
H^0	23.0 ± 16.0	0.0	0.00
C	10.3 ± 5.7	0.0	0.00

מלכיה

עיון זיוון



CA



DCA

תמונה 4: מראה תפוחי גרני סמית נגועים במכות שמש בעת ההוצאה מקירור לאחר 10 חודשי אחסון.

סיכום

שיטת האחסון באוויר מבוקר דינאמי הושוותה לאחסון באוויר מבוקר קונבנציונאלי בשני זני תפוח – סטארקינג וגרני סמית – הרגישים למחלת הצרבון שטחי, במטרה לבחון את האפשרות של הימנעות מטבילת הפרי לאחר הקטיפה. בשיטת האחסון הדינאמית הורדה רמת החמצן ל-0.2% לתקופה קצרה עד לקבלת אות המצוקה מתוך תא האחסון. לאחר מכן הועלתה רמת החמצן ל-0.5% ונשמרה ברמה זו לאורך האחסון, במשך 10 חודשים. איכות הפרי נבדקה ברמה זו לאורך האחסון, במשך 10 חודשים. איכות הפרי נבדקה בעת ההוצאה מקירור לאחר 6, 8 ו-10 חודשים ולאחר שבוע בחי מדף. הצרבון התחיל להופיע באחסון באוויר מבוקר קונבנציונאלי בזן סטארקינג אחרי 10 חודשים ובזן גרני לאחר 8 חודשים וגבר מאוד בתקופות חיי המדף בשני הזנים לאחר 8 חודשים. באוויר מבוקר דינאמי המחלה לא הופיעה בשני הזנים עד לסוף חיי המדף בתום 10 חודשי אחסון. יתרונות נוספים לשיטת האחסון הדינאמי שנמצאו בשני הזנים, היו האטת קצב התרככות הפרי ושמירה טובה על פציחותו ועסיסיותו. לא נתגלו טעמי לוואי באף מקרה. בזן גרני-סמית, נתווספו גם שני יתרונות נוספים – שמירה טובה על צבע הפרי הירוק ומניעת השחרת כתמי מכות השמש.

ראוי לציין שלמרות שהפרי לא נטבל בקוטל פטריות כמעט ולא הופיעו פירות רקובים ושעור הריקבון היה מתחת ל-1%. לפיכך, שיטת האחסון באוויר מבוקר דינאמי תתאים ביותר גם לאחסון של תפוח אורגני.

2. השפעת הוספת לחות לחדרי אחסון באוויר מבוקר בעזרת ערפול "יבש" על

נושיר השתמרות תפוחים מזן דלישס זהוב

בשיתוף טל וולף וקרן סולימן – "קירור גליל"

רקע

קצב התכלות תוצרת חקלאית טרייה מוכתב בראש ובראשונה על-ידי קצב נשימת התוצרת וקצב איבוד המים (טרנספירציה), המואצים ברגע הינתקות הפרי או הירק מצמח האם. האמצעי היעיל ביותר להאט שני התהליכים הללו הוא הורדת טמפרטורת הסביבה, וככל שהיא מבוצעת מהר יותר, כן ייטב. הורדת טמפרטורה מהירה משפיעה במיוחד על קצב הנשימה בעוד שקצב הטרנספירציה מושפע בעיקר משיטת הורדת הטמפרטורה. השיטה היעילה ביותר להורדת הטמפרטורה היא ההידרוקולינג (הורדת טמפרטורה על-ידי טבילה במי קרח), והיא גם הטובה ביותר בהפחתת הטרנספירציה. אך שיטה זו יקרה בצריכת אנרגיה ואינה מתאימה לסוגי תוצרת רבים, שהרטבתם פוגמת באיכותם הויזואלית. לפיכך, שיטת הקירור המהיר הנפוצה ביותר הינה קירור באוויר מאולץ, בו מוזרם אוויר בטמפרטורה נמוכה מטמפרטורת היעד, תחת לחץ גבוה ובמהירות רבה, דרך כלי הקיבול של התוצרת. משך הקירור המהיר תלוי במספר גורמים, כגון ההפרש בין הטמפרטורה ההתחלתית לטמפרטורת היעד, סוג התוצרת, סוג האריזה וקצב זרימת האוויר. מבחינת הטרנספירציה, ישנם שני תהליכים מנוגדים לכאורה: מחד האטת קצב איבוד המים בגין הורדת הטמפרטורה, המאטה את קצב התהליכים הביו-פיזיקאליים בתוצרת, ומאידך, הגברתו בגין תנועת האוויר המרחיקה את אדי המים הנפלטת מהתוצרת ומגבירה את הפרש לחצי האדים בין התוצרת וסביבתה. ההפרש הזה קובע את קצב איבוד המים של התוצרת לא רק בעת הקירור המהיר של הפרי, אלא לכל אורך האחסון ועל כן קיימת חשיבות רבה בשמירת לחות יחסית של 95-97% בחדרי האחסון. שמירת לחות יחסית ברמה זו הינה קשה מבחינת טכנולוגית הקירור, במיוחד בטמפרטורה סביב 0°C , כאשר המים קופאים. במרבית חדרי האחסון המסחריים הלחות היחסית השוררת היא בתחום 85-90%, במקרה הטוב, ועל כן נהוג לעטוף מוצרים רגישים לאבדן מים בעטיפות פלסטיות. לדוגמא זני תפוח מסוימים, אגסים, פירות קיווי, ענבים, שזיפים ורימונים. ישנם גם פירות שמדגנים אותם כדי להקטין את הפסד המים – פירות הדר, מנגו ועוד.

קיימות בעולם שיטות שונות להעלאת הלחות היחסית באוויר. העיקריות הן הרטבה והמטרה, התזה וריסוס, אירוסול וקיטור. ההבדל הבולט ביותר בין כל השיטות הוא בגודל הטיפות הנוצרות ובהתפלגות הסטטיסטית של גודלן. ככלל, ככל שגודל הטיפות קטן יותר, עלית הלחות מהירה יותר ויעילה יותר. כמו – כן, ככל שטיפות המים אחידות יותר בגדלן, משתפרת ההרחפה ולא נוצרת הרטבה. זמן ההתנדפות של הטיפה היא פונקציה של היחס בין שטח הפנים שלה לנפחה ולזמן הריחוף. לדוגמא, טיפה בגודל 100 מיקרון – זמן הריחוף שלה הוא זמן הנפילה לקרקע וטיפה של 1 מיקרון מרחפת עד להתנדפותה.

איכות הטיפה, גודלה, יעילות המערכת – חסרונותיה ויתרונותיה הטכניים ותכונות ענן הערפל נגזרות ישירות מעקרון הפעולה. לכל יישום מתאימה שיטה שונה. למשל, לשטחים פתוחים עדיף פיזור טיפות גדולות יותר – בהמטרה או בריסוס, ואילו לנפחים סגורים, עדיף להשתמש

באירוסול או בקיטור. בשנים האחרונות פותחו בארץ מערפלים, המספקים ערפל בגודל טיפות קטן מאוד, המבוססים על שני עקרונות שונים.

לפי עקרון אחד, שבירת הטיפות נעשית בשיטה מכאנית, למשל בעזרת דיסק המסתובב במהירות ודחיסת טיפות המים דרך נחיר (דיוזה) בקוטר קטן. לעקרון הנחיר קיימות שתי תת – קבוצות:

1 – ניפוף על ידי לחץ נוזל גבוה.

2 – ניפוף על ידי ערבוב אוויר דחוס בלחץ גבוה ומים במעבר וונטורי.

השיטה הראשונה דורשת משאבה ייחודית ללחצים של מעל ל – 100 אטמוספרות על מנת להשיג טיפה קטנה ויציבה והיא מתאימה למערכות גדולות ביותר, אשר מינימום הספיקה שלהן הוא מספר גלונים לדקה. למערכות אלו דרושים מים בדרגת ניקיון גבוהה ואין יכולת הוספת חומרים כימיים למים. השיטה הפשוטה יותר היא ערבוב אוויר ומים במעבר וונטורי (תת קבוצה 2 לעיל). לחץ האוויר הגבוה שואב כמויות קטנות של מים ומערבב אותן בנפחי אוויר גדולים. גודל הטיפות בשיטה זו מתחת ל – 10 מיקרון , אך מעל ל – 5 מיקרון . נוכחות אדי שמן באוויר עשויה לגרום מפעילות המערכת ועל כן יש צורך בניקיון האוויר על-ידי מסננים טרם הגיעו לנחיר.

לפי עקרון שני, ריסוק הטיפות נעשה בעזרת גלים אולטרה – סוניים. המערפל האולטרסוני יוצר אירוסול המכיל טיפה איכותית ויעילה בזכות גודלה הקטן – בסביבת $1\ \mu$. אחידות הטיפות גדולה ויעילותן ביצירת לחות יחסית נובעת מהתנדפותן המהירה בשל שטח הפנים הגדול שלהן יחסית למשקל. הטיפה הזעירה מיוצרת ביעילות של 93% על ידי גלי קול, ממחולל אלקטרוני בעל יציבות גדולה ביותר ורק הטיפות המתאימות יוצאות לחלל המטופל (מתוך עלון טכני של חברת "עננים ירוקים"). תכונותיה הפיסיקליות של הטיפה גורמת לענן האירוסול לרחף באוויר ולהתנהג בדומה לעשן. מכאן חדירתו הגבוהה של האירוסול האולטרסוני ויכולתו לייצר לחות יחסית הומוגנית. השיטה מאפשרת גם פיזור חומרי חיטוי והדברה הנכלאים בתוך הטיפות, ללא שינוי כימי. תכונה נוספת של המערפל האולטרסוני היא שזרם האוויר המספק אותו הוא בנפח גדול ומהירות נמוכה. שני גורמים אלה מונעים מצב בו אנרגיה קינטית, שמקורה בלחץ אוויר גבוה, גורם להתנגשות בין הטיפות, שבירת מתח הפנים ביניהן וכתוצאה מכך הרטבה. חסרון אפשרי של הוספת חומרי הדברה למי הערפל הינו שיש למנוע יצירת קצף על-ידי המערכת, דבר שמקטין מאוד את ספיקתה.

בארץ, חברות אופטיגיייד בע"מ וא.ר.ן - פיתוח ויעוץ בחקלאות בע"מ מייצרות מערפל מהסוג המכאני וחברות אס מיקרו-דרופ 'טק', אלקטרו - תרם בע"מ ועננים ירוקים בע"מ מייצרות מערפלים אולטרסוניים.

הדעה הרווחת, המבוססת על הגיון פיזיקאלי היא, שלחות יחסית בחדרי קירור נקבעת על פי הפרשי הטמפרטורה בכניסה וביציאה של גז הקירור ביחידת המעבה, ושלא ניתן להעלות את הלחות היחסית ע"י הוספת מים לאוויר, כשטמפרטורת החדר היא 0°C או פחות, מאחר שהאוויר בטמפ' זו מסוגל להכיל רק כמות קטנה מאוד של אדי מים ומים בצורת נוזל קופאים. אולם תצפיות שונות, שנערכו במעבדה לקירור, מעידות על אפשרות העלאת הלחות היחסית בחדרי אחסון ב- 0°C , שהתבטאה בהקטנת ההפסד במשקל של פירות תפוח, אגס וליצי, שנחשפו ל"ערפל יבש", שנוצר ממערפלים אולטרה-סוניים..

בספרות המקצועית של השנים האחרונות לא מצאנו מחקרים בהם נעשה ניסיון להגביר את הלחות היחסית בחדרי קירור באמצעות הוספת מים בדרך כלשהי, אולם נערך ניסוי לשמור על

איכות תוצרת טרייה בתצוגה קמעונאית מקוררת ע"י שימוש בערפול אולטרסוני.
מטרת הניסוי המתואר להלן הייתה לבדוק את יעילות מערפל אולטרסוני מתוצרת אס מיקרו-
דרופ 'טק', שהותקן בחדר אחסון מסחרי של תפוח באוויר מבוקר בבית הקירור "גליל קירור".

חומרים ושיטות

הניסוי נערך בתפוחים מזן דלישס זהוב, שהגיעו לבית הקירור 'קירור גליל', באמצע הקטיף
המסחרי. בוצע ניסוי דו-גורמי, כשהגורם הראשי היה שיטת קבלת רמת הלחות היחסית הרצויה
והגורם המשני היה עטיפת מיכלי הפרי למניעת הפסד מים מהפרי. עבור הגורם ראשי הוקדשו שני
חדרי קירור מסחריים בתנאים הבאים:

א. חדר קירור קונבנציונאלי על בסיס נוזל קירור אמוניה, בו הותקן מתקן ערפול אולטרסוני
(S-Micro-drop 'tec') המשווק על-ידי חברת גולן טכנולוגיה. התנאים בחדר היו: טמפרטורה
 $+1^{\circ}\text{C}$, הרכב אוויר $1.5\%\text{O}_2 + 2.0\%\text{CO}_2$, לחות יחסית 94-96%. הפרי הוכנס לחדר לאחר
קירור מוקדם, במשך 3 ימים והוא נסגר לאוויר מבוקר ב-9/9/08 ונפתח ב-21/1/09.

ב. חדר קירור חדש על בסיס נוזל קירור אתילן גליקול. התנאים בחדר היו: טמפרטורה $+1^{\circ}\text{C}$,
לחות יחסית 95-97%, הרכב אוויר $1.5\%\text{O}_2 + 2.0\%\text{CO}_2$. הפרי הוכנס לחדר ישירות בהגעתו,
כשהוא עדיין חם. החדר מולא בהדרגה במשך 6 ימים, נסגר לאוויר מבוקר ב-3/9/08 ונפתח ב-
14/1/09.

בתוך כל חדר אוחסנו, בין שאר המיכלים, 4 מיכלים שקולים מכל אחד מ-3 מגדלים, שמחציתם
נעטפו לאחר קירור הפרי ביריעות פוליאאתילן מחוררות, בעובי 0.04 מ"מ, ומחציתם נשארו ללא
עטיפה. בשני החדרים כל שאר המיכלים לא נעטפו.

בעת פתיחת החדרים נשקלו המיכלים מחדש ומכל מיכל נדגמה תיבת פרי (40 פירות) לבדיקת
איכות הפרי בעת ההוצאה מקירור ולאחר שבוע ושבעים בחיי מדף. כמו כן, נשקלו 20 פירות מכל
מיכל למעקב אחר ההפסד במשקל הפרי במהלך חיי המדף ב- 20°C ו-65% לחות יחסית.

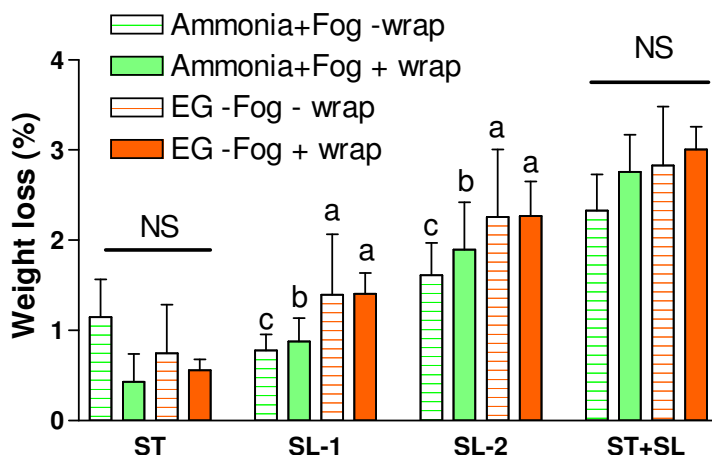
בדיקות איכות הפרי כללו הערכה חזותית של מראה הפרי ובדיקת מוצקות הפרי וקשיותו
במדגמים של 20 ו-10 פירות בהתאמה. בדיקת המוצקות הלא הרסנית נערכה במכשיר של תהודה
אקוסטית של חברת AWETA, באותם פירות ששימשו לבדיקת ההפסד במשקל (20 פירות
לחזרה). בדיקת קשיות הפרי ההרסנית נערכה במכשיר PENEFEEL עם ראש חודר בקוטר 11
מ"מ, בשתי הלחיים הקלופות של 10 פירות למדגם.

תוצאות

א. הפסד משקל

במהלך כ-4 חודשי אחסון הפרי העטוף איבד פחות במשקלו בשני חדרי האחסון מאשר הפרי שלא
היה עטוף, אולם ההבדלים לא היו מובהקים, מפאת מיעוט החזרות והשוונות בין המטעים (אזור
1). גם לא נתקבלו הבדלים בין שתי שיטות הקירור, וסה"כ ההפסד במשקל היה לרוב מתחת ל-

1%. במדגמים שנלקחו לחיי מדף, נשקלו פירות בודדים (20 לכל מיכל), מה שאפשר קבלת הבדלים מובהקים בין החדרים בהם אוחסנו הפירות ובין טיפולי העטיפה בחדר עם הערפול. הפרי מחדר הערפול איבד פחות במשקלו בתקופת חיי המדף מהפרי שאוחסן ללא ערפול. כמו כן, בחדר הערפול, הפרי שלא היה עטוף איבד במובהק פחות מפרי שהיה עטוף. לפיכך, בסה"כ פרי לא עטוף בחדר עם ערפול איבד פחות במשקלו בתקופת האחסון וחיי המדף (2.3%) משאר הפרי (2.8-3.0%), אך ההבדלים לא היו מובהקים, מפאת מספר המיכלים הקטן יחסית בניסוי. הפרי מחדר הקירור באתילן גליקול אמנם איבד יותר במשקלו במהלך חיי המדף, אך לעטיפה בקירור לא הייתה השפעה כלשהי.

