

סיכום מחקרי 2018
המחלקה לאחסון תוצרת חקלאית במיגל
מוגש לשולחן תפוח במועצת הצמחים
נובמבר 2019

תקציר

דוח זה מכיל תוצאות של שלושה מחקרים שנערכו במחלקתנו החל מקיץ 2018 ובמהלך שנת 2019.

מחקר א' עסק בהפחתת רגישות פירות הזן 'קריפס פינק' לנזק מכאני במהלך המיין והאריזה לאחר אחסון. טיפולי טרום-קטיף במוסטי צמיחה, כמו גם טבילת הפרי הקטוף במעכב חמצון, לא הביאו לפחיתה ניכרת ברגישות הפרי לחבלות לאחר האחסון. נמצא כי סףס הדפורמציה, מדד בלתי הרסני להערכת מוצקות הפרי, נמצא במתאם מובהק עם רגישות הפרי לחבלות. סף הדפורמציה פוחת במהלך ההבשלה וממשיך בירידה במשך האחסון. טיפול ב-1-MCP טרם האחסון איננו מונע ירידה זו. ריסוס המטע בתכשיר המכיל benzyl adenine, ציטוקינין סינתטי, כחודש לפני ראשית הקטיף המסחרי, הביא להקדמת האדמת קליפת הפרי מבלי לגרום להקדמת ההבשלה. יתכן כי ריסוס כזה עשוי לאפשר את הקדמת הקטיף במספר ימים ובכך לשפר את כושר ההשתמרות של הפרי בהיבט של עמידות לנזק מכאני.

מחקר ב' עסק בהשוואת תכונות הטעם של תפוחים מיובאים לעומת תפוחים מגידול מקומי. במהלך החורף נדגמו פירות תפוח מקומיים ומיובאים ממספר זנים ונערכו בהם בדיקות כימיות ופיזיקליות במקביל למבחני טעימה. נמצא כי התפוחים המקומיים מהזנים 'סטרקינג', 'זהוב' ו'גרני סמית' נהנים מיתרון טעם על פני היבוא. לעומתם, בזן 'פינק לייד' אין עדיפות לפרי מגידול ישראלי. נמצא כי תכולת המוצקים המסיסים וסף הדפורמציה הם שני מדדים אובייקטיביים שהשילוב ביניהם עשוי לשקף את שביעות הרצון הסובייקטיבית של הטועמים מטעם הפרי.

מחקר ג' עסק בזן 'גרני סמית', זן שהיקפו בשוק הישראלי גדל בשנים האחרונות ושהעליה בהיצע שלו עלולה להביא לירידה במחירים שהוא פודה. נבחנה האפשרות לדחות את הקטיף על מנת לשפר את טעם הפרי ואכן, נמצא שדחיה של הקטיף בכשישה שבועות משפרת את תפיסת מתיקות הפרי, פציחותו, הארומה והעסיסיות שלו. פרי מקטיף מאוחר נמצא עמיד למחלות אחסון נפוצות כגון צירבון שטחי והשחמת מכות שמש וטיפול ב-1-MCP מיד לאחר הקטיף הפחית את התרככותו ואת הזדקנותו במהלך האחסון.

בחינת טיפולי מטע להפחתת הרגישות הפיזיקלית של תפוחי 'Cripps Pink' לאחר אחסון

מוגש לשולחן תפוח במועצת הצמחים

ע"י שאול נשיץ, דני גמרסני, טלי גולדברג, הראל אגרא, אלה צבילינג, רונן שפיר, היבא אברהים ומיה שפיר

מבוא

רגישותם הרבה של תפוחי 'Cripps pink' לפגיעות מכאניות לאחר האחסון הוא אחד הגורמים העיקריים לפחיתה באיכותם. הפגיעות באות לידי ביטוי בהתררכות מקומית של הרקמה הנפגעת. האזור הפגוע משנה את צבעו ואת מרקמו. מנסיון העבר נראה כי פרי שנקטף מאוחר בגלל עיכוב ההתפתחות של צבע אדום בקליפתו רגיש יותר לנזק פיזיקלי מאשר פרי הנקטף בראשית או באמצע חלון הקטיף.

המחקר הנוכחי בוחן את השפעתם של טיפולים במוסטי צמיחה (ציטוקינינים וג'יברלינים) טרם הקטיף על רגישות הפרי לפגיעה פיזיקלית. בעונות קודמות (נשיץ וחוב') נמצא כי סף הדפורמציה הינו מדד פיזיקלי הנמצא במתאם עם רגישות הפרי לנזק מכאני. דעיכתו של מדד זה במהלך האחסון פרופורציונאלית למשך האחסון ואינה מושפעת באורח ניכר מיישום 1-MCP או משינוי האווירה. כמו כן נמצא כי ריסוס בציטוקינין (benzyl adenine) או בתערובת של ציטוקינין וג'יברלין (התכשיר 'סופרלון') כחודש לפני תחילת הקטיף הביאה להתמתנות קלה בדעיכת ערך סף הדפורמציה במהלך האחסון.

חומרים ושיטות

במטע חוות מתתיהו סומנו עצים בודדים בחלקת "פינק לידי". כארבעה שבועות לפני תחילת הקטיף המסחרי (2/10/2018) רוססו העצים משני צידי השורה במרסס רובים על פי הפירוט בטבלה 1.

טבלה 1: פירוט הטיפולים

מס' סידורי	טיפול במטע	טיפול לאחר קטיף
1	-	-
2	-	DPA 2000ppm + מרפאן 0.3%
3	Superlon 25ppm	-
4	Bongrow 25ppm	-
5	Gibberelin OD 25ppm	-

המפנה הצפוני של כל עצי הניסוי צולם ביום 24/10/2018 (מועד המינימום הפרה-קלימקטרי המשוער) ונערך ניתוח של צבע הקליפה באמצעות עיבוד תמונה (Leadtools raster pro 14 ו- Visual Basic 6).

בשבוע השני של הקטיף המסחרי (11/11/2018), נקטפו מארבעת העצים שקיבלו טיפול בריסוס 40 פירות לעץ ו-80 פירות לעץ נקטפו בטיפול הלא מרוסס. בנוסף נקטפו 24 פירות לכל טיפול במטע (שישה פירות לעץ) ששימשו לבדיקות הבשלה ביום הקטיף (טבלה 2).