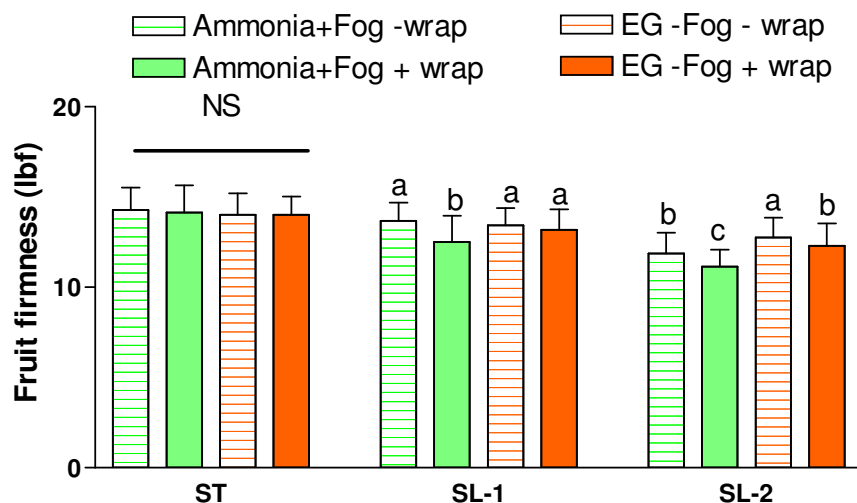


איור 1: השפעת עטיפת המיכלים (+/- wrap) על ההפסד במשקל של תפוחי זהוב בשני חדרי אחסון מסחריים, עם וללא ערפול, במהלך כ - 4 חודשי אחסון באוויר מבוקר (ST) ולאחר שבוע (SL-1) ושבועיים (SL-2) בחיי מדף ב-20°C, 65% לחות יחסית, ללא עטיפה.

SL+ST - סה"כ ההפסד במשקל במיכלים במשך האחסון ובתקופת חיי המדף (פירות בודדים).
NS - לא מובהק. a-c - הבדלים מובהקים בכל מועד בדיקה מצוינים באותיות שונות ($p \leq 0.05$).

ב. קשיות הפרי ומוצקות

לתנאי האחסון לא הייתה השפעה על הירידה בקשיות הפרי בתקופת האחסון. בשני טיפולי העטיפה הפרי איבד כ-1 לב"כ במהלך האחסון בשני חדרי האחסון, במוצע ל-3 המטעים. לפיכך, לא נמדדו הבדלים מובהקים בקשיות הפרי הנמדדת בבדיקה הרסנית (איור 2). אולם, בתקופת חיי המדף הפרי מחדר האחסון עם ערפול, שגם היה עטוף, איבד יותר בקשיותו משאר הפרי ולאחר שבועיים בחיי מדף, השפעה דומה נצפתה בפרי עטוף מחדר האחסון ללא ערפול. כלומר, פרי שאוחסן בלחות גבוהה איבד יותר משקל והתרכך יותר בתקופת חיי המדף מפרי שאוחסן ברמות נמוכות יותר של לחות יחסית.

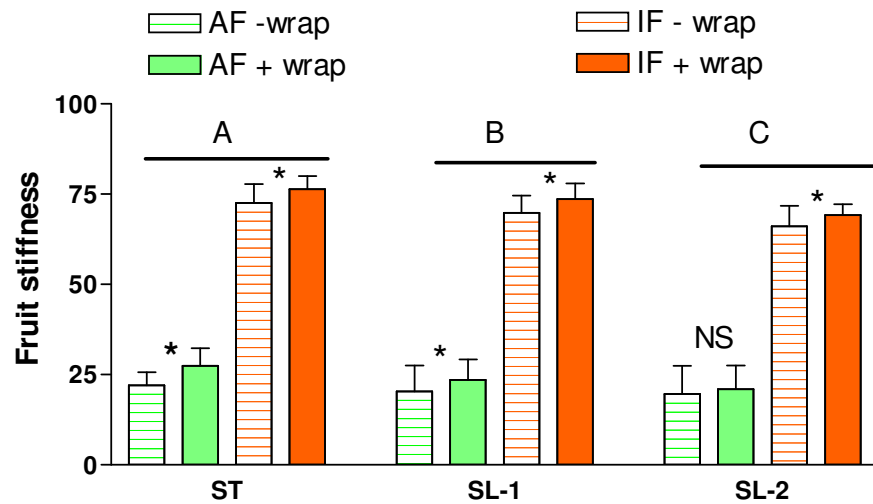


איור 2: השפעת עטיפת המיכלים (+/- wrap) על התרככות תפוחי זהוב בשני חדרי אחסון מסחריים, עם וללא ערפול, במהלך כ - 4 חודשי אחסון באוויר מבוקר (ST) ולאחר שבוע (SL-1) ושבועיים (SL-2) בחיי מדף ב-20°C.

NS - לא מובהק. a-c - הבדלים מובהקים בכל מועד בדיקה מצוינים באותיות שונות ($p \leq 0.05$).

בבדיקה לא הרסנית של הפרי בנגיפה ובתהודה אקוסטית, נתקבלה תמונה הפוכה (איור 3). בתום האחסון, הפרי שהיה עטוף במהלך האחסון קיבל ערכים גבוהים יותר במובהק מפרי לא עטוף בשתי השיטות להערכת מוצקות הפרי, הן בשעת ההוצאה מאחסון והן במהלך חיי המדף. ממצאים אלה מצביעים על השפעת הלחות היחסית על שינויים במרקם הפרי שחלים בעת החשיפה ללחות יחסית גבוהה ולאחריה.

ככל שההפסד במשקל גדל בתקופת חיי המדף, ירדה קשיות הפרי (בבדיקה הרסנית) בצורה מובהקת ($r = -0.792$, $p = 0.002$), אך מוצקות הפרי הושפעה בצורה הפוכה, אם כי לא בצורה מובהקת.



איור 3: השפעת עטיפת המיכלים (+/- wrap) על מוצקות תפוחי זהוב, בשתי צורות מדידה, בחדר קירור של אוויר מבוקר עם ערפול לאחר כ- 4 חודשי אחסון (ST) ולאחר שבוע (SL-1) ושבועיים (SL-2) בחיי מדף. AF – מדידת תהודה אקוסטית; IF – מדידת תגובה לנגיפה.

* - מסמל הבדל מובהק בין טיפולי העטיפה ($p \leq 0.05$).

ABC - מסמלים הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקה ($p \leq 0.05$) לכל צורת מדידה ולכל טיפול עטיפה.

סיכום

שמירת לחות יחסית בתחום 95-97% בחדרי אחסון מסחריים של תפוח באוויר מבוקר בטמפרטורה של 1 מ"צ התאפשרה בחדר קירור באמוניה בעזרת ערפול אולטרסוני ובחדר קירור עם אתילן גליקול. הודות לכך ניתן היה לאחסן תפוחים מזן דלישס זהוב בחדרים אלה ללא עטיפה בניילון, כמקובל היום במסחר, במשך 4 חודשי אחסון עם הפסד משקל, שלא עלה על 0.3% מדי חודש. במקביל בחדר אחסון מסחרי באמוניה בטמפרטורה של 1.5°C ובאותם תנאי אוויר, אך עם הוספת מים לרצפת החדר, נתקבל הפסד המשקל פרי עטוף ולא עטוף ברמות של 0.3%-0.5% לחודש, בהתאמה.

איכות הפרי הייתה טובה בכל תנאי האחסון והירידה בקשיות הפרי בתקופת חיי המדף שלאחר האחסון הושפעה רק במעט ע"י תנאי שמירת הלחות היחסית באחסון. ככלל, ככל שהפרי אבד יותר במשקלו, התרככותו הייתה רבה יותר.

3. בחינת האינטראקציה שבין עומס היבול ומועד הקטיף בתפוח בהשפעתם

על איכות הפרי ומשך האחסון

בשיתוף עמוס נאור - מו"פ צפון ואפריים לוינסון – מנהל המחקר החקלאי, 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.

בכוונתנו להרחיב את הדרישות מפרי איכותי - טעים וארומטי בנוסף לגודל ולמראה. קימת תחושה שהתפוח הישראלי טעים יותר מהמיובא (העדפת סטרקינג ישראלי לעומת סטרקינג מיובא מווינגטון) אך לא נערכו השוואות על בסיס אחד (מדדי קטיף ומשכי אחסון). ישראל נמצאת בגבול הדרומי של תפוצת תפוחים מזנים איכותיים בחצי הכדור הצפוני; יש לכך השלכות שליליות מבחינת צבירת מנות קור, גודל פרי, מכות שמש וקבלת צבע, אך לעומת זאת בתנאי הקיץ בארץ סביר שבפרי הישראלי החשוף לשמש תהיה תכולה גבוהה יותר של סוכרים ומרכיבי בריאות כמו נוגדי-חמצון. יש עניין לאמת תחושה זו במחקר על מנת להשתמש במימצאים לקידום מותג של פרי טעים. תפוחי גאלה מדרום צרפת מותגו כ"תפוח מהדרום" (פחות צבעוני אך טעים יותר) כך שיש מקום לגישה כזו. דרום צרפת נמצאת בקו רוחב 40 כך שאין חשש לאיום משמעותי על מותג של תפוח ישראלי טעים.

בחינת אפשרויות יצוא של פרי ישראלי נעשית בדרך כלל למדפי הפרי הרגיל בסופרמרקטים באירופה; פיתוח פרי בעל איכות העולה משמעותית על אלו המיוצרים באירופה יאפשר למתג את הפרי הישראלי ולגבות עליו פרמיה שלא במדפי הפרי הרגילים – מדובר בנישה ייחודית, קטנה מאד במונחים אירופים אך משמעותית במונחים ישראלים. ייעוד הפרי לשוקי אירופה מאפשר לקצר את עונת השיווק, אפילו עד חג המולד ובכך להשיא את טעם הפרי. באירופה, במיוחד בזנים האיכותיים המאוחרים לא ניתן לדחות את הקטיף בשל תנאי מזג האוויר שם, דבר שימנע מהם להתחרות משמעותית בסוג הפרי המדובר. לאקלים בארץ בהקשר זה יתרון ברור בייצור פרי טעים. יצירת נישת יצוא משמעותית של תפוחים תקטין את הלחץ על השווקים בארץ ותביא להעלאת הפדיון גם בארץ.

עומס היבול משפיע על איכות הפרי כאשר מימצאים בארץ ובעולם מראים שעם הירידה בעומס הפרי יש עליה בגודל הפרי, עליה בתכולת הסוכרים והחומר היבש ועליה בקושיות. במקביל, שיפור זה פוגע בכושר האחסון. במצב הידע היום ניתן לאחסן תפוחי זהוב שנקטפים ברמת עמילן של 3, 5, 7 לכ-9, 7, 3 חדשים, בהתאמה ובעמילן 9 לשיווק ישיר. נראה שניתן יהיה ליצור רצף של שיווק של פרי טעים עד דצמבר כאשר הזנים הפוטנציאליים, מאלו הידועים כיום, הם פינק ליד, בריברן, פוגי וזהוב, שמועדי הקטיף המקובלים נמשכים מסוף אוגוסט עד מחצית נובמבר. הצלחה של פיתוח מותג תאפשר להגדיר רצף של זנים תחת המותג כאשר כל זן יכנס על פי הצורך של מועד קטיף וטעם. לצורך מחקר אחר נעשה דילול ידני של פירות תפוח זהוב לרמה של 290 פירות לעץ (89 עצים לדונם) – התקבל פרי גדול, קוני, טעים ופציח (יותר מפירות בעומסים גבוהים יותר);

היבול היה 5 טון/דונם כש-98% מהפרי גדול מ-70 מ"מ. בתי אריזה בארץ הביעו עניין בפיתוח מימשק שיביא לקבלת פרי באיכות שנמצאה במחקר הנ"ל. במספר פירות הנ"ל ניתן להבטיח קבלת יבול חוזר ללא סרוגיות.

לסיכום, נראה על פניו, שיש 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 הפרי למכות מכניות), משך ותנאי אחסון ותנאי הובלה לשווקים.

מטרות המחקר

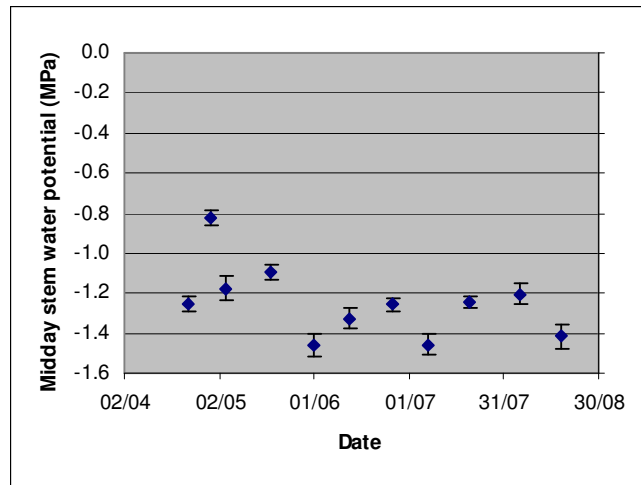
לבחון את האינטראקציה שבין עומס יבול, מצב הבשלה בקטיף ומשך האחסון על איכות תפוח

חומרים ושיטות

הניסוי בוצע בעין זיון ברמת הגולן בזן זהוב בוגר. נבחר מטע אחד בעל פוטנציאל יבול גבוה. בוצע דילול פרי ליבולים של 2, 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 (בשל אילוצים לוגיסטיים לא הצלחנו לקטוף בדרגת פרוק עמילן גבוהה מ-5). בכל צרוף 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 9, 13 ו-17 שבועות (הפרי מהקטיף האחרון אוחסן רק ל-9 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 צרוף (עומס יבול X מועד קטיף) נישלח מידגם פרי בקטיף ולאחר אחסון + חיי מדף למעבדה בנווה יער ונבדקה בו תכולה של חומרי ריח.

תוצאות ודיון

חלקת הניסוי הושקתה ע"י המשק ועל מנת למנוע עקת מים הוספו שתי שלוחות שהופעלו בהתאם לקריאות תא הלחץ. פוטנציאל המים בגזע היה נמוך במידת מה בהשוואה לרצוי למרות שהכפלנו את מנת ההשקיה (איור 1). מדובר בעקה קלה בלבד. בעונה הבאה צריך לחפש חלקה בה אין בעיה לקבל ערכי פוטנציאל מים גבוהים יותר.



איור 1: פוטנציאל המים בגזע בצהרים בחלקת הניסוי בשנת 2008

דרגת פירוק העמילן בקטיפים עלתה עם עליית העומס בעוד שרמת הסוכר ירדה (טבלאות 1-4). מצב זה נשמר גם לאורך האחסון. נראה שעם עליית העומס ירדה זמינות המוטמעים לפרי דבר שגרם לירידה בתכולת העמילן וכך התאפשרה היעלמותו המוקדמת.

משקל הפרי ירד עם עליית העומס ובמחקר אחר הראינו שהדבר נובע מירידה בזמינות המוטמעים עם עליית העומס. משקל הפרי עלה מהקטיפ הראשון עד הקטיפ הרביעי. בכל הקטיפים ירדה הקושיות עם עליית עומס היבול למרות שגודל הפרי ירד – באוכלוסיה ממקור זהה של עומס עולה הקושיות עם ירידת קוטר הפרי. ריכוזי הסוכר והחומצה בפרי ירדו עם עליית עומס הפרי, אך צבע הפרי היה בהיר יותר (לכיוון הצהוב) בעומסים נמוכים. הירידה בקושיות ועליה בדרגת פירוק העמילן והירידה בחומצה מצביעים על אפשרות של הקדמת הבשלה בעומסים הגבוהים, למרות שפירוק הכלורופיל עוכב עם העלייה בעומס. הסוכר הנמוך בעומסים הגבוהים, כאמור נובע כנראה ממיגבלת מוטמעים ומהווה פגיעה באיכות הפרי בעומסים הגבוהים.

הבריקס עלה עם ההבשלה (מקובל בטווחי אחסון קצרים) וההבדלים בין העומסים גדלו עם האחסון, דבר הנובע מתכולת העמילן והסוכר הנמוכה בפרי בעומסים הגבוהים.

הפרמטרים של הצבע הראו השפעה חדה של העומס על הצבע, במיוחד ה-Hue שבמספר מקרים התקבלו בו הבדלים מובהקים בין כל ארבעת הטיפולים, אך בכולם קיים הכיוון הברור שככל שעומס הפרי גובר כך הפרי נעשה יותר ירוק וכזה (טבלאות 2,4).