מיד לאחר הקטיף נערכה טבילה ב-DPA ובמרפאן לתיבות מטיפול 2 (180 סמ"ק DPA ו-120 סמ"ק מרפאן ל-40 ליטר מים למשך 30 שניות). הרציונל של טיפול זה הוא בהפחתת עקה חמצונית שעשויה להיות מעורבת בתהליך היחלשות הרקמה. כל הפירות אוחסנו במשך לילה בטמפרטורה של 0°C ולמחרת נחשפו ל--1-MCP (600ppb ל-24 שעות). בתום החשיפה הוכנסו התיבות לתא אחסון בו שררו התנאים הבאים:

1 מ"צ, 1% CO₂, 1.5% O₂

בתום ארבעה חודשים באחסון, וכן בתום חיי מדף של 10 ימים לאחר האחסון בקירור, בוצעו בפירות המדידות המפורטות בטבלה 2.

טבלה 2: פירוט הבדיקות בניסוי

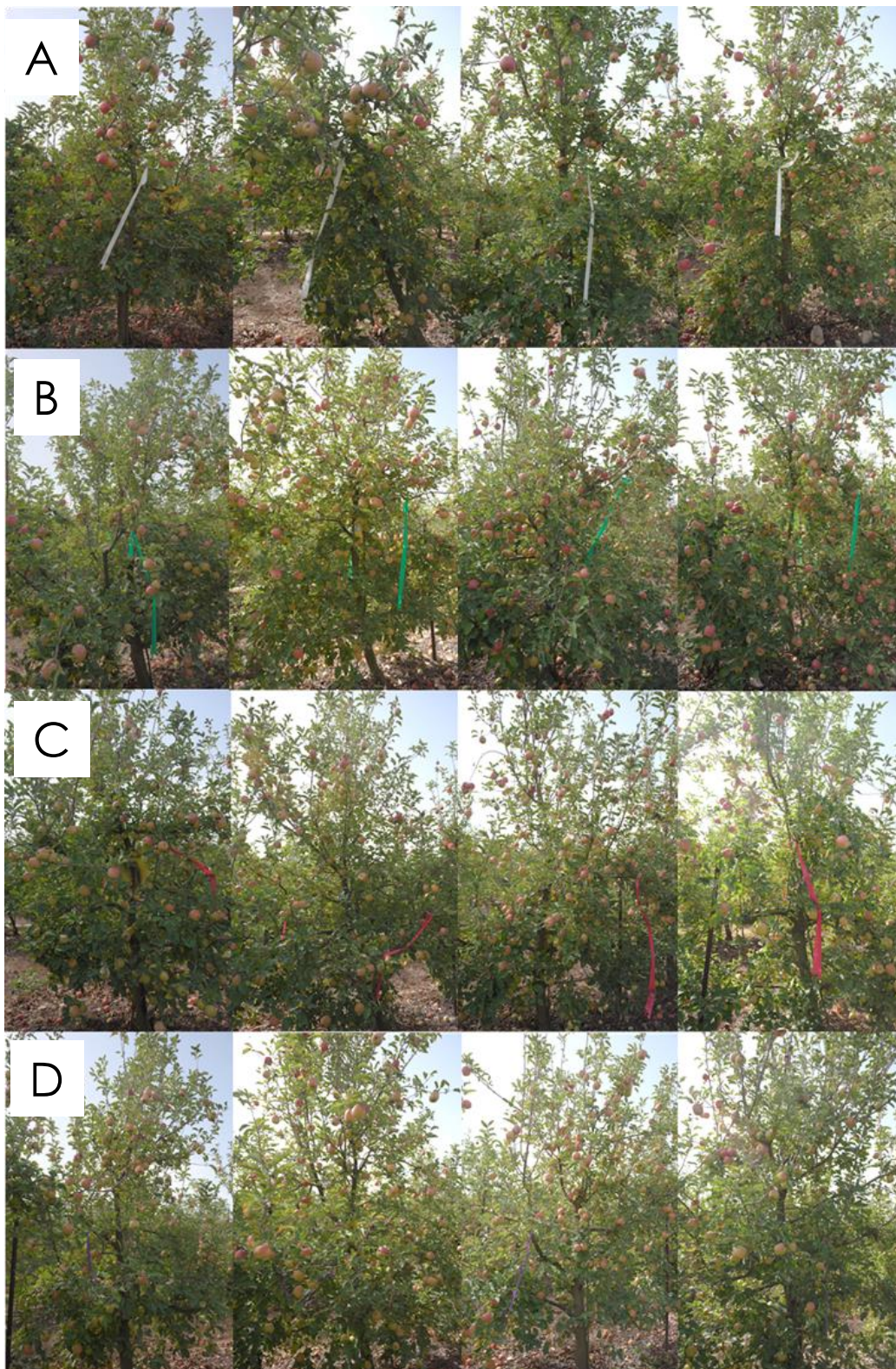
בהוצאה מאחסן	בקטיף	בחיי מדף	
	X		מדד פירוק עמילן
X	X	X	צבע רקע (מינולטה)
	4 חזרות של 3 פירות לטיפול		קצב ייצור אתילן
X	X	X	תכולת מוצקים מסיסים
	X	X	תכולת חומצה ו-pH
ב-20 פירות	X	ב-20 פירות	סך דפורמציה בקליפה ירוקה
ב-20 פירות	X	ב-20 פירות	סך דפורמציה בקליפה אדומה
ב-10 פירות	X	ב-10 פירות	קשיות (FTA)
X	X		מיון לתסמיני פיטוטוקסיות
X			מצב פנימי

תוצאות הניסוי עובדו באמצעות מבחני שונות מרובים (ANOVA) וניתוח פוסט-הוק (Tucky-Kramer). $\alpha=0.05$.