טבלה 1: קושיות, משקל פרי, דרגת פירוק עמילן, סוכר, חומצה ומדידות צבע מקטיפ בתאריך 21

אוגוסט, 2008 ולאחר מספר משכי אחסון באווירה מבוקרת וחיי מדף

Hue	c_col	b_col	a_col	l_col	חומצה (%)	כ.מ.מ (%)	פירוק עמילן (1-10)	משקל פרי (גרם)	קושיות (ל"ב)	יבול	מועד בדיקה	משך אחסון (שבועות)
109.8C	45.6A	42.9A	-15.5A	75.3A	0.42A	13.9A	1.9C	196A	18.7A	3	קטיפ	0
111.1B	44.9AB	41.9AB	-16.1AB	75.0A	0.36B	13.1B	2.5B	198A	17.5B	5	קטיפ	0
111.8B	44.1B	41.0BC	-16.4AB	74.6A	0.32C	12.5BC	2.5B	183A	16.8BC	7	קטיפ	0
112.7A	43.9B	40.5C	-16.9B	72.1B	0.29C	12.3C	3.8A	159B	16.6C	9	קטיפ	0
					0.38A	15.7A			17.2A	3	הוצאה	8
					0.33B	15.2A			16.9A	5	הוצאה	8
					0.31BC	13.5B			15.9B	7	הוצאה	8
					0.29C	13.1B			15.5B	9	הוצאה	8
									7.4A	3	חיי מדף	8
									7.1AB	5	חיי מדף	8
									7.0B	7	חיי מדף	8
									7.0B	9	חיי מדף	8
					0.32	15.3A			16.9A	3	הוצאה	12
					0.29	14.9A			16.6A	5	הוצאה	12
					0.28	13.6B			15.9B	7	הוצאה	12
					0.26	13.1B			15.8B	9	הוצאה	12
									15.8	3	חיי מדף	12
									15.7	5	חיי מדף	12
									15.2	7	חיי מדף	12
									15.2	9	חיי מדף	12
					0.37A	16.7A			17.2A	3	הוצאה	16
					0.32B	15.4B			16.7A	5	הוצאה	16
					0.27C	14.4C			15.9B	7	הוצאה	16
					0.24C	13.5D			15.8B	9	הוצאה	16
									14.9	3	חיי מדף	16
									15	5	חיי מדף	16
									14.7	7	חיי מדף	16
									14.3	9	חיי מדף	16

A-D – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין העומסים בכל מועד בדיקה.

טבלה 2: קושיות, משקל פרי, דרגת פירוק עמילן, סוכר, חומצה ומדידות צבע מקטיפ בתאריך 27 אוגוסט, 2008 לאחר מספר משכי אחסון באווירה מבוקרת וחיי מדף

Hue	c_col	b_col	a_col	l_col	חומצה (%)	כ.מ.מ. (%)	פרוק עמילן (1-10)	משקל פרי (גרם)	קושיות (כ"ס)	יבול	מועד בדיקה	משך אחסון (שבועות)
109.6D	45.6	42.9	-15.3A	75.0A	0.45A	14.8A	2.8B	203A	17.1A	3	קטיפ	0
110.3C	45.1	42.2	-15.6A	74.5A	0.40AB	13.8AB	2.3B	187A	16.5AB	5	קטיפ	0
111.0B	44.9	41.9	-16.1A	74.1A	0.35BC	13.2BC	2.8B	191A	16.3AB	7	קטיפ	0
112.7A	45	41.5	-17.4B	72.0B	0.31C	12.2C	4.0A	141B	16.3B	9	קטיפ	0
					0.36	15.9A			17.6A	3	הוצאה	8
					0.37	14.6B			16.6B	5	הוצאה	8
					0.33	14.0B			16.4B	7	הוצאה	8
					0.31	12.2C			16.3B	9	הוצאה	8
									15.3	3	חיי מדף	8
									15.2	5	חיי מדף	8
									14.5	7	חיי מדף	8
									15.1	9	חיי מדף	8
					0.43A	16.4A			16.5A	3	הוצאה	12
					0.39A	15.1B			15.8B	5	הוצאה	12
					0.40A	14.5B			15.8B	7	הוצאה	12
					0.30B	13.4C			15.8B	9	הוצאה	12
									15.2	3	חיי מדף	12
									14.5	5	חיי מדף	12
									14.6	7	חיי מדף	12
									15.3	9	חיי מדף	12
					0.35A	16.5A			16.0A	3	הוצאה	16
					0.31B	15.2B			15.4AB	5	הוצאה	16
					0.29B	14.8B			15.0B	7	הוצאה	16
					0.23C	12.9C			15.3AB	9	הוצאה	16
									15.8A	3	חיי מדף	16
									14.8BC	5	חיי מדף	16
									14.3C	7	חיי מדף	16
									15.4AB	9	חיי מדף	16

A-C – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין העומסים בכל מועד בדיקה.

טבלה 3: קושיות, משקל פרי, דרגת פירוק עמילן, סוכר, חומצה ומדידות צבע מקטיפ בתאריך 31

אוגוסט, 2008 ולאחר מספר משכי אחסון באווירה מבוקרת וחיי מדף

Hue	c_col	b_col	a_col	l_col	חומצה (%)	כ.מ.מ. (%)	פירוק עמילן (1-10)	משקל פרי (גרם)	קושיות (ל"כ)	יבול	מועד בדיקה	משך אחסון (שבועות)
108.6B	44.6AB	42.2AB	-14.3A	75.6A	0.38A	13.9A	3.1	220A	16.8A	3	קטיפ	0
108.9B	45.7A	43.2A	-14.8AB	74.8A	0.32AB	14.2A	3.2	196B	16.9A	5	קטיפ	0
109.9AB	44.3B	41.6B	-15.1AB	75.2A	0.31B	13.6A	3.5	176BC	16.5A	7	קטיפ	0
111.2A	44.3B	41.3B	-16.0B	73.0B	0.29B	12.2B	3.9	168C	15.7B	9	קטיפ	0
					0.30AB	13.6			17.0A	3	הוצאה	8
					0.33A	15.9			16.4AB	5	הוצאה	8
					0.31AB	15.3			15.9BC	7	הוצאה	8
					0.24B	13.1			15.4C	9	הוצאה	8
									16.2A	3	חיי מדף	8
									15.6B	5	חיי מדף	8
									15.4BC	7	חיי מדף	8
									15.0C	9	חיי מדף	8
					0.36A	16.2A			16.4A	3	הוצאה	12
					0.31B	15.6AB			15.9AB	5	הוצאה	12
					0.30B	15.2B			15.6B	7	הוצאה	12
					0.28B	13.9C			15.6B	9	הוצאה	12
									16.3A	3	חיי מדף	12
									15.8AB	5	חיי מדף	12
									15.3B	7	חיי מדף	12
									15.6AB	9	חיי מדף	12
					0.31AB	15.6B			16.2AB	3	הוצאה	16
					0.32AB	16.0AB			16.3A	5	הוצאה	16
					0.37A	16.3A			16.2A	7	הוצאה	16
					0.26C	13.2C			15.6B	9	הוצאה	16
									15.1	3	חיי מדף	16
									15.1	5	חיי מדף	16
									15.5	7	חיי מדף	16
									15.5	9	חיי מדף	16

A-C – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין העומסים בכל מועד בדיקה.

טבלה 4: קושיות, משקל פרי, דרגת פירוק עמילן, סוכר, חומצה ומדידות צבע מקטיפ בתאריך 8 ספטמבר, 2008 ולאחר מספר 8 שבועות אחסון באווירה מבוקרת וחיי מדף

Hue	c_col	b_col	a_col	L_col	חומצה (%)	כ.מ.מ (%)	פירוק עמילן (1-10)	משקל פרי (גרם)	קושיות (ל"כ)	יבול	מועד בדיקה	משך אחסון (שבועות)
106.3D	43.9AB	42.1A	-12.4A	77.5A	0.38A	16.1A	3.9B	150	17.2A	3	קטיפ	0
108.3C	44.4A	42.1A	-13.9B	76.3A	0.36A	15.6A	3.7B	162	16.8AB	5	קטיפ	0
110.8B	44.6A	41.6A	-15.8C	74.4B	0.38A	12.8B	4.4AB	172	16.2BC	7	קטיפ	0
113.0A	43.0B	39.5B	-16.8C	73.7B	0.30B	13.6B	5.2A	160	15.7C	9	קטיפ	0
108.4B	44.6B	42.2BC	-14.0AB	74.2					16.5A	3	הוצאה	0
110.5A	43.9B	41.1C	-15.4B	72.5					15.9AB	5	הוצאה	0
106.5B	46.4AB	44.5A	-13.2A	73.8					15.7AB	7	הוצאה	0
107.2B	45.7B	43.6AB	-13.5A	72.7					14.9B	9	הוצאה	0
					0.33A	16.6A			16	3	חיי מדף	8
					0.33A	15.3B			16	5	חיי מדף	8
					0.33A	14.4C			15.8	7	חיי מדף	8
					0.20B	13.4D			15.4	9	חיי מדף	8
									15.3	3	קטיפ	8
									15.2	5	קטיפ	8
									14.9	7	קטיפ	8
									14.9	9	קטיפ	8

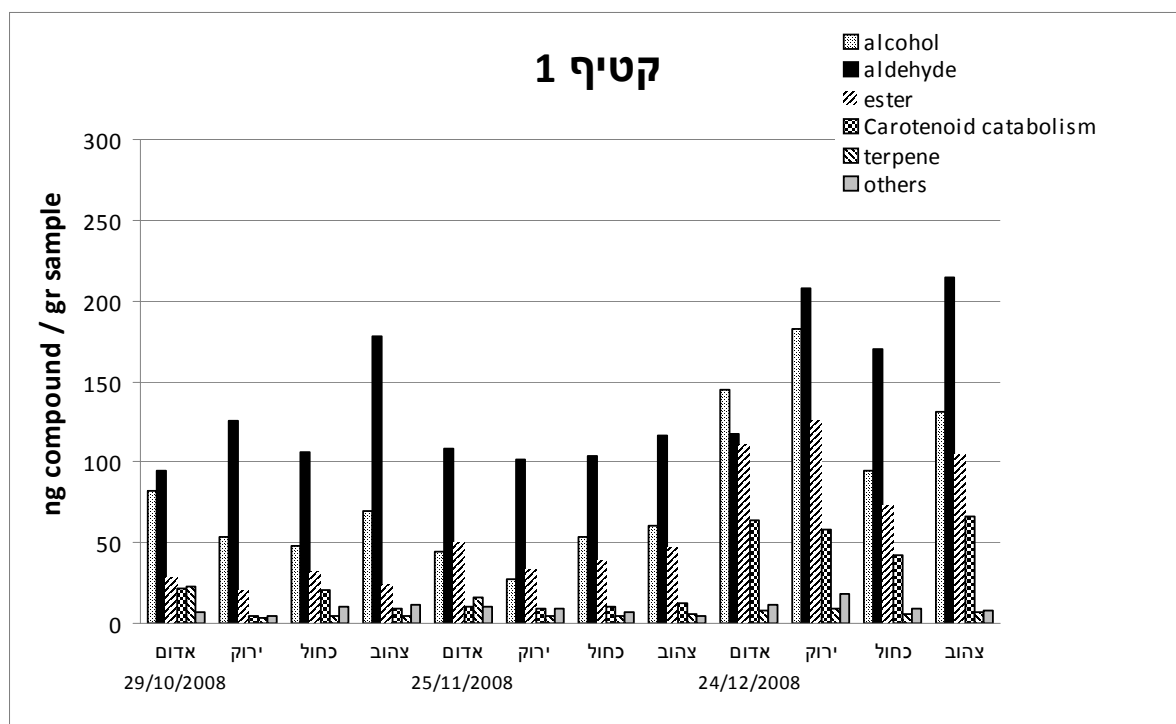
A-D – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין העומסים בכל מועד בדיקה.

מבחן הטעימה מצביע על ירידה באיכות הפרי עם עליית העומס כאשר הירידה הבולטת היא מהעומס השלישי לרביעי (טבלה 5). התקבלה ירידה מובהקת במראה הפרי בחלק מהמקרים וברוב המקרים התקבלה ירידה בטעם עם עליית העומס. הירידה בטעם הייתה דומה לירידה במתיקות. בפרמטרים האחרים של האיכות לא התקבלו הבדלים מובהקים אך המגמה נשארה. בבחינת חומרי הארומה זהו 36 חומרים ולצורך הניתוח הראשוני הם רוכזו ל-5 קבוצות (alcohol, aldehyde, ester, carotenoid, terpenes). נראו השפעות הן של עומס היבול והן של מועדי הקטיפ על תכולת חומרי הארומה (איורים 2-5). בחיפוש אחר חומרים ספציפים יש טעם כאשר מנגד יש הערכות של ארומה ע"י טועמים ומסתבר שהטועמים מגיבים בעיקר למתיקות והגדרת הניחוח בטעימה היא כללית מדי. לפיכך בעונה הבאה יתווסף מבחן הריח של דוגמה ששהתה בטמפר' החדר למשך הלילה.

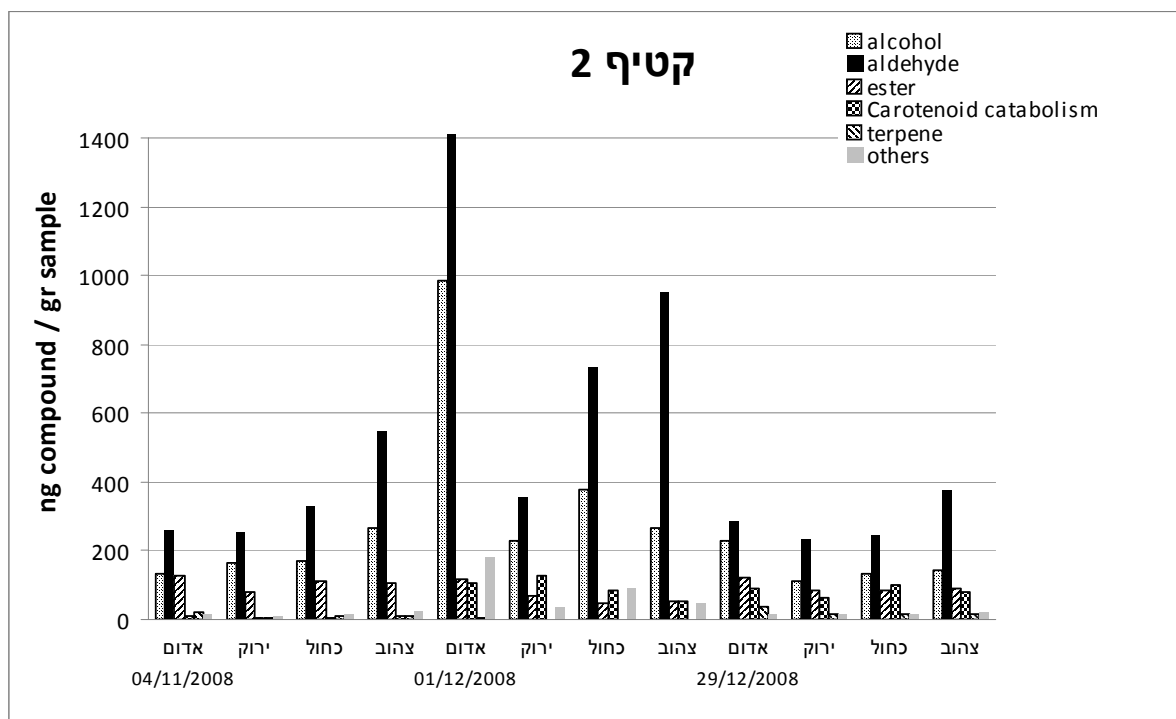
טבלה 5: מבחן טעימה בקטיפים השונים בתום שבוע בחיי מדף לאחר אחסון

מועד קטיף	משך אחסון (שבועות)	יבול	מראה כללי (1-10)	טעם כללי (1-10)	מתיקות (1-5)	חמצניות (1-5)	עסיסיות (1-5)	פציחות (1-5)	ניחוח (1-5)	קמחיות (1-5)	טעם לוואי (1-5)
21 אוגוסט	8	3	7.3	6.5 B	3.4 AB	2.4	3.6	3.5	2.3	1.5	1.5
21 אוגוסט	8	5	8	8.6A	4.1A	2.6	4.4	4.1	2.8	1.9	1.6
21 אוגוסט	8	7	7.8	5.8B	2.8B	2.3	4.3	3.4	1.8	1.8	1.3
21 אוגוסט	8	9	8.3	8.5A	4.0A	2.9	4.4	4.1	2.5	2	1
21 אוגוסט	12	3	8.3	8.8A	4.5A	1.8	3.8	3.8	3.3	1.2	1
21 אוגוסט	12	5	9.5	9.3A	4.7A	2	4	4.2	3.2	1	1.2
21 אוגוסט	12	7	8.8	8.2A	3.8AB	1.8	4	4	2.3	1	1.3
21 אוגוסט	12	9	8.2	6.3B	3.2B	2	3.5	3.5	1.8	1.2	1.5
21 אוגוסט	16	3	8.7A	8.1A	3.9A	2.1	4	3.6	2.1	1.1	1.2
21 אוגוסט	16	5	8.1AB	7.6AB	3.8A	1.7	3.9	3.9	2.2	1	1.2
21 אוגוסט	16	7	8.6A	7.7AB	3.9A	1.9	3.4	3.6	2.1	1.3	1.1
21 אוגוסט	16	9	7.4B	6.7B	2.9B	2.2	3.6	3.7	1.3	1.1	1
27 אוגוסט	8	3	8.4A	8.2	4.2A	2.6	4.2	4	2	1.4	1.2
27 אוגוסט	8	5	8.4A	7.4	4.0A	2.8	4.2	4	2	1.2	1.6
27 אוגוסט	8	7	8.6A	8.4	3.4AB	2.6	4.2	3.6	1.6	1.6	1.4
27 אוגוסט	8	9	5.6B	5.8	2.8B	2.6	3.8	3.4	1.4	1.2	1.4
27 אוגוסט	12	3	8.3A	7.7	4.2A	1.8	4	4	2	1.5	1
27 אוגוסט	12	5	9.0A	7.2	3.2AB	2.2	4	3.2	2.3	1.3	1
27 אוגוסט	12	7	8.3A	7	3.3AB	1.8	4	4	2.3	1.3	1
27 אוגוסט	12	9	6.0B	4.7	2.2B	1.8	3.5	3.5	1.5	1	1
27 אוגוסט	16	3	8.8A	9.0A	4.8A	2	4.2	4.2	3	1.2	1.2
27 אוגוסט	16	5	8.8A	8.2AB	4.2AB	2	4.4	4.4	3	1	1.4
27 אוגוסט	16	7	8.0A	7.4AB	4.0B	2.4	4.2	3.6	2.4	1.2	1.2
27 אוגוסט	16	9	6.8B	7.0B	2.8C	2.8	4	4	1.8	1	1.2
31 אוגוסט	8	3	9.3	8.5	4.5	2	4.8	4.3		1	1.3
31 אוגוסט	8	5	9	8.3	4	2.5	4.3	4.3		1.5	1
31 אוגוסט	8	7	9.8	9.3	4.8	2.5	4.8	4.8		1.3	1
31 אוגוסט	8	9	8.8	8.3	4.3	2	4.8	4.8		1	1
31 אוגוסט	12	3	8.8A	8.0AB	4.3A	1.8	4	3.8	1.8	1	1
31 אוגוסט	12	5	9.0A	9.3A	4.8A	2.3	4.8	4.8	1.8	1	1
31 אוגוסט	12	7	8.8A	7.5AB	3.8A	2	4.3	4.3	1.8	1	1
31 אוגוסט	12	9	7.0B	6.3B	2.5B	1.8	4	3.3	1.5	1	1
31 אוגוסט	16	3	8.1	7	3.5	2.1	3.6	3.6	2.1	1.6	1.5
31 אוגוסט	16	5	8.7	6.5	3.1	2.1	3.6	4	2.1	1.6	1.6
31 אוגוסט	16	7	8.6	6.8	3.3	2.1	3.8	4	2.1	1.5	1.5
31 אוגוסט	16	9	8.6	6.4	2.6	2.1	3.4	3.9	2	1.5	1.4
8 ספטמבר	0	3	8.4	8.9A	4	2.9	4.3	4.6	2.6	1	1
8 ספטמבר	0	5	8	8.0AB	3.7	2.3	4	4	2.6	1.3	1.1
8 ספטמבר	0	7	8.9	7.6AB	3.7	2.3	4.1	4.6	2.4	1	1
8 ספטמבר	0	9	7	6.3B	3.1	1.9	3.3	4.4	2.1	1	1.1
8 ספטמבר	8	3	8.5	8.8AB	4.7AB	1.7	3.8	4	3	1.2	1
8 ספטמבר	8	5	8.3	9.3A	4.8A	2	4.2	4.2	3.2	1.2	1
8 ספטמבר	8	7	8.3	8.5AB	4.3AB	1.8	3.8	3.7	2.8	1.3	1
8 ספטמבר	8	9	8.3	7.8B	4.0B	1.5	4.2	3.8	2.7	1.2	1

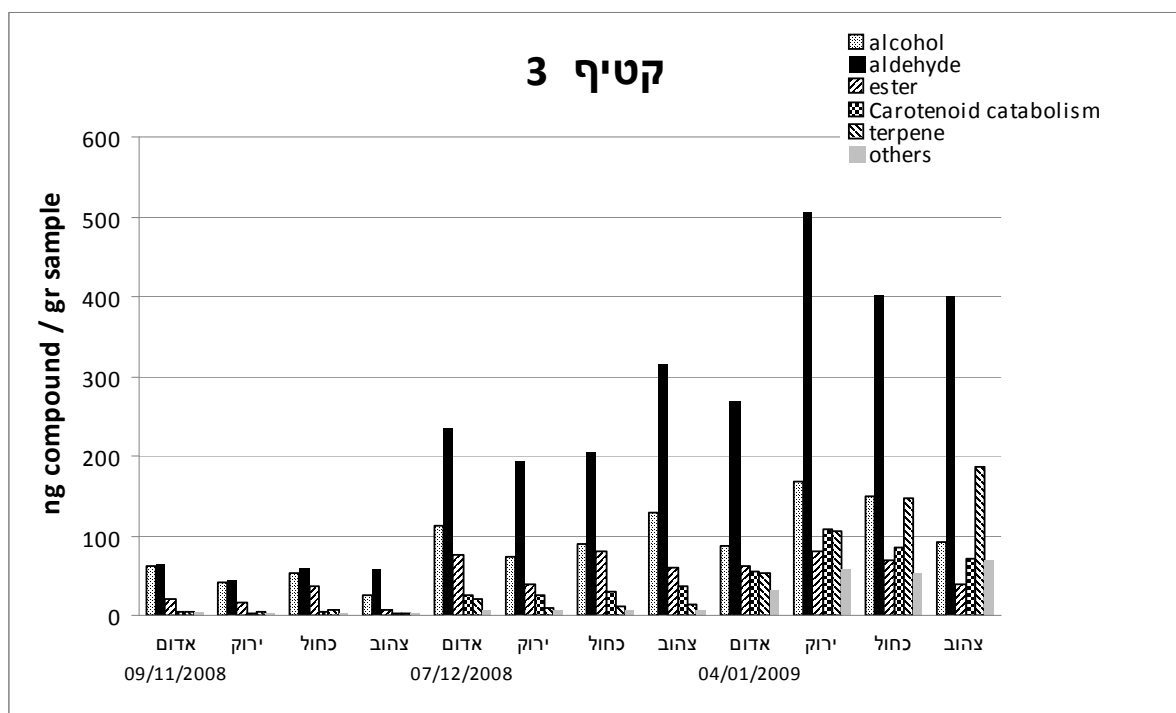
A-B – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($P < 0.05$) בין העומסים בכל מועד בדיקה.



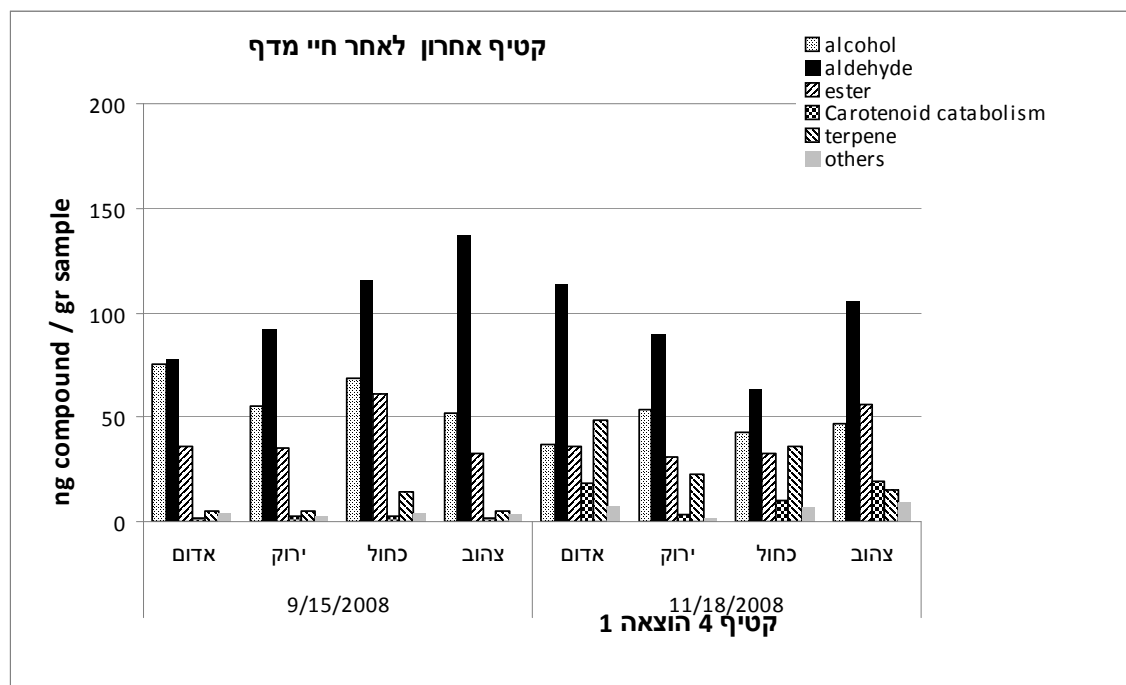
איור 2: ריכוז חומרי ארומה בקטיף מה-21/8 ולאחר שלושה משכי אחסון וחיי מדף, בארבעה עומסי יבול 3, 5, 7 ו-9 טון/דונם המסומנים באדום, ירוק, כחול, צהוב, בהתאמה.



איור 3: ריכוז חומרי ארומה בקטיף מה-27/8 ולאחר שלושה משכי אחסון וחיי מדף, בארבעה עומסי יבול 3, 5, 7 ו-9 טון/דונם המסומנים באדום, ירוק, כחול, צהוב, בהתאמה.



איור 4: ריכוז חומרי ארומה בקטיף מה-31/8 ולאחר שלושה משכי אחסון וחיי מדף, בארבעה עומסי יבול 3, 5, 7 ו-9 טון/דונם המסומנים באדום, ירוק, כחול, צהוב, בהתאמה.



איור 5: ריכוז חומרי ארומה בקטיף מה-8/9 ולאחר 8 שבועות אחסון וחיי מדף, בארבעה עומסי יבול 3, 5, 7 ו-9 טון/דונם המסומנים באדום, ירוק, כחול, צהוב, בהתאמה.

סיכום

בוצע ניסוי בו דוללו עצי תפוח מהזן זהוב לארבעה עומסי יבול 3-9 טון/דונם ובוצעו ארבעה קטיפים מ-21/8 עד 8/9. הפירות משלושת הקטיפים הראשונים הושארו באחסון באווירה מבוקרת ל-8, 12 ו-16 שבועות. בוצעו מדידות איכות, תכולת חומרי ארומה ומבחני טעימה. מימצאי המחקר מצביעים על ירידה בטעם הפרי בעומס היבול הגבוה שנבע בעיקר מירידה בסוכר. בעומס הגבוה התקבלה גם קושיות נמוכה (למרות שהפרי היה קטן יותר) והתקבל פרי ירוק יותר. התקבלו השפעות של הטיפולים על מיגוון רחב של חומרי ארומה אך מסתבר שמבחני הטעימה אינם מתמקדים מספיק בנושא הארומה. כמו כן לא הצלחנו לקבל טווח מספיק רחב של מצבי הבשלה. בשנת 2009 נחזור על הניסוי תוך הקפדה על טווח רחב של מצבי הבשלה (דרגות פירוק עמילן מ-3 עד 9). כמו כן נבצע מבחן הרחה של פירות ויעשה מאמץ להגדיל את צוות הטועמים.

4. יישום מסחרי של סמארט-פרש (1-MCP) בתפוחי דלישס זהוב

בשיתוף יוסי שטרן - חברת רימי בע"מ

מטרות הניסוי:

1. לבחון את הטכנולוגיה של יישום סמארט-פרש בחדר אחסון מסחרי עם קירור הדרגתי לפני הפעלת האוויר המבוקר בתפוחי דלישס זהוב.
2. לבחון אפשרות של אחסון תפוחי זהוב מטופלים בסמארט-פרש כנ"ל, בטמפרטורה של 1°C , ללא עטיפה בניילון.

חומרים ושיטות

ניסוי א': השפעת טמפ' ועטיפה על איכות פרי מטופל בסמארט-פרש.

הניסוי בוצע בבית הקירור "קירור גליל" בפרי מ-3 חלקות מברעם ששימשו כחזרות, שנקטפו ב-12.9.08 והובאו לבית הקירור לאחסון ארוך. מכל חלקה אוחסנו 10 מיכלים מסומנים בשיטה המסחרית המקובלת – קירור מוקדם, כיסוי ביריעות פוליאאתילן ואחסון באוויר מבוקר ב- 0°C . במקביל סומנו 10 מיכלים מכל חלקה בחדר שטופל בסמארט-פרש, לפי הטכנולוגיה המוצעת, ללא כיסוי ואחסון באוויר מבוקר ב- 1°C . תנאי הטיפול היו: קירור הפרי ל- 7°C , יישום 600 ח"ב יומיים לאחר הקטיפה במשך 24 שעות והורדה הדרגתית של טמפ' במשך 3 שבועות ל- $1.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, לפני הפעלת אוויר מבוקר ($1.5\%\text{O}_2$, $2\%\text{CO}_2$). באותו חדר גם אוחסנו פירות בקורת לא מטופלים (בקורת 1°C), שנדגמו ממיכלי אחת החלקות בלבד. הלחות היחסית בחדר הקירור המופעל באמוניה, הגיעה ל-95-98%, לאחר הוספת מים לרצפת החדר. מכל מיכלי הניסוי נדגמו 30 פירות מסומנים, שנשקלו וצבעם נבדק לפני האחסון בעזרת מד צבע דיגיטלי מסוג Minolta CR-400, והם הוחזרו לחדרי הקירור לפני תחילת האחסון. מדי חודש הוצאה מקירור 2 קבוצות של 30 פירות שקולים מחזרה אחת לכל טיפול ב- 1°C . בחודשים 3, 6 ו-8 הוצאו 3 חזרות של 30 פירות של פרי מטופל ב- 1°C ופרי ביקורת ב- 0°C . בהוצאה מקירור הפירות נשקלו לאחר בדיקת צבע הפרי ומראהו ונבדקה קשיותם של 10 פירות לחזרה בפנטרומטר מסוג פנפל. שאר 20 הפירות שהו בחיי מדף (20°C , 65%RH) ולאחר שבועיים נבדקו הצבע, ההפסד במשקל (20 פירות) וקשיות של 10 פירות. כמו כן הוערכה האיכות החיצונית של הפרי על פי הפגמים שהופיעו.

ניסוי ב': השפעת עטיפה על יעילות הטיפול בסמארט-פרש.

נאספו 8 מיכלי תפוח דלישס זהוב מכל אחד מהמטעים עין זיוון, אל רום ואורטל שנקטפו ב-4.9.08 ונשקלו בקירור גליל ב-5.9. הפרי קורר ל- 7°C ו-4 מיכלים מכל מטע נעטפו בתוך שלישיות של מיכלים אחרים (לא בניסוי). סודרו שני טורים של מיכלים עטופים ולא עטופים במרכז חדר הקירור, עם אוגרי נתונים טמפ' ולחות יחסית. הסמארט-פרש יושם ב-8.9 במשך 24 שעות במינון של 0.6 ח"מ. לאחר אוורור החדר, חלה התקררות הדרגתית של הפרי עד ל- 1°C במשך 3 שבועות והופעלה האוויר המבוקר ($1.5\%\text{O}_2 + 2\%\text{CO}_2$).

לבקורת שמשו מדגמים של 30 פירות שהוצאו מכל מיכל לפני שקילתם וטיפולם. מדגמים אלה קוררו ביום הקטיפ ל-0°C והוחזרו לחדר הקירור המסחרי בתיבות עטופות בשקיות LDPE מחוררות, לאחסון באוויר מבוקר ב-1°C, לאחר שהורדה הטמפרטורה בחדר באופן הדרגתי ל-1°C. אוגרי נתונים לטמפרטורה וללחות יחסית מסוג HOBO הוכנסו בין הפירות בשני מיכלים עטופים ובשני מיכלים לא עטופים, לאחר הגעת טמפ' הפרי ל-1°C, הלחות היחסית הממוצעת שנמדדה במיכלים העטופים היתה 99.3% ובמיכלים הלא עטופים – 97.6%. מדידות הלחות היחסית בחדר הקירור של אתילן גליקול היו בין 90-95%.

ב-25.5.09 נפתח החדר ונדגמה מכל מיכל תיבת פרי של כ-50 פירות תקינים שהועברה למעבדה לבדיקות בעת ההוצאה מקירור (קשיות של 10 פירות) ולאחר שבוע בחי מדף ב-20°C, 65%RH (כ-40 פירות), ב-2.6.09.

תוצאות

ניסוי א'

בדיקות בקטיפ:

מצב ההבשלה של הפרי בעת הקטיפ ויעילות הטיפול בסמארט-פרש, כפי שנבדקה לאחר שבועיים ב-20°C מתוארים בטבלה 1.

טבלה 1 – מצב הבשלת תפוחי זהוב ביום הקטיפ ועיכוב ייצור אתילן שבועיים לאחר הקטיפ.

חלקה	צבע a*	קשיות (לב"כ)	עמילן (1-10)	ייצור אתילן בקורת (μl/kg/h)	עיכוב (%)
פארה	-16.5±1.60	15.6	4.5	105.1	99.4
גיא צעיר	-15.0±1.74	15.6	4.5	92.7	94.9
מוסך	-14.9±1.27	15.8	4.0	57.2	96.4

הבשלת הפרי היתה אחידה למדי וכן תגובתו לטיפול.