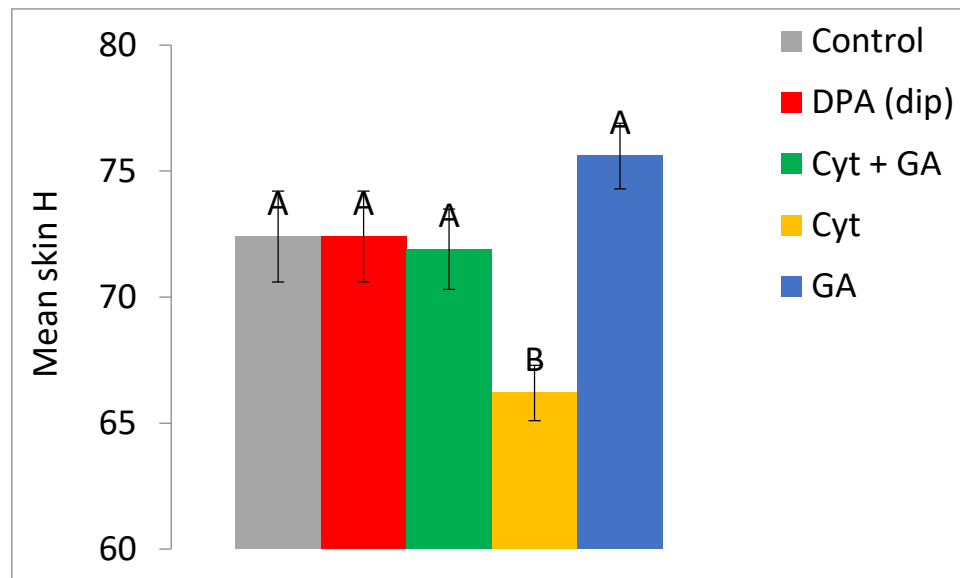
תוצאות

שינויים בצבע קליפת הפרי טרם הקטיף

הפירות בכל עצי הניסוי החלו להציג לחי אדומה אופיינית במחצית חודש אוקטובר. שינוי הצבע במפנה הצפוני של השורה, שאיננו חשוף לקרינת שמש ישירה ולפיכך התעכב בקבלת הצבע, היה המהיר ביותר – במובהק - בעצים שטופלו ב-BA והאיטי ביותר בעצים שטופלו בג'ברלין בלבד (לא מובהק – תמונה 1, איור 1). קצב השינוי בצבע הקליפה בעצים שרוססו בסופרלון (BA + GA) היה דומה לזה שנצפה בעצי הביקורת הבלתי מרוססת.



תמונה 1: תצלומים של המפנה הצפוני של עצי 'קריפס פינק' בודדים 22 ימים לאחר שקיבלו ריסוסים במוסטי צמיחה שונים. צילום העצים נעשה ב-24/10/2018. מלמעלה: ביקורת בלתי מרוססת (A), benzyl adenine 25ppm – 'בונגרו' (B), benzyl adenine 25ppm + GA3, 25ppm – 'סופרלון' (C) או GA3 – 'ג'יברלין OD' (D).



איור 1: זווית הגוון הממוצעת (H°) של קליפת פירות 'קריפס פינק' במפנה הצפוני של השורה. ככל שערך H° גבוה יותר כך הגוון ירוק יותר. צילום העצים נעשה ב-24/10/2018, 22 ימים לאחר שקיבלו ריסוסים במוסטי צמיחה שונים. ניתוח צבע הקליפה נעשה באמצעות עיבוד תמונה. $N=4$. הקווים המאונכים מציינים שגיאות תקן. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