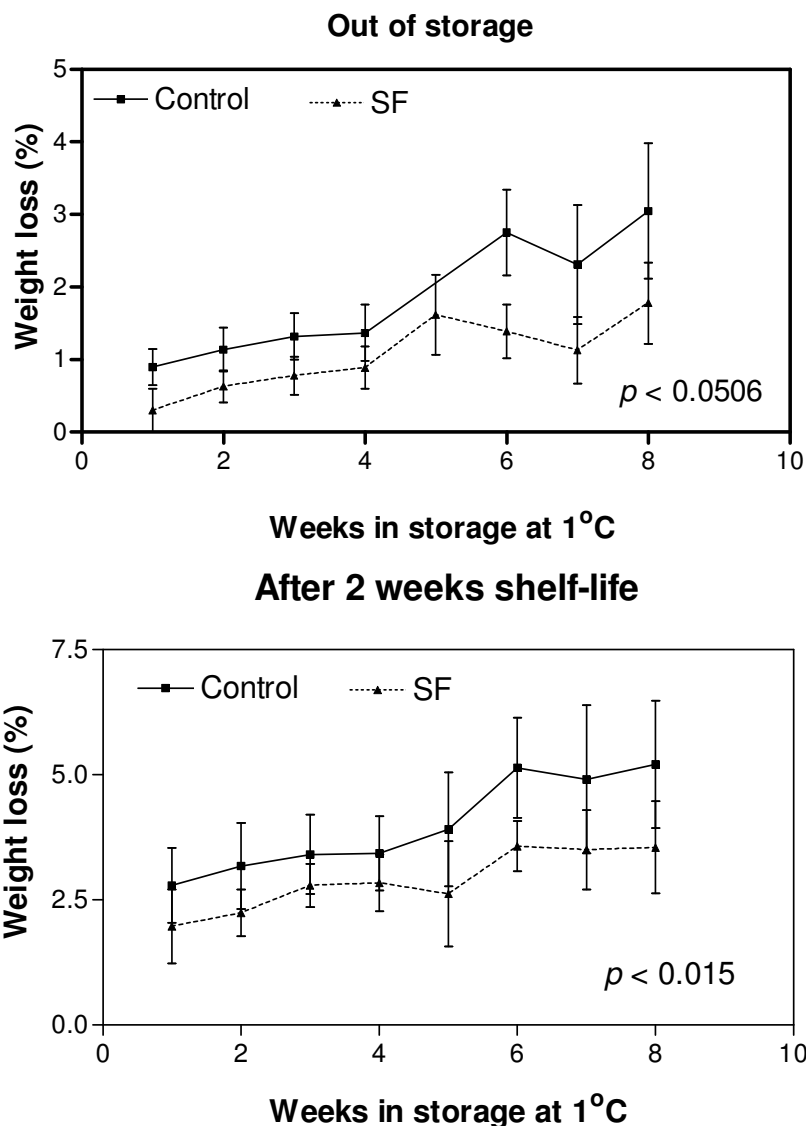
אחסון ב-1°C במיכלים לא עטופים

א. הפסד משקל

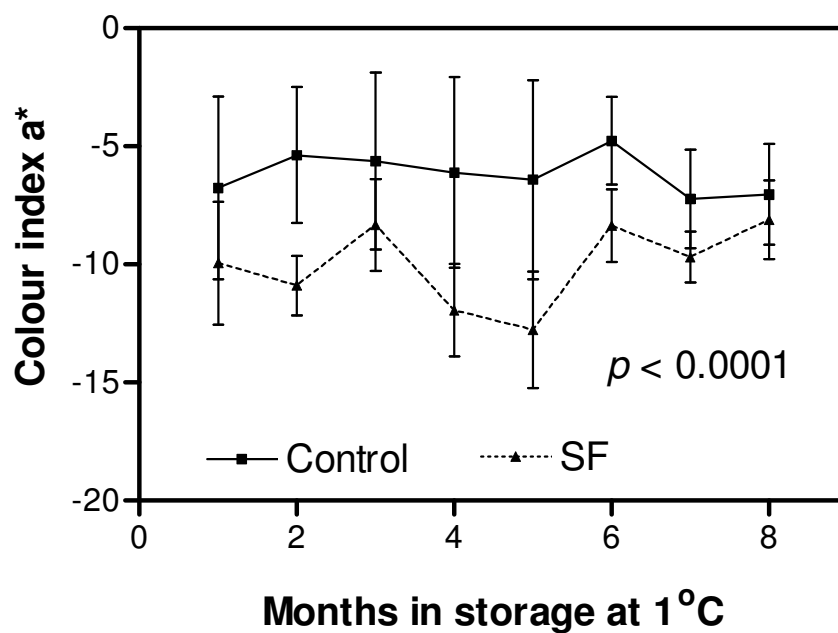
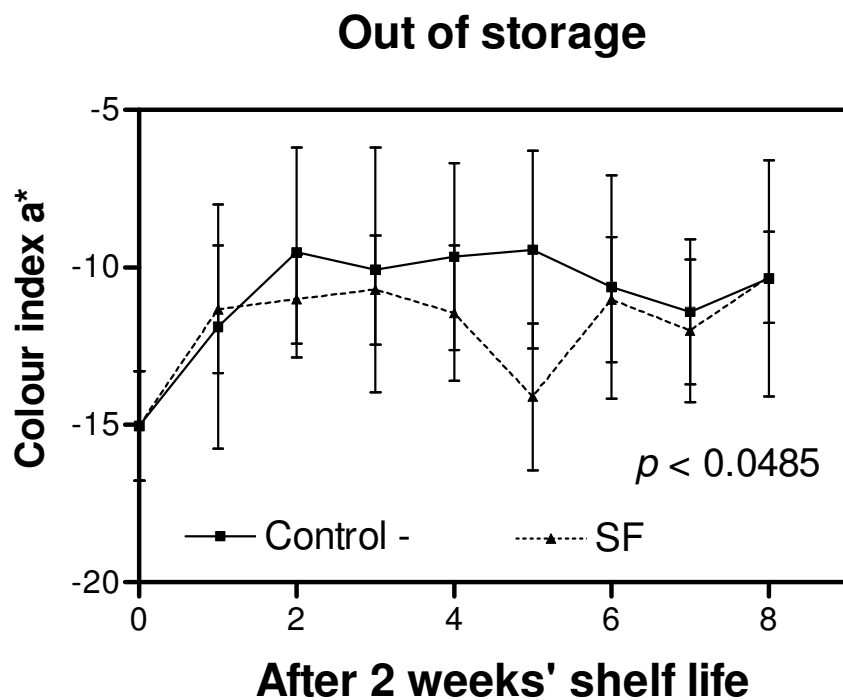
הפסד המשקל במשך 8 חודשי אחסון ב-1°C הגיע לכ-3% במיכלי הבקורת הלא עטופים לעומת 1.8% בפרי המטופל בסמארט-פרש (איור 1) בהפרש מובהק לאורך האחסון. בשבועיים של חיי מדף, גדל הפסד המשקל בפרי הבקורת ב-2.5-2% ובפרי המטופל ב-1.7-2.0%, כך שהפער בין שני הטיפולים אף גדל. ראוי לציין, שלמרות שלא נתקבלו פירות מצומקים בתום האחסון וחיי המדף בשני הטיפולים, במגע יד ניתן היה להבחין בהבדל בין פרי הבקורת והפרי המטופל בתום חיי המדף.

א. צבע הפרי

במהלך חודש האחסון הראשון הצהיבו פירות שני הטיפולים, ללא הבדל ביניהם (איור 2). בחודש האחסון השני המשיכה הצהבת פרי הביקורת בעוד שהצהבת הפרי המטופל בסמארט פרש נעצרה. בהמשך האחסון לא חלה הצהבה נוספת של הפרי, כך שהפערים נשמרו והפרי המטופל נשאר במובהק מעט יותר ירוק. ההפרש בין הטיפולים גדל במהלך שבועיים שהייה בחיי המדף באופן עקבי לאורך האחסון, מאחר שצבע הפרי המטופל התקדם רק ב-3 יחידות בממוצע לעומת 4 יחידות בפרי הבקורת.



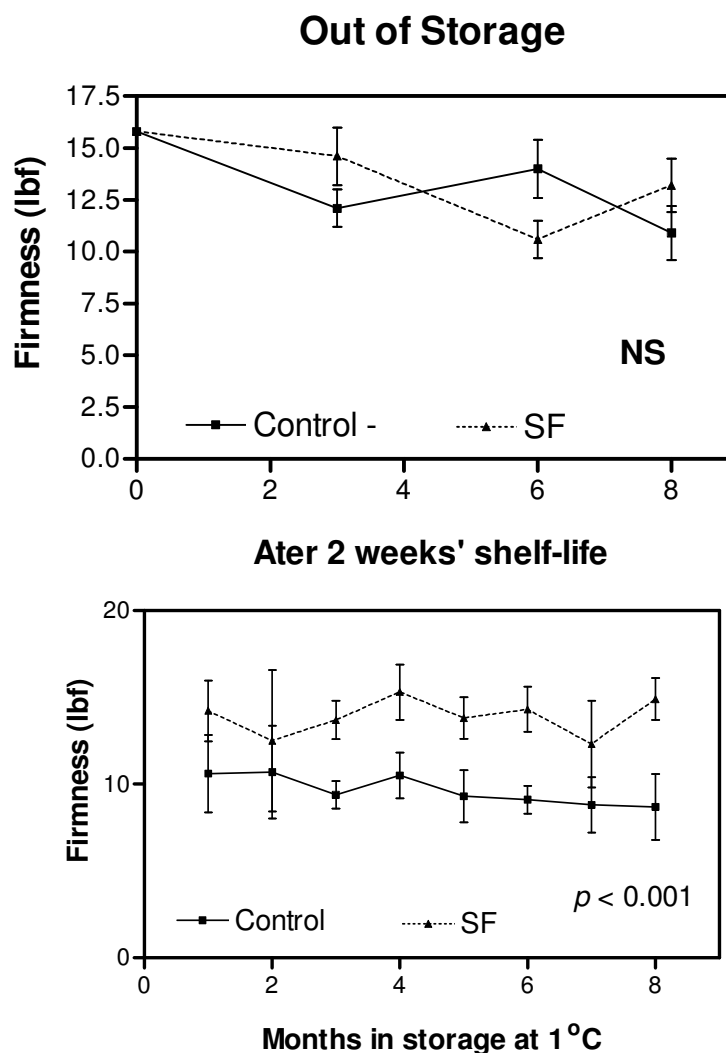
איור 1: הפסד משקל של תפוחי דלישס זהוב במהלך האחסון ב-1°C במיכלים לא עטופים בעת ההוצאה מקירור (עליון) ולאחר שבועיים בחיי מדף ב-20°C (תחתון). הנתונים הם ממוצעים של 30 פירות שונים לטיפול בכל חודש בעת ההוצאה מקירור ו-20 פירות בחיי מדף. p- ההסתברות להבדל מובהק בין הטיפולים לאורך האחסון לפי מבחן T.



איור 2: השתנות צבע הרקע של תפוחי דלישס זהוב במהלך האחסון ב-1°C במיכלים לא עטופים בעת ההוצאה מקירור (עליון) ולאחר שבועיים חיי מדף ב-20°C (תחתון). הנתונים הם ממוצעים של 30 פירות שונים לטיפול בכל חודש, בעת ההוצאה מקירור ו-20 פירות בחיי מדף. p – ההסתברות להבדל מובהק בין הטיפולים לאורך האחסון לפי מבחן T.

ב. קשיות הפרי

במהלך האחסון בקירור חלה ירידה קלה בלבד בקשיות הפרי בשני הטיפולים (איור 3), ללא הבדל מובהק ביניהם. במהלך חיי המדף פרי הבקורת התרכך בכ-3 לב"כ במשך שבועים בעוד שהפרי המטופל כמעט ולא התרכך, כך שנוצר הבדל מובהק בקשיות הפרי בין הפרי המטופל לבין הבקורת. ראוי לציין שלאורך 8 חודשי אחסון לא חל שינוי בקצב התרככות הפרי בתקופת חיי המדף בשתי קבוצות הפרי.



איור 3: קשיות (לב"כ) של תפוחי דלישס זהוב במהלך האחסון ב-1°C במיכלים לא עטופים, בעת ההוצאה מקירור (עליון) ולאחר שבועיים חיי מדף ב-20°C (תחתון). הנתונים הם ממוצעים של 10 פירות לטיפול בכל מועד בדיקה.
NS- לא מובהק.

אחסון פרי מטופל לא עטוף ב-1°C בהשוואה לאחסון פרי עטוף ב-0°C

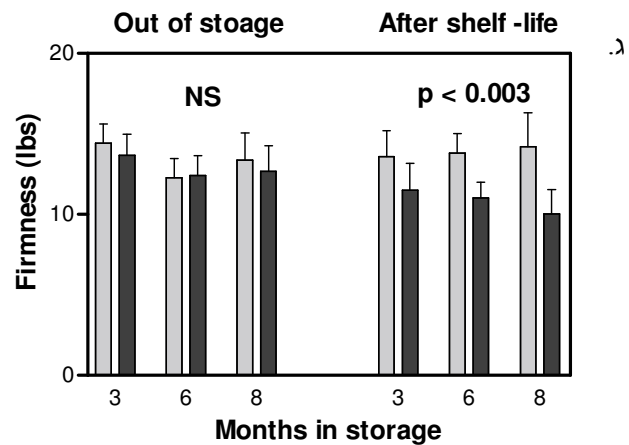
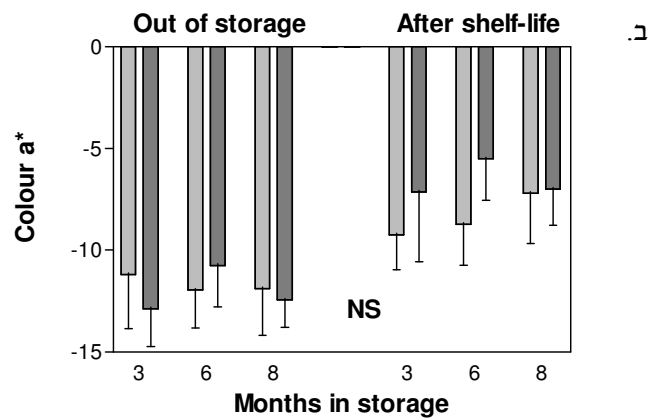
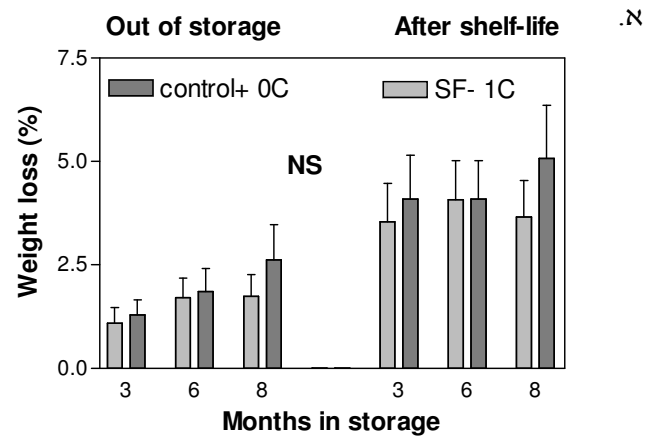
איבוד המשקל מפרי מטופל בסמארט-פרש, שאוחסן ללא עטיפה ב-1°C במשך 8 חודשים לא נבדל בצורה מובהקת מהפסד המשקל של פרי לא מטופל שאוחסן עם עטיפה ב-0°C במשך אותה תקופה (איור 4 א').

צבע הפרי המטופל בסמארט-פרש בעת ההוצאה מקירור ב-1°C ולאחר שבועיים בחיי מדף, לא נבדל בצורה מובהקת מצבע הפרי באחסון המסחרי ב-0°C (איור 4 ב').

קשיות הפרי המטופל בסמארט-פרש בעת ההוצאה מקירור ב-1°C לא נבדלה בצורה מובהקת מקשיות הפרי שאוחסן בתנאים מסחריים ב-0°C, כשבשניהם לא חלה התרככות במשך 8 חודשי אחסון (איור 4 ג'). ברם, בתקופת חיי המדף קשיות פרי הבקורת הלכה ופחתה ככל שהתארך האחסון, בעוד הפרי המטופל לא התרכך כלל, לאורך כל תקופת האחסון וחיי המדף.

איכות הפרי החיצונית

בעת ההוצאה מקירור הפרי בכל הטיפולים היה לרוב תקין. רק לאחר 5 ו-6 חודשי אחסון נמצאו 3.3% פירות מטופלים בסמארט-פרש עם נזק DSB קל. בשאר המועדים לא נראה פרי נגוע. בתקופת חיי המדף לעתים התפתח רקבון העובש הכחול או העובש האפור, ללא קשר לטיפול. המצב הפנימי של הפרי היה תקין במשך כל התקופה (נתונים אינם מוצגים).



איור 4- השוואה בין אחסון ב-1°C של תפוחי זהוב מטופלים בסמארט-פרש ללא עטיפה (SF-1°C) לבין פרי לא מטופל מאוחסן ב-0°C עם עטיפה (Control+ 0°C), במהלך 8 חודשי אחסון.

א. הפסד משקל; ב. צבע הרקע; ג. קשיות הפרי.

הנתונים הם ממוצעים של פרי מ-3 חלקות דיגום (עבור א' וב' - 30 פירות לכל חלקה בהוצאה מקירור ו-20 פירות בחיי מדף; עבור ג' - 10 פירות לחזרה).

ניסוי ב'

מצב ההבשלה של הפרי מ-3 החלקות בקטיף מתואר בטבלה 2.

טבלה 2 – מצב הבשלת תפוחי זהוב מרמת הגולן, ביום הקטיף ויעילות עיכוב ייצור אתילן שבועיים לאחר הקטיף.

חלקה	קשיות (לבי"כ)	עמילן (1-10)	ייצור אתילן בפרי בקורת ($\mu\text{l/kg/h}$)	עיכוב (%)
עין זיוון	16.8	4.3	101.0	100
אלרום	15.9	4.0	100	100
אורטל	17.0	3.6	122	100

יעילות הטיפול בסמארט-פרש, כפי שנמדדה על פי ייצור האתילן על ידי הפרי ב- 20°C , שבועיים לאחר הטיפול, היתה מלאה, מאחר שהפרי המטופל עדיין לא ייצר אתילן כלל. ההפסד במשקל הפרי במהלך האחסון היה ב-0.5% גבוה יותר במיכלים ללא עטיפה מאשר במיכלים העטופים (טבלה 3), אך הוא לא הגיע לכדי 0.3% לחודש, הנחשב כרמה המרבית המותרת על מנת לקבל פרי לא מצומק וראוי לשיווק. קשיות הפרי המטופל בסמארט-פרש היתה גבוהה במובהק מזו של פרי הבקורת הן בהוצאה מקירור והן לאחר חיי מדף. צבע הפרי לאחר חיי מדף לא הושפע על ידי הטיפול בסמארט-פרש במיכלים לא עטופים, אך עוכב במיכלים עטופים.

טבלה 3 – מדדי איכות תפוחי דלישס זהוב בעת ההוצאה מקירור ולאחר שבוע ימים ב- 20°C , בתום 31 שבועות אחסון באוויר מבוקר ב- 1°C .

הטיפול	עטיפת הפרי	הפסד משקל בקירור (%)	קשיות הפרי (לבי"כ)		צבע הפרי (a^*) בחיי מדף
			בהוצאה	בחיי מדף	
סמארט-פרש -	-	2.0a	13.9a	14.3a	-11.4a
סמארט-פרש +	+	1.5b	13.6a	14.1a	-12.6b
בקורת	-	-	11.5b	11.5b	-11.4a

שעורי הפרי התקין לאחר חיי מדף היו נמוכים במיוחד בפרי הביקורת (טבלה 4), בעיקר בגין שעורי הפרי המצומק הגבוהים, שנבעו מכך שפרי זה לא אוחסן במיכלים עטופים והושהה 3 שבועות ב- 0°C לפני העברתו לאוויר מבוקר ב- 1°C עם שאר הפרי. הממצא החשוב הוא העדר הפרש מובהק באיכות הפרי בין מיכלים עטופים ומיכלים לא עטופים של פרי מטופל בסמארט-פרש.

טבלה 4 – איכות נראית של תפוחי דלישס זהוב לאחר שבוע חיי מדף בתום 31 שבועות אחסון באוויר מבוקר ב- 1°C (באחוזים)

הטיפול	עטיפת הפרי	פרי מצומק	פרי רקוב	צרבון שטחי	פרי תקין
סמארט-פרש -		16.5b	1.2	0.5	83.7a
סמארט-פרש +		14.0b	0.6	0	85.4a
בקורת +		62.7a	0.8	0.8	33.4b
מובהקות (p)		0.001	ל.מ	ל.מ	0.001

סיכום

בוצעו שני ניסויים מסחריים שמטרתם היתה לבחון את ההשערה שניתן לאחסן תפוחי דלישס-זהוב לאחר טיפול בסמארט-פרש לתקופה ארוכה (עד 8 חודשים) בתנאי אוויר מבוקר בטמפרטורה של 1°C, ללא עטיפה בפוליאתילן, מבלי לפגום באיכות הפרי מבחינת ההפסד במשקל. תוצאות הניסויים אישרו את נכונות ההשערה. בניסוי אחד נמצא שפרי שטופל בסמארט-פרש לפי הטכנולוגיה המומלצת עבור זן זה, לא נבדל בשיעור ההפסד במשקל הפרי במשך 8 חודשי אחסון במפרי שאוחסן בשיטה המסחרית המקובלת. בניסוי השני, במיכלים מטופלים באותה שיטה, אמנם הופחת ההפסד במשקל הפרי ב- 0.5% ע"י העטיפה, אך איכות הפרי מכל שאר הבחינות היתה זהה במיכלים עטופים ולא עטופים של פרי מטופל בסמארט-פרש. יחד עם זאת, לפרי המטופל היה יתרון לעומת פרי לא מטופל מבחינת קשיות הפרי, במיוחד בחיי מדף, ולעתים גם מבחינת צבעו, שהצהיב במידה רצויה במהלך האחסון, אך לא מעבר לכך בתקופת חיי מדף ארוכה.

5. טיפולי אוקסין להפחתת הסתדקויות ושיפור צבע בתפוח "קריפס פינק" ברעם 2008

מבוא

תפוח ה" קריפס פינק" סובל מבעיה חמורה של הסתדקויות, בעיקר באזור הפיטם, וכתוצאה מכך יורדת התמורה ממנו באופן משמעותי. הנחת העבודה שלנו היא שבמהלך התפתחות הפרי ישנה ככל הנראה מתיחה של הקליפה כתוצאה מהתנפחות התאים, שמביאה לקריעת דופן התא, ובסופו של דבר להסתדקות הקליפה. כדי להפחית את התופעה ניסינו בשנת 2006 טיפול באוקסין (פואור), הידוע ביכולתו להגביר את האלסטיות של דופן התא, וע"י כך קיוונו להפחית את פוטנציאל ההסתדקות. הטיפולים ניתנו בריכוז אחד בלבד של 25 ח"מ, ובהפרשים של 30 יום מהפריחה ועד לקטיף. נמצא כי לטיפול האוקסין המוקדמים יותר (כחודשיים אחרי הפריחה) היתה השפעה ניכרת על הפחתת הנגיעות. ב-2007 הרחבנו את הניסוי, תוך התמקדות באוקסין המצטיין פואור, ובטווח הזמן האופטימלי. נמצא כי פואור בריכוז גבוה של 50 ח"מ, שניתן בש.פ. + 60 יום, הקטין את שיעור ההסתדקויות באופן משמעותי. לעומת זאת, לאוקסין נוסף שנבדק (אמיגו) לא היתה כל השפעה. איכות הפרי בקטיף ולאחר אחסון של 4 חודשים היתה טובה.

מטרות הניסוי

1. בחינת יעילותם של אוקסינים נוספים מקבוצת ה-2,4-DP (כמו פריגן) ומקבוצות נוספות.
2. בחינת אחסון הפרי לתקופת זמן ארוכה של 6 חודשים.
3. בחינת קצב התקדמות ההבשלה של הפרי בחודשיים שלפני הקטיף המסחרי הצפוי.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך בברעם על עצי פינק לידי X 106, הנטועים במרווחים של 1.5x4.0 משנת 1997. הפואור והפריגן, שמכילים שניהם את החומר הפעיל 2,4-DP, ניתנו בד"כ 60 יום לאחר הפריחה (1/6/08). אוקסינים נוספים שנבדקו בש.פ. + 60 היו אמיגו (2,4-D+NAA), אגריטון (NAA+NAD), הדרנול (2,4-D) ואלפאנול (NAA).

הטיפולים שניתנו

1. פואור 50 ח"מ ח"פ בש.פ. + 60 (1/6)
2. פואור 50 ח"מ ח"פ בש.פ. + 90 (1/7)
3. פואור 25 ח"מ ח"פ X 2 : 60 (1/6) ו-90 (1/7) יום מש.פ.
4. פריגן 25 ח"מ 2,4-DPP בש.פ. + 60 (1/6)
5. פריגן 50 ח"מ 2,4-DPP בש.פ. + 60 (1/6)
6. אגריטון (NAA + NAD) 0.3% בש.פ. + 60 (1/6)
7. אמיגו (NAA + 2,4-D) 0.3% בש.פ. + 60 (1/6)
8. אלפאנול 50 ח"מ NAA בש.פ. + 60 (1/6)
9. הדרנול 20 ח"מ 2,4-D בש.פ. + 60 (1/6)
10. ביקורת

* לכל הטיפולים הוספנו משטח טריטון X 100 (0.025%). הריסוס ניתן במרסס רובים בנפח תריסס של 5 ליטר/עץ.

מבנה הניסוי

בלוקים באקראי, 4 חזרות, עץ אחד לחזרה

מדדים שנבדקו

1. אחוז הסתדקויות בפרי במהלך הקטיף, 4 דרגות נזק ב-50 פירות מכל עץ (25 פירות מכל צד): 0 = אין נזק, 1 = קל, 2 = בינוני, 3 = קשה (ראה תמונה בעמוד הבא). נדגמו רק פירות מהמעטפת של העץ, שיהיו חשופים יותר לשמש, ולכן גם צבעוניים (בחלק הפנימי של העץ הפירות ירוקים יותר ופחות פגועים).

2. בדיקות הבשלה לפני הקטיף, בקטיף ולאחר אחסון במעבדה לקירור בק"ש
דגימות פרי לבחינת מדדי הבשלה נלקחו אחת לשבועיים מה-24/8/08 (חודשיים לפני קטיף) ועד ל-27/10/08 (יום הקטיף). הדגימות נלקחו מהטיפולים:
א. פואור 50 ח"מ בש.פ. + 60 = 1/6/08 (שחור לבן)
ב. פואור 25 ח"מ $2 \times 1/6 + 1/7$ (שחור ירוק)
ג. פריגן 50 ח"מ בש.פ. + 60 = 1/6/08 (שחור כחול)
ד. פריגן 25 ח"מ בש.פ. + 60 = 1/6/08 (שחור אדום)
ה. ביקורת (לבן)

בכל טיפול נדגמו 60 פירות לחזרה $4 \times$ חזרות (עצים) מהצד הדרומי של העץ. ביום הקטיף נבדקו ב-10 פירות המדדים הבאים: קושיות, אחוזי סוכר, עמילן, חומציות, ערכי צבע הרקע (L, a, b) וכן קצב ייצור האתילן (האתילן בכל הטיפולים נבדק תמיד לאחר שבוע בטמפרטורה של 20°C). שאר הפרי הוכנס לאחסון באוויר מבוקר למשך 6 חודשים, ויבדק במהלך החורף. במועד הדגימה הראשון (24/8/08) נדגמו הפירות הצבעוניים והמתקדמים ביותר שהיו על כל אחד מהעצים, וכן - לא נבדק הטיפול פריגן 25 ח"מ. במועדים הבאים נדגמו כל הטיפולים (א - ה), ורק פירות מייצגים מכל אחד מהעצים. במועד האחרון (קטיף) נדגמו פירות גם מצידו הצפוני של העץ, כיוון שכל הפרי לאחסון נדגם מצד זה.

3. יבול לעץ ונשירת פרי

לקראת הקטיף נערך סקר נשירה של פירות בכל עץ ונשקל היבול הכללי לעץ.

4. הערכת צבע

בכל עץ נבדקה ביום הקטיף עוצמת הצבע של כלל הפירות לפי דרגות של 0 (פרי ירוק) ועד 3 (פרי אדום).

5. בדיקת רמת האנתוציאנינים בפרי במעבדה של יובל כהן בוולקני

מכל טיפול נדגמו ביום הקטיף (27/10/08) 5 פירות לבחינת רמת האנתוציאנינים בפרי.

6. טמפרטורות

כדי לבחון השפעת טמפרטורה על יצירת הצבע, נתלו מכשירי מדידת טמפרטורה ("הובואים"), הרושמים נתונים כל שעה, בחלקו התחתון של העץ (25 ס"מ מהקרקע), במרכזו (100 ס"מ מהקרקע) ובחלקו העליון (180 ס"מ מהקרקע). בכל גובה נתלו 4 מכשירי מדידה (4 חזרות/עצים לכל גודל). [חישוב ימי המעלה: טמפ' שעתית ממוצעת מינוס טמפ' הסף מחולק ב-24 שעות]. רישום הנתונים החל בתחילת ספטמבר והסתיים בסוף אוקטובר בקטיף.

תוצאות

שיעור הסתדקויות בפרי

בדומה לתוצאות 2006 ו-2007, נמצא שוב כי לפואור יכולת טובה להקטין את עוצמת הסדקים בפרי כאשר ניתן בריכוז גבוה של 50 ח"מ ח"פ ובש.פ. + 60. כאשר ניתן מאוחר יותר ($1/7 = \text{ש.פ.} +$ 90), או בפיצול לשתי מנות קטנות של 25 ח"מ X 2, יעילותו פוחתת כפי שקבלנו ב-2007 (איור 1 א+ב).

הפריגן שנבדק השנה לראשונה מכיל אף הוא, בדומה לפואור, את החומר הפעיל 2,4-DP, אך בצורה "מרוכזת" יותר (איזומר אחד פעיל, ולא אחד פעיל ואחד לא פעיל כמו בפואור), ולכן פעילותו האוקסינית אמורה להיות חזקה יותר. ואכן הפריגן בריכוז דומה של 50 ח"מ נתן תוצאה דומה לפואור, ואף חזקה ממנו במקצת (איור 1 א+ב).

כל האוקסינים האחרים, שאינם מכילים 2,4-DP כמו הדרנול (2,4-D), אלפאנול (NAA), אמיגו (NAA+2,4-D) או אגריטון (NAD+NAA) לא השפיעו כלל על הפחתת ההסתדקויות.



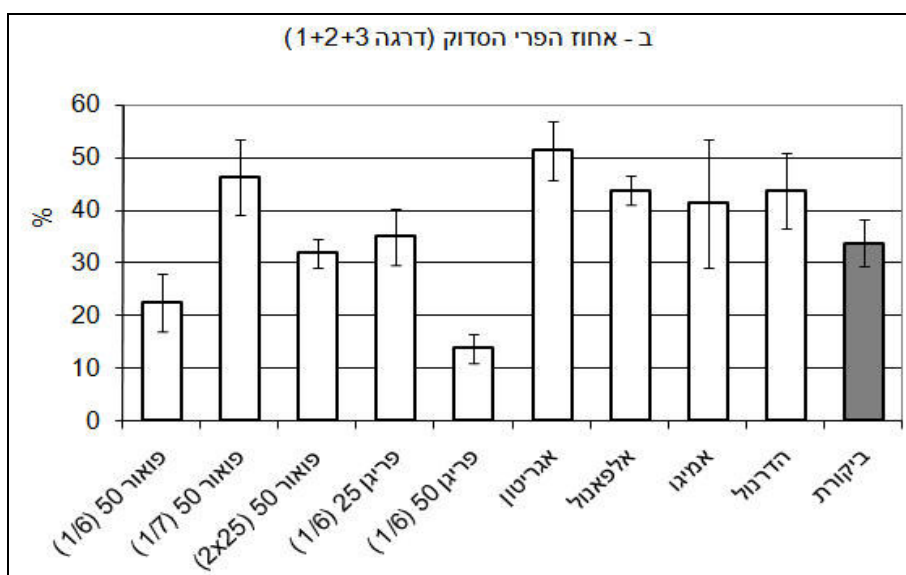
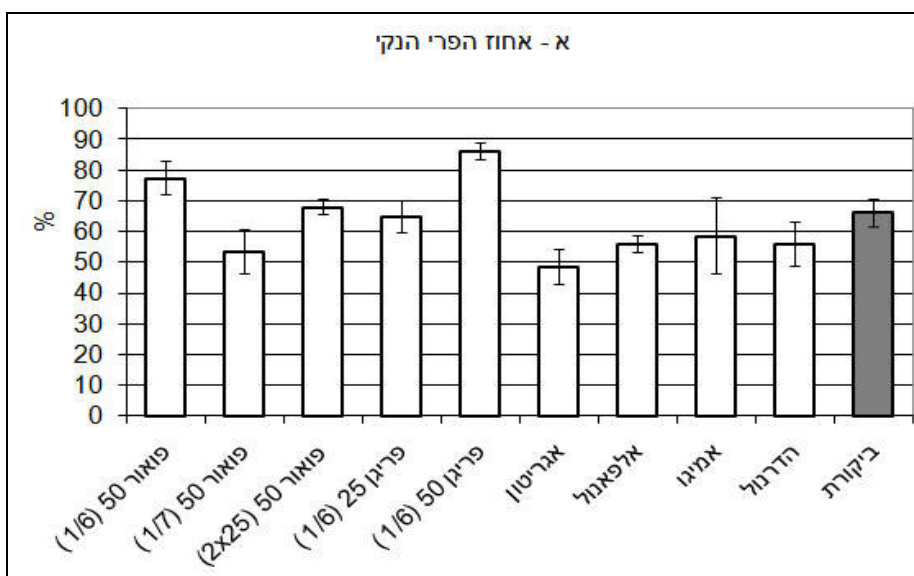
לסיכום, אחרי שלוש שנים של נסיונות ניתן לומר שלאוקסינים הסינתטיים פואור ופריגן (2,4-DP) יש יכולת להקטין את עוצמת החיספוס, בתנאי שניתנים במועד של כחודשיים לאחר הפריחה (ממחצית יוני ועד לתחילת יולי) ובריכוז גבוה של 50 ח"מ ח"פ. במועד זה נגמר שלב חלוקת התאים, והפרי נמצא בעיצומו של שלב התארכות התאים (וגם בשלב של "נשירת יוני"). האם מועד זה הינו קריטי ורגיש לפיצוצים? האם בשלב ראשוני ומוקדם זה מתחילים להוצר סדקים מיקרוסקופיים כתוצאה ממתחה וגדילה מואצת של התאים (והפרי)? האם סדקים מיקרוסקופיים אלה אכן נוצרים כבר בשלב המוקדם הזה, ובאים לידי ביטוי רק לקראת סוף הגידול, כלומר בקטיף?