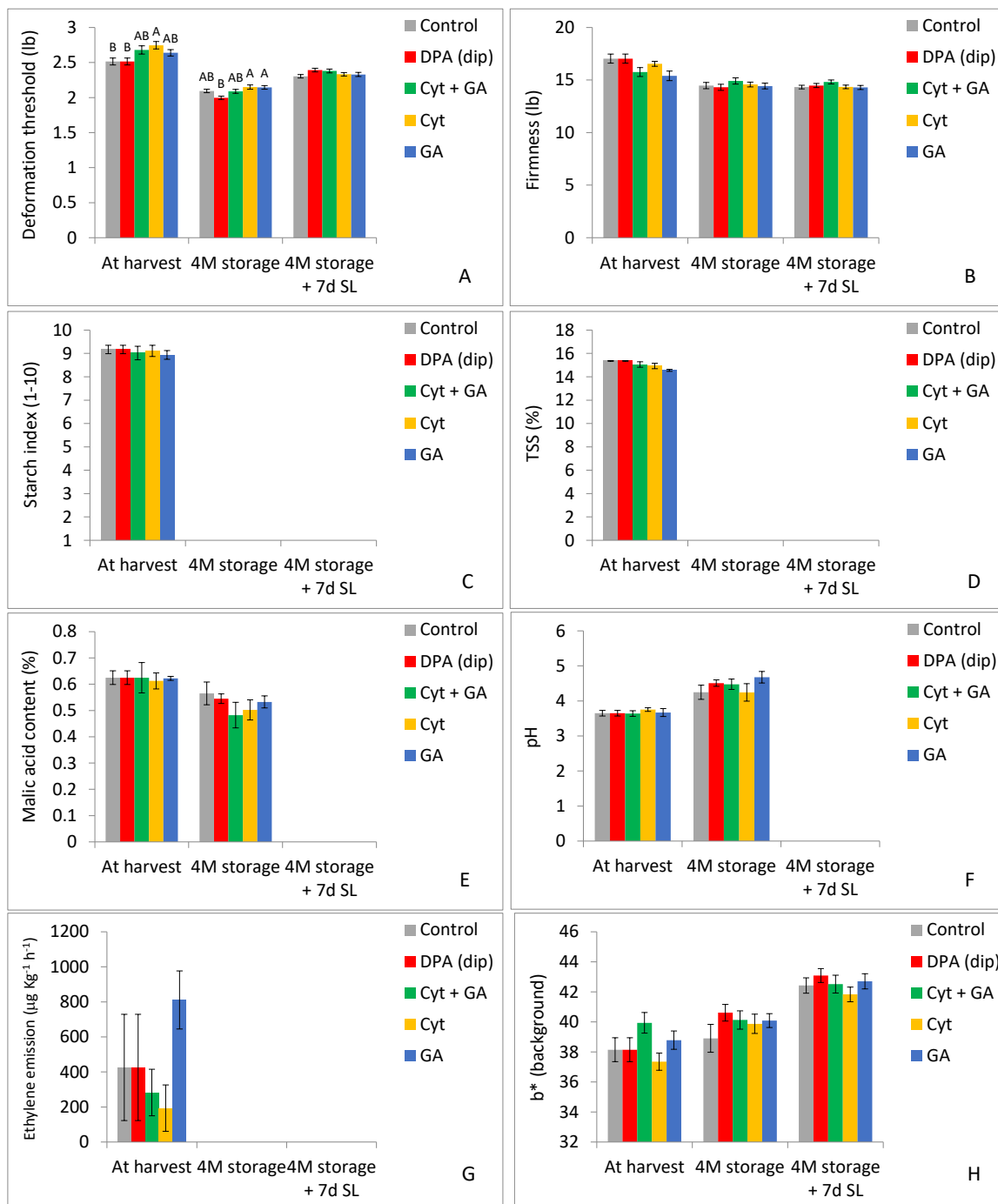
הערכת מצב ההבשלה בקטיפ

הפירות שנקטפו מעצים שקיבלו טיפול ב-BA הפגינו סף דפורמציה גבוה במובהק מפירות הביקורת בעת הקטיפ (איור 1A). ביתר המדדים שנבדקו: קשיות הרסנית, מדד פירוק העמילן, תכולת מוצקים מסיסים, תכולת חומצה, pH, פליטת אתילן וצבע הרקע של הקליפה לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 2). על פי מדד פירוק העמילן (איור 2C) והמוצקות (איור 2B), שני המדדים המקובלים לאפיון מצב ההבשלה של תפוחים, הפירות היו בשלים בעת הקטיפ ומתאימים לאחסון לתקופה של ארבעה חודשים.

הזדקנות הפרי במהלך האחסון ובתנאי מד

סף הדפורמציה של הפרי, מדד הנמצא במתאם שלילי לרגישות הפרי לנזק מכאני, ירד במהלך האחסון בכל הטיפולים והגיע לאחר ארבעה חודשי אחסון בקירור לערך של כ-2.0-2.2 ליבירות כח,

המעיד על רגישות גבוהה של הפירות לנזק מכאני בעת המיון והאריזה (איור 2A). סף הדפורמציה בפרי שנטבל לאחר הקטיפה היה נמוך מזה שנמדד בפירות מיתר הטיפולים ונבדל באורח מובהק מן הפירות שקיבלו ריסוס בציטוקינין או בג'יברלין, אם כי לא מהפרי שרוסס בתערובת של שני חומרי הצמיחה. בתום שבוע של חיי מדף חלה עליה קלה בסף הדפורמציה בכל הטיפולים, כנראה עקב הגברת האלסטיות של ציפת הפרי בשלב זה. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. ההבדלים בסף הדפורמציה בתום האחסון לא השתקפו במדדים אחרים שנבדקו: הקשיות, תכולת החומצה, ה-pH וצבע הרקע של הקליפה השתנו במידות דומות בין הטיפולים (איור 2).

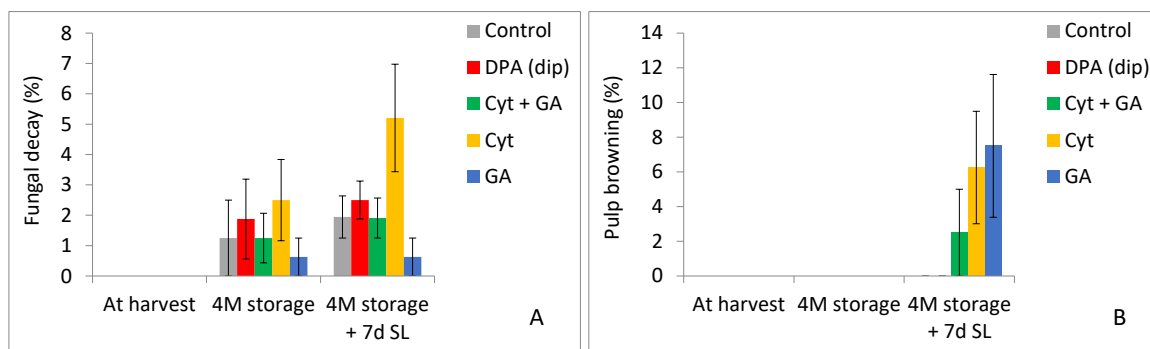


איור 2: סף הדפורמציה (A; n=80), הקשיות (B; n=40), מדד פירוק העמילן (C; n=20), כלל המוצקים המסיסים (D; n=4), תכולת החומצה המאלית (E; n=4), ה-pH במיץ (F; n=4), פליטת האתילן (G; n=3) וגוון צבע הרקע של הקליפה על סקאלת כחול-צהוב (H; n=40) בפירות 'קריפס פינק' שקיבלו טיפולים שונים במוסתי צמיחה או נטבלו במעבד חמצון + פונגיצידיד ביום הקטיפה, לאחר ארבעה חודשי אחסון ולאחר שבוע נוסף בתנאי מדף. הקווים

המאונכים מצינים שגיאות תקן. אותיות שונות מצינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים בכל מועד בדיקה.

ריקבון והחמה פנימית

בתום האחסון, שיעור הפרי הנגוע בריקבון (גורם: *Penicillium expansum*) נותר נמוך (עד 2%) ולא הושפע מהטיפול שניתן לפני (איור 3A). שיעור הריקבון עלה במקצת במהלך חיי המדף והגיע עד כ-5% בפירות שרוססו בציטוקינין, אך גם בשלב זה לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. יש לציין כי טיפול הטבילה ב-DPA ובמרפאן לא מנע את התפתחות הריקבון ששיעורו היה גבוה במעט משיעורו בביקורת הבלתי מטופלת הן בתום האחסון והן בתום שבוע בתנאי מדף (לא מובהק). בכל הטיפולים המרוססים טרם הקטיף התפתחה במקצת הפירות (0-8%) החמה פנימית קלה מאד (איור 3B) שלא היתה פוסלת את הפרי לשיווק, אך עשויה לרמז על הידרדרות צפויה במצב הציפה באחסון ממושך יותר.