כדי לבחון זאת יש לערוך מחקר מקיף, ולעקוב אחר התפתחות הפרי לאורך עונת הגידול. רצוי לבחון זאת ברמה האנאטומית כדי ללמוד מתי בדיוק נוצרים הסדקים הראשונים, והאם אכן זה קורה כחודשיים לאחר הפריחה.

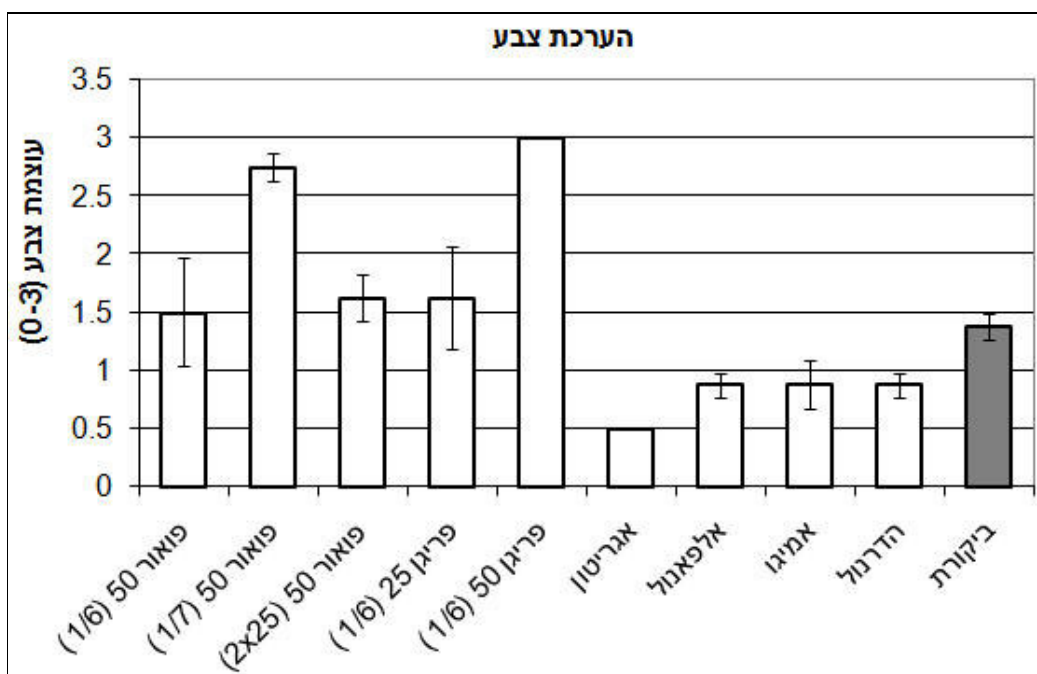
שאלה מעניינת נוספת היא מדוע שני האוקסינים הנ"ל מצליחים להפחית את הנגיעות ואילו כל האוקסינים האחרים, שלא מכילים את הח"פ 2,4-DP, אינם מצליחים בכך? האם יש כאן תכונה ייחודית דווקא של ה-2,4-DP?

עוצמת הצבע האדום בקטיף

תוצאת לוואי של טיפולי הפואור והפריגן היתה שיפור ניכר בצבע האדום של קליפת הפרי ביום הקטיף (איור 2). הטיפולים הטובים ביותר בשיפור הצבע היו פחות או יותר אותם הטיפולים שהפחיתו בצורה האופטימלית את שיעור ההסתדקויות. כך למשל הפריגן והפואור בריכוז הגבוה (50 ח"מ) שניתנו בש.פ. + 60 (פריגן) או בש.פ. + 90 (פואור) צבעו את מרבית הפירות באדום, וגם הפחיתו בצורה משמעותית ביותר את שיעור ההסתדקויות (השיעור הנמוך יחסית של פירות אדומים בטיפול המוקדם של פואור 50 [1/6] נובע מדגימות פרי שנלקחו במהלך העונה, בהשוואה לטיפול המקביל ב-1/7 בו לא נלקחו דגימות פרי?). כל האוקסינים האחרים שאינם מכילים 2,4-DP היו שוב בלתי יעילים כמו בנושא ההסתדקויות. גם מתוצאות המעבדה ביום הקטיף (27/10/08) ניתן לראות שהפירות מטיפולי האוקסין השונים היו פחות ירוקים או יותר צהבהבים באופן מובהק בהשוואה לביקורת (ערכי a גבוהים יותר בטבלה 1). בשאר המדדים (L ו-b) לא נמצאו הבדלים. ההשוואה בין פואור 50 ח"מ לפריגן 50 ח"מ שניתנו בש.פ. + 60, ולשניהם יש אותו ח"פ (2,4-DP) מראה כי לפריגן יש פוטנציאל גבוה יותר ליצירת צבע אדום (תמונה 1, איור 2 וטבלה 1 א+ב). הפריגן גם הקדים יותר את קבלת הצבע, וגם נתן בסופו של דבר, בקטיף, יותר צבע.



איור 1: השפעת טיפולי אוקסין במועדים שונים משיא הפריחה (ש.פ.) ובריכוזים שונים על עוצמת ההסתדקויות בתפוחי פינק ליידי, ברעם 2008.



איור 2: השפעת טיפולי אוקסין במועדים שונים משיא הפריחה (ש.פ.) וברכיזים שונים על עוצמת הצבע האדום במהלך הקטיפה של תפוחי קריפס פינק, ברעם 2008.

מדדי הבשלה של הפרי

ממעקב הבשלה שהחל כחודשיים לפני הקטיפה המסחרי (24/8/08) ניתן ללמוד כי הטיפולים המצטיינים בשיפור הצבע האדום בקטיפה, ובעיקר פריגן 50 ח"מ, הקדימו את יצירת הצבע בהשוואה לביקורת (תמונה 1). תופעה זו בלטה גם בערך a גבוה יותר לאחר טיפול בפריגן 50 ח"מ (טבלה 1א').

נראה שהקדמת הופעת הצבע, ואיתה גם הקדמת ההבשלה, נבעו מעליה משמעותית ומובהקת בקצב ייצור האתילן באותם פירות מטופלים באוקסין, ובעיקר בפריגן 50 ח"מ (טבלה 1א+ב). עליית האתילן בלטה בכל המועדים, פרט לקטיפה בו השתוו רמות האתילן בכל הטיפולים. טיפולי האוקסין המוקדמים (ש.פ. + 60 יום) הגבירו את קצב ייצור האתילן, וע"י כך האיצו ככל הנראה את מסלול הביוסינתזה של האנתוציאנינים מבלי לעודד את יצירת האנזימים ההידרוליטיים (פקטין מתיל אסתרז, פוליגלקטורונאז וצלולאז) שגורמים לנשירת פירות. ואכן, לא התקבלה כל נשירה מוגברת של פירות (נשירה ממוצעת של כ-5 ק"ג/עץ בכל העצים), והיבול לעץ היה דומה בכל הטיפולים (כ-50 ק"ג/עץ). טיפולי אתילן (אתרל) שנתנו בעבר לפינק לידי במועד סמוך לקטיפה, הביאו אמנם להגברת צבע, אך גם להבשלה מוקדמת ולנשירת פירות מאסיבית.



תמונה 1: מדגם פירות מהצבעוניים ביותר שהיו על העץ ב-24/8/08 (10 פירות לחזרה/עץ).

נתוני קצב פירוק העמילן מצביהים אף הם על זירוז ההבשלה של הפירות המטופלים באוקסינים, ובמיוחד הפירוק המהיר של העמילן בטיפול הפריגן 50 בהשוואה לפירות הביקורת: 7.3 ו-1.8 בהתאמה (טבלה 1 א). גם בהמשך הדגימות, כאשר נדגמו הפירות האופייניים לכל עץ (ולא הפירות הכי מתקדמים כמו במועד הראשון), עדיין היה יותר עמילן בפירות הביקורת (ערך נמוך יותר) בהשוואה לפירות המטופלים (טבלה 1 ב'), כאשר בקטיף נראה שרמת העמילן כבר נמוכה מדי בפירות המטופלים ובאופן מובהק בהשוואה לביקורת, מה שמעיד על הבשלת יתר או על קטיף מאוחר מדי (למרות שבמדדי הקושיות לא היו הבדלים). גם אחוזי הסוכר והחומצה הנמוכים שהתקבלו במהלך הקטיף בפירות המטופלים בהשוואה לביקורת מעידים ככל הנראה על קטיף מאוחר מדי של הפירות המטופלים. לאור הנתונים הנ"ל נראה שהקטיף המסחרי של הפרי המטופל היה קצת מאוחר מדי, הוא היה צריך להתבצע בין מועד הדגימה האחרון שלפני הקטיף (28/9/08) והקטיף שבוצע בפועל (27/10/08). יתכן שהנטעים בקשו לחכות לירידת הטמפרטורות, שמביאה בעקבותיה לשיפור טבעי בצבע האדום של הפרי.

טבלה 1: השפעת טיפולי אוקסין שונים על מדדי ההבשלה והצבע בחודשיים האחרונים להתפתחות הפרי, "קריפס פינק" 2008. הבדיקות נעשו במעבדה לקירור בקרית שמונה.

א. בתאריך 24/8/08 נדגמו הפירות האדומים/המתקדמים ביותר בכל עץ.

צבע הרקע			קושיות (ל"ב)	פירוק עמילן* (1-10)	אתילן $\mu\text{I/kg}$ /h	טיפול	מועד דיגום
b	a	L					
39.75 ab	-17.98 b	72.98 a	19.8 ab	3.0 b	44.6 a	1	1 24/8
39.62 ab	-16.76 b	74.18 a	19.8 ab	3.3 b	69.9 a	2	
40.90 a	-12.01 a	73.60 a	18.4 b	7.3 a	77.4 a	3	
37.56 b	-16.52 b	74.25 a	21.1 a	1.8 b	0.2 a	4	

ב. בתאריכים 2710/08 – 2/9/08 נדגמו הפירות המייצגים בכל עץ.

חומצה (%)	סוכר (%)	צבע הרקע			אחוז ניסוי	קושיות (ל"ב)	פירוק עמילן* (1-10)	אתילן μl/kg /h	טיפול	מועד דיגום
		b	a	L						
		39.5 a	-17.5 a	72.2 a	23.8 a	18.8 a	1.3 b	10.6 b	1	2 2/9
		38.6 ab	-17.0 a	72.4 a	16.1 a	18.5 a	1.7 ab	10.3 b	2	
		39.7 a	-16.4 a	72.4 a	26.8 a	18.6 a	2.5 a	44.6 a	3	
		37.6 b	-16.7 a	73.0 a	19.9 a	19.6 a	1.2 b	0.2 b	4	
		38.2 ab	-16.1 a	73.1 a	17.0 a	18.9 a	1.8 ab	6.3 b	5	
		38.9 a	-17.7 a	73.6 a	25.9 a	18.7 a	2.3 a	11.7 b	1	3 16/9
		38.8 a	-18.0 a	73.8 a	27.8 a	18.6 a	2.2 a	23.1 ab	2	
		39.6 a	-18.1 a	72.8 b	31.0 a	18.3 a	2.2 a	47.7 a	3	
		38.6 a	-18.0 a	74.5 a	30.8 a	18.7 a	1.2 a	1.5 b	4	
		38.7 a	-17.7 a	74.1 a	29.5 a	17.9 a	2.1 a	13.0 b	5	
		39.4 a	-16.9 b	73.1 b	20.3 a	17.2 a	4.5 a	15.7 bc	1	4 28/9
		38.6 a	-15.8 a	73.2 b	24.6 a	17.2 a	4.8 a	33.5 ab	2	
		38.9 a	-16.4 ab	72.5 b	22.4 a	16.8 a	4.7 a	44.5 a	3	
		37.3 b	-16.3 ab	72.2 b	20.9 a	17.2 a	3.1 a	5.9 c	4	
		38.2 a	-16.1 ab	74.5 a	23.6 a	17.0 a	5.3 a	26.1 ab	5	
0.39 ab	13.7 ab	27.4 a	-5.2 a	64.9 a	70.8 a	14.9 a	7.7 a	55.2 a	1	5 27/10 (קטיף)
0.41 ab	13.4 b	28.3 a	-3.4 a	60.0 a	68.3 a	14.5 a	8.5 a	72.8 a	2	
0.34 b	13.5 b	27.4 a	-3.6 a	63.5 a	69.8 a	14.0 a	8.7 a	78.3 a	3	
0.47 a	14.5 a	26.2 a	-8.3 b	65.9 a	61.5 a	15.5 a	6.4 b	52.3 a	4	
0.52 ab	14.1 ab	26.1 a	-4.6 a	64.5 a	61.0 a	15.1 a	7.4 a	78.6 a	5	

* מדד פרוק העמילן = ככל שהערך נמוך יותר יש יותר עמילן בפרי

הטיפולים:	
1. פואור 50 ח"מ ב.ש.פ. + 60 = 1/6 [שחור לבן]	a – ככל שגבוה יותר (פחות שלילי) = ירוק בהיר יותר
2. פואור 25 ח"מ X 2 (1/7 + 1/6) [שחור ירוק]	L – ככל שנמוך יותר = כהה יותר
3. פריגן 50 ח"מ ב.ש.פ. + 60 = 1/6 [שחור כחול]	b – ככל שגבוה יותר = צהוב יותר
4. ביקורת	
5. פריגן 25 ח"מ ב.ש.פ. + 60 = 1/6 [אדום שחור]	

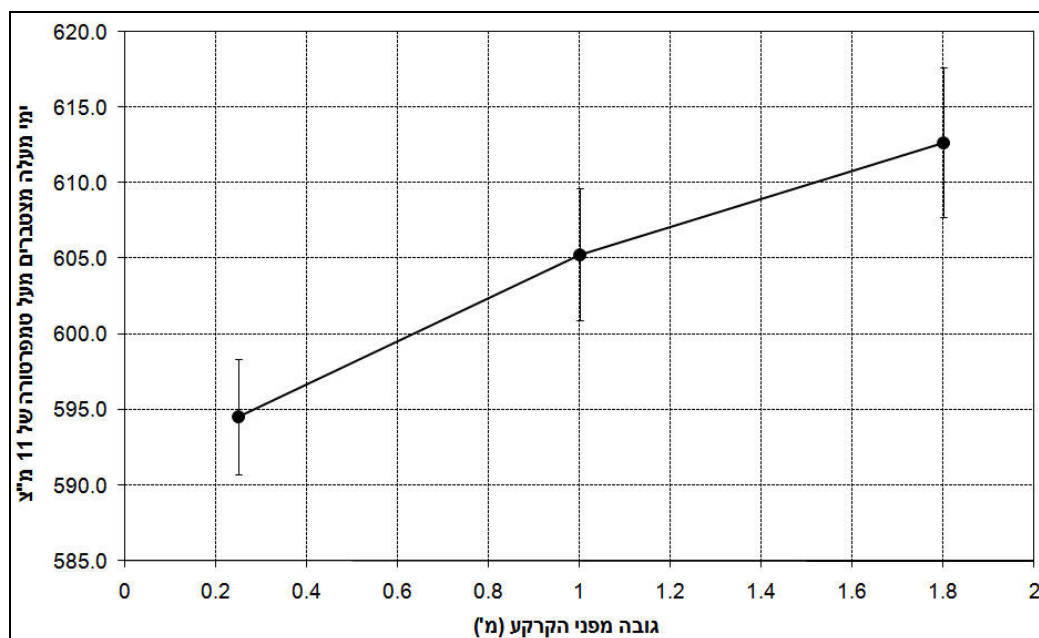
הבדלים בקבלת הצבע בין חלקו התחתון של העץ לחלקו העליון

שמנו לב לתופעה מעניינת של התפתחות צבע מוקדמת יותר בחלקו התחתון של העץ בהשוואה לחלקו העליון לאחר טיפולי האוקסין (תמונה 2 א+ב) (הפוך מהמצב בעצי הביקורת, שם נחשפים הפירות העליונים לשמש ולכן מאדימים יותר).

מעקב רציף אחר הטמפרטורה בגבהים שונים של העץ (25, 100, ו-180 ס"מ), שבוצע בחודשיים האחרונים לגידול הפרי (ספטמבר-אוקטובר) הצביע על כך שהטמפ' המצטברת בחלקו התחתון של העץ נמוכה יותר בהשוואה לחלקו העליון (איור 3) (אזכור קר כבד יותר, ונשאר סמוך יותר לקרקע בתקופה זו של השנה). מאחר שקבלת הצבע האדום מותנית בטמפ' נמוכות השוררות בד"כ בלילה

(10-פחות מ-14 מעלות) נראה שההפרש בעוצמת הצבע בין הפירות התחתונים לעליונים נבע מהבדלי הטמפ' – ככל שהיה קר יותר (סמוך לקרקע) הפירות היו אדומים יותר.