איור 3: שיעור הריקבון (A) ושיעור החמת הציפה (B) בפירות 'קריפס פינק' שקיבלו טיפולים שונים במוסתי צמיחה או נטבלו במעכב חמצון + פונגיציד לאחר ארבעה חודשי אחסון ולאחר שבוע נוסף בתנאי מדף. N=120. הקווים המאונכים מצינים שגיאות תקן. אותיות שונות מצינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

לבד מריקבון והחמה פנימית לא נצפו בפירות סימפטומים של הזדקנות ורובו ככולו (95-99%) נמצא ראוי לשיווק בכל הטיפולים, ללא הבדלים מובהקים (התוצאות אינן מוצגות).

דין ומסקנות

הפירות שהשתתפו בניסוי, בכל הטיפולים, הציגו איכות חיצונית ופנימית גבוהה לאחר ארבעה חודשי אחסון ועוד שבוע בחיי מדף. עם זאת, 72-100% מן הפירות הציגו ערכים של סף דפורמציה המצביעים על הסתברות של למעלה מ-50% לנזק מכאני במהלך המיון והאריזה (נשיץ וחוב'). ריסוס במטע בציטוקינין (Benzyl adenine – התכשיר 'בונגרו') לא רק הגדיל במקצת את ערך סף הדפורמציה בעת הקטיף ובמהלך האחסון, אלא אף תרם להקדמת קבלת הלחי האדומה בפרי ערב

הקטיף המסחרי. יישום חיצוני של חומרי צמיחה מקבוצת הציטוקינינים ידוע כמעכב את הבשלתם של פירות ממינים שונים (McAtee et al., 2013). עיכוב ההבשלה והגברת הפוטוסינתזה (באמצעות פתיחת הפיוניות בעת עקת מים מתונה - Pospíšilová, 2003) עשויים להגביר את תכולת המטאבוליטים המשניים בפרי, ובכללם חומרי הצבע בקליפה, כפי שדווח בליצ' (Mishra et al., 2018, Zhang et al. 2012). לפיכך נראה כי ריסוס בציטוקינין כחודש טרם ראשית הקטיף הצפוי הינו בעל פוטנציאל להגדיל את שיעור הפרי הנקטף בסיבוב הראשון של הקטיף, כאשר מוצקותו גבוהה והוא עמיד יחסית לנזק מכאני. לעומת זאת, נראה כי פעולת הטבילה כשלעצמה זרזה את הפחיתה בסף הדפורמציה במהלך האחסון והגבירה את רגישות הפרי לנזק מכאני. טבילה זו לא הגנה על הפרי מפני התפתחות ריקבון, שממילא שיעוריו נותרו נמוכים בתום האחסון. הצעות להמשך המחקר:

1. יש לאשש את הממצא לפיו קבלת הצבע האדום הוקדמה בעקבות טיפול בציטוקינין.
2. יש לבחון את ההשפעה של שילובי ציטוקינין וחומצה ג'סמונית בריכוזים שונים על הקדמת קבלת הצבע ועל רגישות הפרי לנזק מכאני בתום האחסון.
3. יש להמשיך ולבחון את הצורך בטבילה במרפאן לשם עיכוב התפתחות ריקבון במהלך האחסון, זאת על רקע ריבוי הריסוסים בקוטלי פטריות טרם הקטיף, הנהוג בזן 'קריפס פינק'.

ספרות מצוטטת

- McAtee, P., Karim, S., Schaffer, R., David, K. 2013. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Front. Plant Sci.* 4:79-85.
- Mishra, D.S., Kumar, P., Kumar, R. 2012. Effect of GA3 and BA on fruit weight, quality and ripening on 'Rose Scented' litchi. *Hortflora Res* 1, 80-82.
- Pospíšilová, j. 2003. Interaction of Cytokinins and Absciscic Acid During Regulation of Stomatal Opening in Bean Leaves. *Photosynthetica* 41, 49-56.
- Zhang, D., Xu, X., Zhang, Z., Jiang, G., Feng, L., Duan, X., Jiang, Y. 2018. 6-Benzylaminopurine improves the quality of harvested litchi fruit, *Postharvest Biol. Tech.* 143, 137-142.
- נשיץ ש., גמרסני ד., גולדברג ט., אגרא ה., צבילינג א., אברהים ה., שיפמן ל., ברקוביץ' ל. 2017. דו"ח מסכם לשולחן תפוח במועצת הצמחים.

תכונות האיכות והמאפיינים האורגנולפטיים של תפוחים מקומיים בהשוואה לאלה של תפוחי יבוא

מוגש לשולחן התפוח במועצת הצמחים

ע"י שאול נשיץ, דני גמרסני, טלי גולדברג, הראל אגרא, אלה צבילינג, רונן שפיר, היבא אברהים ומיה שפיר

מבוא

הגדלת כמויות התפוח המיובא בשנים האחרונות מצטרפת לעליה במחירי המים, להתמעטות חומרי ההדברה המורשים ולקשיים בגיוס כח אדם לעבודות המוניות שפוגעים קשות ברווחיות ענף התפוח בישראל. בשנת 2016 יובאו לארץ כ-20,000 טונות של תפוחים איכותיים, שהיוו כ-15% מסך התפוח בשוק המקומי. תוספת הפרי המיובא גרמה לעודף היצע ולירידה משמעותית במחירי הפרי המקומי – במיוחד של פרי באיכות נחותה. אין מניעה שכמויות היבוא ישארו בסדר גודל זה ואף יגדלו בעתיד.

התפוח המיובא מגיע לארץ לאחר שעבר תהליכי בירור, מיון ואריזה ולכן הוא אחיד באיכותו ועל פי רוב נקי מפגמים. המציאות בארץ (מגדלים ברמות מקצועיות משתנות, חלקות בגבהים שונים, ריבוי של טיפוסים גנטיים, טווח רחב של טכנולוגיות מיון, מדף בלתי מצונן וכיו"ב) מקשה על השגת אחידות במוצר המשווק וגורמת להעדפה של הפרי המיובא ברשתות השיווק. עם זאת, קיימת התרשמות שהתפוח המקומי ערב יותר לחיך הישראלי.

מטרתו של מחקר זה לבחון האם אכן טעמו של התפוח הישראלי מועדף על פני זה של הפרי המיובא ולהניח תשתית מחקרית לקידום התפוח המקומי בשוק. לאור הכיוון המסתמן של הרחבת השימוש ברשת צל במטעי התפוח, נבחנה השפעתו של טיפול זה על טעם הפרי. מבחני הטעם שהיוו את עיקר המחקר לוו במדידה של מאפייני איכות אובייקטיביים שמטרתה לאשש את הממצאים.

חומרים ושיטות

בין החודשים ינואר-מרץ 2019 נדגמו בשלושה בתי קירור תיבות פרי אקראיות ממכולות תפוחים מיובאות מהזנים זהוב, דלישס אדום, פינק ליידי וגרני סמית שהגיעו לארץ מאיטליה, צרפת וארצות הברית (איור 1). הדגימות נערכו סמוך ככל האפשר למועד הגעת המכולה. ביום הדגימה נלקחו מבית האריזה תיבות פרי מקומי ממין לגודל ולצבע מזנים, גדלים וצבעים מקבילים לפרי המיובא. מנות הפרי השונות שהשתתפו בהשוואה מפורטות בטבלה 1. על מנת לרכז את הבדיקות, הפירות אוחסנו במעבדתנו ב-0 מ"צ לתקופה של 1-7 ימים לפני שנבדקו.



איור 1: האזורים בהם גדלו התפוחים ששימשו בהשוואה לפרי המקומי.

טבלה 1: תיאור מדגמי הפרי שהשתתפו בניסוי

מספר סידורי	זן	מדינת מקור	אזור גידול	גודל אפייני	צבע אפייני
1	פינק ליידי	Israel	Beresheet	75	אדום מלא
2	פינק ליידי	USA	Chelan	75	אדום מלא
3	פינק ליידי	France	Montauban	75	אדום מלא
4	פינק ליידי	France	Montauban	75	אדום מלא
5	פינק ליידי	USA	Yakima	75	אדום מלא
6	פינק ליידי	USA	Yakima	75	אדום מלא
7	פינק ליידי	USA	Yakima	75	אדום מלא
8	דלישס אדום	Italy	Sud Tirol	75	אדום מלא
9	דלישס אדום	Italy	Val Venosta	75	אדום מלא
10	דלישס אדום	Israel	Rafkor	70	אדום מלא
11	דלישס אדום	Israel	Beresheet	75	אדום מלא
12	זהוב	Italy	Sud Tirol	70	צהבהב
13	זהוב	Italy	Val Venosta	70	ירקרק
14	זהוב	Israel	Rafkor	70	צהבהב
15	זהוב	Israel	Metula	70	צהבהב
16	גרני סמית	Italy	Sud Tirol	75	ירוק עז
17	גרני סמית	Italy	Sud Tirol	75	ירוק עז
18	גרני סמית	Israel	Beresheet	75	ירוק עז
19	גרני סמית	Italy	Sud Tirol	75	ירוק עז
20	גרני סמית	Italy	Sud Tirol	75	ירוק עז
21	גרני סמית	Israel	Beresheet	75	ירוק עז
22	גרני סמית	Israel	Rafkor	75	ירוק עז
23	זהוב	Italy	Sud Tirol	70	ירקרק
24	זהוב	Israel	Rafkor	70	צהבהב
25	גרני סמית	Israel	Beresheet	75	ירוק עז
26	פינק ליידי	France	Montauban	75	אדום מלא
27	פינק ליידי	Israel	Beresheet	75	ורוד חיוור

מדידות פיזיקליות

בכל תיבת פרי נמדדו באמצעות פנטרומטר ממונע (FTA, דרום אפריקה) מצוייד בגליל מדידה בקוטר 11 מ"מ הקשיות וסף הדפורמציה ב-10 פירות מייצגים. סף הדפורמציה נמדד ב-20 פירות מכל תיבת פרי ע"י לחיצת גליל במדידה לעומק 0.3 מ"מ ומדידת ההתנגדות בסוף מהלך הלחיצה.

מדידות כימיות

במיץ שנסחט מ-20 פירות מייצגים מכל תיבה נמדדו בכל פרי תכולת המסיסים המוצקים (ברפרקטומטר דיגיטלי), תכולת החומצה (באמצעות טיטרטור אוטומטי) ו-pH. 1 גרם של מקטעי

קליפה שנדגמו מכל היקפם של 5 פירות מייצגים הושרו ב-5 מ"ל אתנול חם במשך שעתיים. המיצוי נקרא בספקטרופוטמטר באורכי הגל 470, 520, 648 ו-664 ננומטר ומערכי הבליעה חושבו תכולות הקרוטנאידים, האנתוציאנינים והכלורופיל, בהתאמה. הקריאה ב-520 ננומטר נעשתה לאחר הורדת ה-pH באמצעות תוספת של 1 מ"ל חומצה כלורית.

מבחני טעם השוואתיים

עשרה פירות מייצגים מכל תיבה הובאו לטמפרטורת החדר במשך לילה והוגשו לפאנל של טועמים מיומנים. הטועמים התבקשו להעריך את מראה הפרי, מתיקותו, חמיצותו, פציחותו, עסיסיותו, נוכחות טעמי לוואי וטעמו הכללי. לאחר סיום הערכת הדוגמאות השונות מכל זן התבקשו הטועמים לדרג את הדוגמאות על פי המראה שלהן וטעמן. על מנת לאשש את ממצאי הפאנל, ב-15 במרץ נערך מבחן טעם השוואתי בין זהוב ישראלי לזהוב ספרדי בו השתתפו 25 תלמידי חטיבת הביניים מבית הספר 'דנציגר' בקרית שמונה.

ניתוח הנתונים

ההשוואות בין תפוחי היבוא לאלה המקומיים נערכו באמצעות ניתוחי שונות (ANOVA) ומבחני פוסט-הוק (Tuckey-Kramer). קשרים בין המשתנים המדידים להערכת הטעם החושית נותחו באמצעות מודל stepwise וניתוחי שונות. אלא אם צוין אחרת, $\alpha=0.05$.