איור 3. ימי מעלה מצטברים מעל טמפ' של 11 מ"צ בגבהים שונים של העץ (25, 100, ו-180 ס"מ), מתתיהו 2008.



* דרך ההצגה של איור 3 נובעת מכך שהטמפרטורה של 11 מעלות היתה טמפ' המינימום ("טמפרטורת הסף") שהיתה בכל שלושת הגבהים, כלומר בדרך זו אנו מציגים את כל ימי המעלה שהצטברו בפועל. מהתוצאות עולה שבגובה הנמוך הצטברו פחות ימים/שעות חמים (= יותר ימים קרים) בהשוואה לגבהים הגבוהים יותר.

א – עץ בודד



ב – שורה שלמה



תמונה 2: פרי אדום בחלקו התחתון של העץ לעומת פרי ירוק בחלקו העליון, לאחר טיפולי אוקסין (פואור/פריגן). מחצית אוגוסט 2008.

שיפור צבע ב"סטרקינג" וב"גאלה"

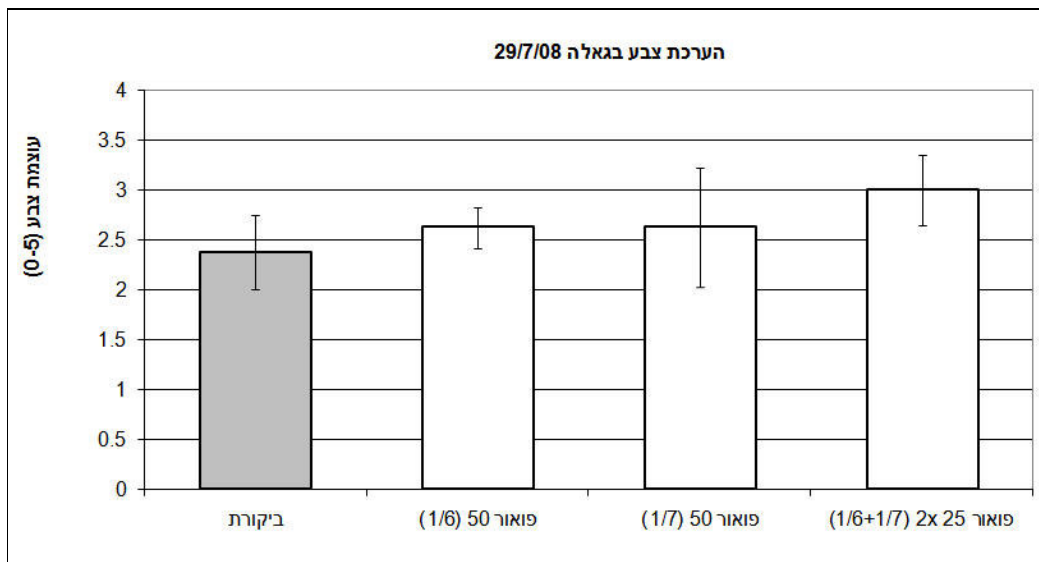
כדי לבחון האם שיפור הצבע ע"י האוקסין 2,4-DP עובד גם בזנים נוספים, ביצענו ניסוי בהיקף קטן על 2 זנים נוספים של תפוח – סטרקינג וגאלה. הניסוי נערך בחוות מתתיהו.

הטיפולים שניתנו לכל אחד מהזנים:

1. פואור 50 ח"מ ח"פ בש.פ. + 60 (1/6)
2. פואור 50 ח"מ ח"פ בש.פ. + 90 (1/7)
3. פואור 25 ח"מ X 2 : 60 (1/6) + 90 (1/7) יום מש.פ.
4. ביקורת

תוצאות בגאלה

הקטיף המסחרי בוצע ב-1/8/08 (הקדמה של שבועיים בקטיף המסחרי, בדומה להקדמה בשאר הזנים). הערכת צבע (0-5) בוצעה מספר ימים לפני הקטיף (29/7). ההבדלים אמנם אינם מובהקים, אך נראית נטייה של תוספת צבע בפירות המטופלים בהשוואה לביקורת (איור 4). הפירות לא נשלחו לבדיקות צבע והבשלה במעבדה.



איור 4: הערכת צבע בפירות גאלה, שבוצעה במטע לקראת הקטיף, חוות מתתיהו 29/7/08.

תוצאות בסטרקינג

הערכת הצבע בסטרקינג בוצעה אחת לשבוע בחודש האחרון של התפתחות הפרי. בכל אחד מעצי הניסוי לפי סקאלת צבע של 0-5 (טבלה 2). בדגימה הראשונה (29/7) אין עדיין הבדלים מובהקים בין הטיפולים, אך ניתן כבר לראות שבדומה לגאלה, הטיפול המפוצל של פואור 25 ח"מ X 2 גורם להקדמה מסויימת של הצבע לעומת הביקורת.

במועד השני (5/8) ההבדל הנ"ל כבר הופך למשמעותי ומובהק כאשר גם הטיפול המוקדם (1/6) בפואור 50 מסתמן כמגביר צבע. טיפול דומה של פואור אך במועד מאוחר יותר (1/7) דומה מאוד לביקורת.

במועד השלישי (11/8) נשמרים אותם הפערים, אך ההבדלים שוב אינם מובהקים סטטיסטית. במועד הרביעי (20/8) שבו בוצע גם הקטיפה המסחרי עדיין נשמרים הפערים, אך שוב בולט ההבדל המשמעותי והמובהק בין הטיפול המצטיין (25 ח"מ X 2) לעומת הביקורת.

בדיקות צבע הלחי שבוצעו לפירות מיום הקטיפה (טבלה 3) מצביעות אף הן על מגמת שיפור הצבע לאחר טיפולי הפואור השונים בהשוואה לביקורת, עם יתרון בולט לפואור המוקדם יותר, אך לעתים גם לטיפול המפוצל (ערכי L נמוכים, ערכי a גבוהים, ריכוזי אנתוציאנינים גבוהים, ועוצמת צבע כללית גבוהה). בחלק מהפרמטרים ההבדלים מובהקים סטטיסטית ובחלקם לא.

בדומה לקריפס פינק נראית גם בסטרקינג מגמה של זירוז קל בהבשלה לאחר טיפולי הפואור, שבאה לידי ביטוי בפירוק עמילן קצת יותר מתקדם (לא מובהק), אם כי הקושיות דומה.

בדומה לקריפס פינק התקבלו גם בסטרקינג ערכים גבוהים של אתילן, למרות חוסר המובהקות, מה שמעיד על תהליך דומה של זירוז הבשלה וקבלת צבע ללא הגברת נשירה כפי שתואר קודם לגבי הזן קריפס פינק.

טבלה 2 : התפתחות הצבע בפירות סטרקינג במהלך החודש האחרון לגידולם, מתתיהו 2008.

הערכת צבע לכל הפירות בשטח לפי סקאלה של 0-5				טיפול
20/8	11/8	5/8	29/7	
4.3 a	3.7 a	3.8 a	3.3 a	פואור 25 ח"מ X 2
3.8 ab	3.4 a	3.1 ab	2.5 a	פואור 50 (1/6)
3.7 ab	3.0 a	2.7 b	2.3 a	פואור 50 (1/7)
3.1 b	2.8 a	2.5 b	2.7 a	ביקורת

טבלה 3: השפעת טיפולי אוקסין על מדדי הבשלה וצבע של פירות סטרקינג, מתתיהו 20/8/08.¹

טיפול	פירוק עמילן (1-10)	סוכר (%)	אתילן $\mu\text{l/kg/h}$	קושיות (ל"ב)	L	a ²	b	אחוז כיסוי	עוצמת צבע כללית	אנתוציאנינים
פואור 25 ח"מ X 2	4.7±0.3	11.5±0.3	12.2±3.0	14.9±0.3	39.5 ab	28.2 b	16.7±0.4	89.8±1.8	4.2 ab	1.03±0.4
פואור 50 (1/6)	4.6±0.3	11.1±0.1	20.4±10.3	14.8±0.4	38.8 b	30.1 a	17.3±0.5	87.9±1.8	4.3 a	1.02±0.4
פואור 50 (1/7)	4.9±0.3	11.4±0.2	18.3±6.2	14.9±0.2	41.8 a	27.6 b	17.4±0.6	87.4±1.6	4.0 bc	0.88±0.3
ביקורת	4.0±0.3	11.7±0.3	7.2±2.3	14.9±0.1	42.1 a	26.7 b	16.1±0.4	90.6±1.2	3.8 c	0.80±0.2

¹ נתוני ההבשלה (עמילן, סוכר, קושיות וריכוז האתילן) התקבלו מהמעבדה בקרית שמונה. נתוני הצבע (L, a, b),

אחוז כיסוי, עוצמת צבע וריכוז האנתוציאנינים) התקבלו מהמעבדה בוולקני.

² ערכי a שנמדדו בסטרקינג משקפים את עוצמת הצבע האדום בנקודה הכי אדומה של הפרי, ולא את צבע הרקע כפי שעשינו בזן קריפס פינק, ולכן הערכים כאן חיוביים ולא שליליים.

סיכום כללי של כל ניסיונות הצבע בשלושת הזנים

ניתן לומר שהניסוי הקטן בשני הזנים הנוספים – גאלה וסטרקינג – נותן חיזוק להשפעת האוקסין 2,4-DP להגברת הצבע בתפוח. כמו כן ניתן לומר שבדומה לפינק לידי, המועד המוקדם יותר של הטיפול (ש.פ. + 60 = 1/6) טוב קצת יותר מהמועד המאוחר (ש.פ. + 90 = 1/7), אם כי ללא הבדל משמעותי ומובהק ביניהם (כמו כן נראה שהמועד המפוצל בד"כ פחות טוב ממועד אחד מוקדם). יש לשים לב לזירוז ההבשלה, ולקטוף את הפרי בהתאם להתקדמות ההבשלה, גם אם זה במועד מוקדם יותר מהמקובל.

6. בחינת כושר השתמרות הזן "גייל גלה" בהשוואה לזן "רויאל גלה"

רקע

הזן "גייל גלה" משתייך לקבוצת זני הגלה ונטוע בחוות מתיתיהו. כחלק ממבחן איכות הזן, בוצעה בחינה של איכותו באחסון בקירור רגיל ובאוויר מבוקר, במשך 3 חודשים, בהשוואה לזן רויאל גלה.

מהלך הניסוי

פירות שני הזנים נקטפו מחלקות סמוכות בחוות מתיתיהו ב-3 באוגוסט, 2008. ביום הקטיפה הועבר הפרי למעבדה לאחסון בקריית שמונה. לאחר התקררות הפרי במשך לילה לטמפרטורת האחסון (0°C) הוא חולק לתאי האחסון בתנאים הבאים:

1. קירור באוויר רגיל.

2. אחסון באווירה מבוקרת - 1.5% חמצן + $2\% \text{CO}_2$.

מכל זן נדגמו 3 תיבות (חזרות), שהכילו כ-40 פירות כל אחת, לכל שיטת אחסון. מדדי הקטיפה נבדקו במדגם של 10 פירות ביום הקטיפה. ב-15 פירות נוספים נבחנה האיכות לאחר 3 חודשי האחסון. יתרת הפרי נבחנה בתום שבוע בחיי מדף (20°C , $65\% \text{RH}$) לאחר האחסון בקירור. הבדיקות כללו:

בקטיפה – צבע רקע (במד צבע), גודל הלחי האדומה, קושיות, פירוק עמילן, כ.מ.מ. וחומצה. לאחר אחסון ובתום חיי מדף – צבע רקע, קושיות, איכות פנימית, כ.מ.מ. וחומצה. בנוסף נערך מבחן טעימה לאחר חיי המדף.

תוצאות

מצב הבשלה בקטיפה

מדדי הבשלת הפרי בעת הקטיפה מתוארים בטבלה 1. מנתונים אלו עולה כי לכאורה הזן "רויאל גלה" נקטף במצב הבשלה מתקדם יחסית ל"גייל גלה" (רך יותר וצבע רקע בהיר יותר ופחות ירוק). לעומת זאת, נדמה על-פי נתונים אחרים כי למרות שהזן "גייל גלה" היה פחות בשל הוא היה צבעוני ומתוק יותר, כאשר מדד פירוק העמילן בשני הזנים היה דומה.

טבלה 1: מצב הבשלת תפוחי "גייל גלה" ו"רויאל גלה" ביום הקטיפה.

הזן	קושיות (ל"כ)	מדד פירוק עמילן (1-10)	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)	לחי אדומה (%)	צבע רקע (L*)	צבע רקע (C*)
"גייל גלה"	20.2	2.5	13.3	0.35	83.2	76.8	36.5
"רויאל גלה"	17.9	2.6	12.0	0.40	58.7	81.3	31.7
מובהקות (p)	0.000	לא מובהק	0.012	לא מובהק	0.000	0.000	0.000

איכות בתום האחסון

לאחר שלושת חודשי האחסון נשמרו הפערים בין הזנים מבחינת קשיותם ומתיקותם (טבלה 2). הזן "גייל גלה" היה קשה ומתוק יותר מ"רויאל גלה". שאר מדדי האיכות שנבחנו לא היו שונים בין הזנים באופן מובהק סטטיסטית. שיעור הפרי הבריא פחת בעיקר בגין ריקבון שנגרם על-ידי פניציליום. גורם נוסף שהשפיע היה הצטמקות, שהופיעה רק בפרי שאוחסן באוויר מבוקר. צירבון שטחי הופיע רק ב-4 פירות מהזן "רויאל גלה", שאוחסן באוויר מבוקר ולא הופיע כלל באוויר רגיל או במהלך חיי המדף.

בין אווירות האחסון לא נמצאו הבדלים, פרט לשיעור הכ.מ.מ. ב"רויאל גלה", שהיה גבוה במובהק בפרי שאוחסן באוויר מבוקר לעומת בפרי שאוחסן בקירור רגיל. כמו כן, בפרי שאוחסן באוויר מבוקר חלה הצטמקות בשני הזנים בשיעורים גבוהים יותר, בהשוואה לאחסון באוויר רגיל. סביר להניח כי הסיבה לתופעה זו הינה ההבדל בלחות היחסית בין שני חדרי האחסון. בעוד הפרי שאוחסן באוויר מבוקר שהה בתא בנפח 5.5 מ"ק, הפרי שאוחסן בקירור רגיל אוחסן בחדר קירור חצי מסחרי יחד עם פירות נוספים. לכן סביר ביותר כי למרות שהלחות בחדרים לא נמדדה בזמן הניסוי, ההבדל בין הפירות נובע מהבדלים בתנאי הלחות היחסית בלבד.

טבלה 2: מדדי איכות תפוחי "גייל גלה" ו"רויאל גלה" בתום 3 חודשי אחסון באוויר מבוקר ובקירור רגיל.

הזן	משטר אחסון	קושיות (ל"כ)	כ.מ.מ. (%)	חומצה (%)	פרי בריא (%)	ריקבון (%)	צירבון (%)	הצטמקות (%)
"גייל גלה" "רויאל גלה"	קירור רגיל	18.5	14.9	0.35	97.8	2.2	0.0	0.0
		17.0	13.4	0.31	93.3	6.7	0.0	0.0
מובהקות (p)		0.000	0.001	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
"גייל גלה" "רויאל גלה"	אווירה מבוקרת	18.2	15.4	0.22	84.4	2.2	0.0	11.1
		16.9	14.1	0.25	77.8	0.0	8.9	8.9
מובהקות (p)		0.00	0.004	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.
מובהקות בין שיטות אחסון (p)		ל.מ.	*0.018	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	*0.038

* "רויאל גלה" בלבד

בתום חיי המדף

בבחינת הפרי לאחר שבוע בחיי מדף שלאחר האחסון בקירור, נמצאו שוב ההבדלים בין הזנים, כאשר אוחסנו בקירור רגיל, מבחינת קושיות הפרי ושיעור הכ.מ.מ., שהיו גבוהים יותר בזן "גייל גלה" (טבלה 3). בפרי שאוחסן באווירה מבוקרת ובמדדי האיכות הנוספים שנבחנו לא נמצאו הבדלים בין הזנים.

בהשוואה בין אווירות האחסון נמצא, כי שוב באחסון באוויר מבוקר היו פירות "רויאל גלה" מתוקים יותר. כמו כן שיעור הפרי הבריא היה נמוך יותר באחסון באוויר מבוקר בעקבות השכיחות הגדולה יותר של פרי מצומק.

טבלה 3: מדדי איכות תפוחי "גייל גלה" ו"רויאל גלה" בתום שבוע חיי מדף, שלאחר 3 חודשי אחסון באוויר מבוקר ובקירור רגיל.

הזן	משטר אחסון		קושיות	כ.מ.מ	חומצה	פרי בריא	ריקבון	צירבון	הצטמקות
			(ל"ב)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
"גייל גלה" "רויאל גלה"	קירור רגיל	15.4	15.7	0.32	98.6	1.1	0.0	0.0	
		14.2	14.1	0.37	97.1	0.0	0.0	0.0	
מובהקות (p)		0.023	0.002	0.033					
"גייל גלה" "רויאל גלה"	אווירה מבוקרת	17.6	15.6	0.29	69.6	0.0	0.0	0.0	27.8
		16.1	15.9	0.25	73.8	0.0	0.0	0.0	26.2
מובהקות (p)		0.00	ל.מ.	ל.מ.					
מובהקות בין שיטות אחסון (p)		ל.מ	*0.004	ל.מ.	*0.021	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	0.006