תוצאות

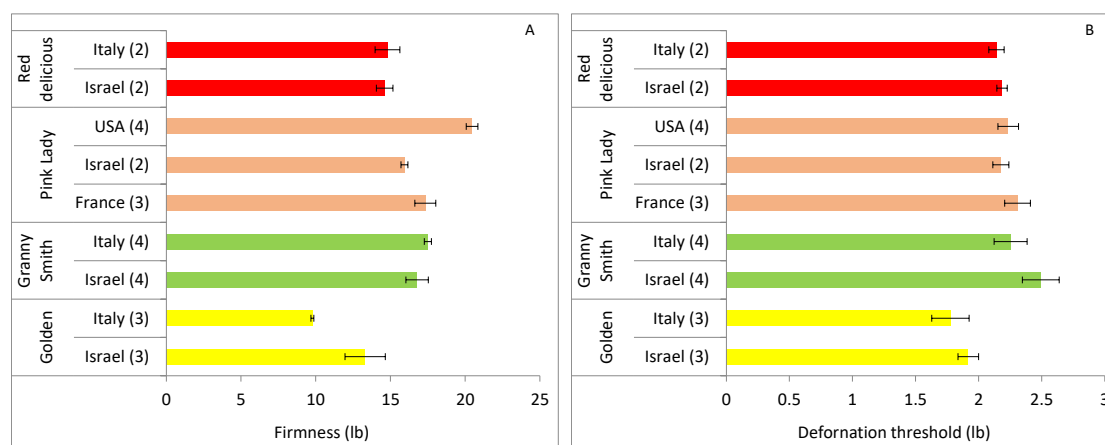
תכונות פיזיקליות

תפוחי הדלישס האדום ("סטרקינג") הישראליים נמצאו דומים במדדיהם הפיזיקליים (איור 2) לתפוחי היבוא מאיטליה. כל דוגמאות הפירות מן זה היו פציחות במידה משביעת רצון ומתאימות לשיווק.

פירות ה"פינק לידי" האמריקניים היו הקשים ביותר מבין אלה שנבדקו (איור 2A). בפירות הישראליים והצרפתיים נמדדו ערכי קשיות דומים ומתאימים לצריכה. הפירות משלושת המקורות לא נבדלו ביניהם בסף הדפורמציה, שהיה גבוה והעיד על טריות משביעת רצון (איור 2B).

תפוחי ה'גרני סמית' הישראליים היו קשים פחות מתפוחי היבוא, אך סף הדפורמציה שלהם היה גבוה במקצת.

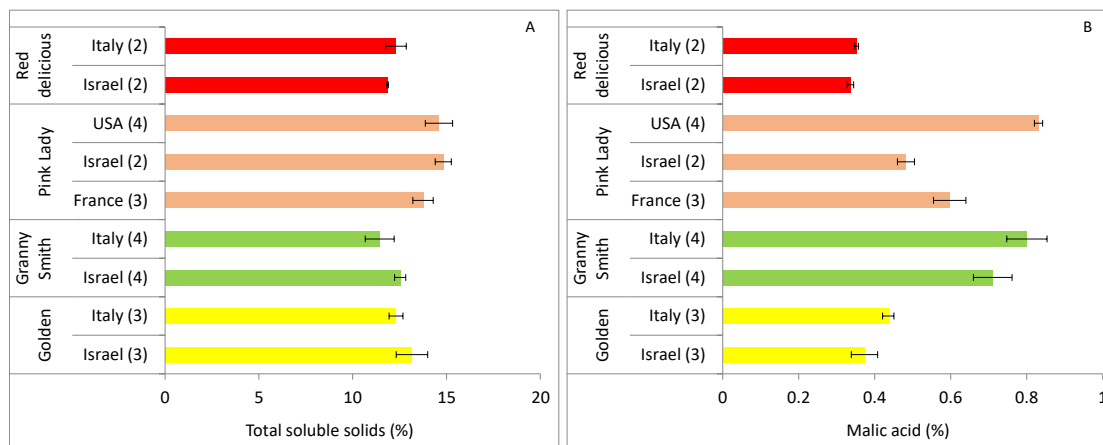
פירות הזהוב נבדלו ביניהם באורח מובהק הן בקשיות והן בסף הדפורמציה: הפירות הישראליים והצרפתיים היו קשים וטריים. הפירות האיטלקיים והספרדיים היו רכים יותר.



איור 2: הקשיות (A) וסף הדפורמציה (B) של פירות תפוח מזנים שונים וממדינות שונות לאחר אחסון, מיון והובלה (פרי מיובא בלבד). המספר בסוגריים ליד שם המדינה מציין את מספר המכולות שנדגמו. בכל מדגם n=20. הקווים האופקיים מציגים שגיאות תקן.

תכולות סוכר וחומצה

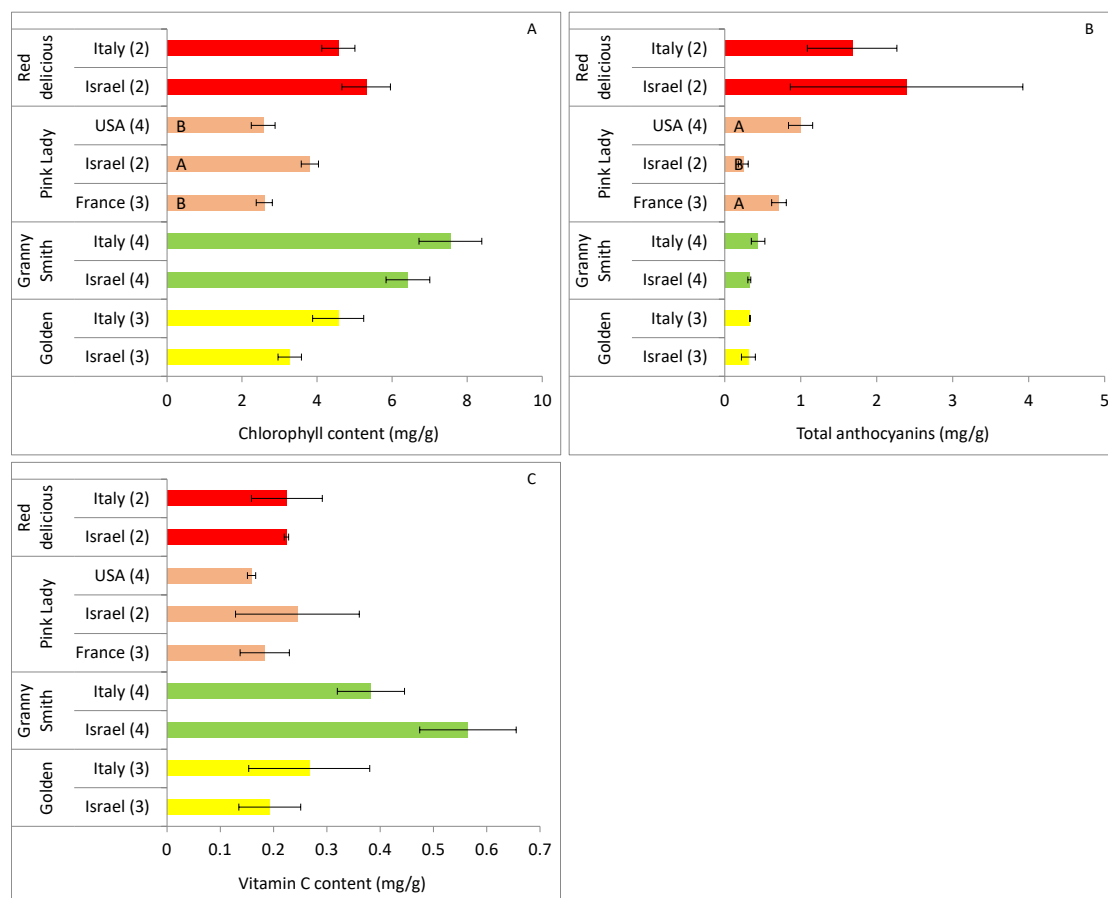
בכל הזנים, למעט 'סטרקינג', תכולת המוצקים המסיסים ירדה ככל שאזור הגידול היה צפוני יותר (איור 3A). תכולת החומצה הושפעה מאזור הגידול באופן הפוך: היא ירדה ככל שאזור הגידול היה דרומי יותר. בארבעת הזנים נמדדה תכולת החומצה הנמוכה ביותר בפרי הישראלי (איור 3B).



איור 3: כלל המוצקים המסיסים (A) ותכולת החומצה (B) של פירות תפוח מזנים שונים וממדינות שונות לאחר אחסון, מיון והובלה (פרי מיובא בלבד). המספר בסוגריים ליד שם המדינה מציין את מספר המכולות שנדגמו. בכל מדגם n=15. הקווים האופקיים מציינים שגיאות תקן.

תכולת נוגדי חמצון ופיגמנטים

פירות הפינק לידי הישראליים התאפיינו בתכולת כלורופיל גבוהה במובהק ובתכולת אנתוציאנין נמוכה במובהק לעומת תפוחי היבוא מצרפת ומארצות הברית (איורים 4A, 4B, בהתאמה). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין אזורי הגידול בתכולותיהם של פיגמנטים אלה בזנים האחרים. תכולתו של ויטמין C (איור 4C) התאפיינה בשונות גבוהה בין דוגמאות הפרי ולא נבדלה בין אזורי הגידול באף אחד מהזנים.

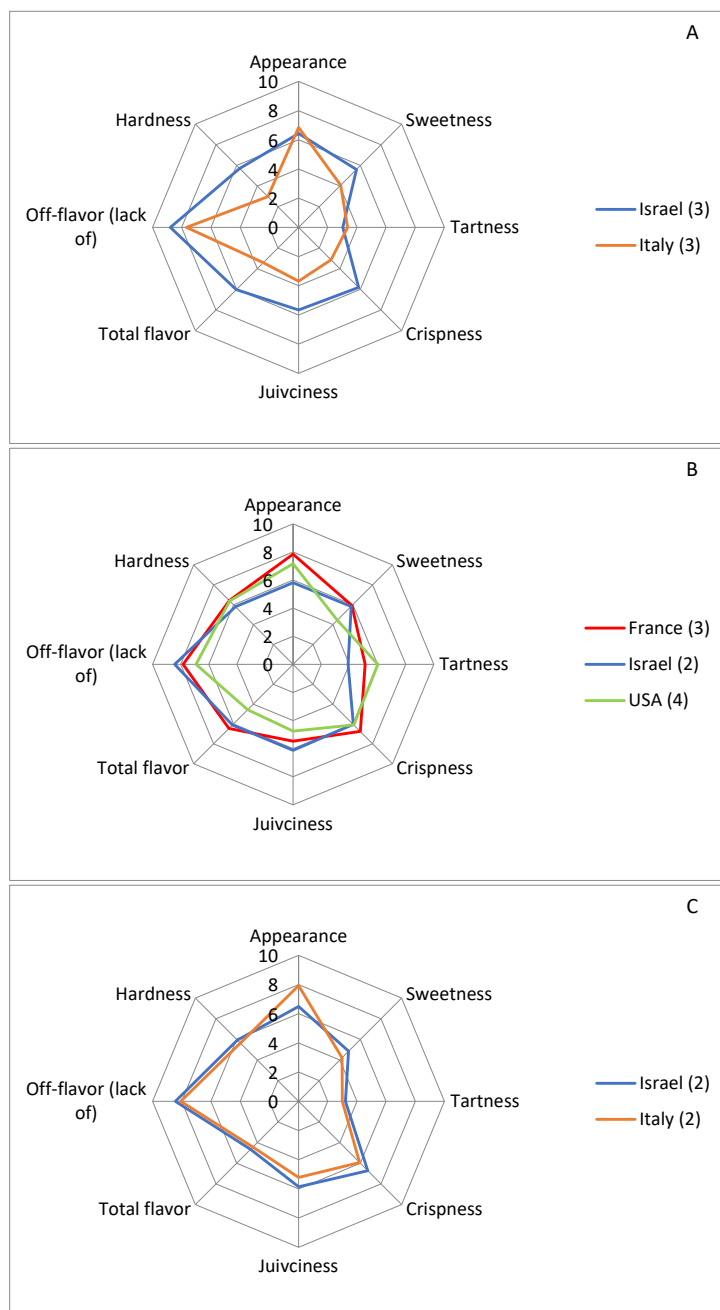


איור 4: תכולת הכלורופיל (A), האנתוציאנין (B) וויטמין C (C) בקליפה של פירות תפוח מזנים שונים וממדינות שונות לאחר אחסון, מיון והובלה (פרי מיובא בלבד). המספר בסוגריים ליד שם המדינה מציין את מספר המכולות שנדגמו. בכל מדגם n=15. הקווים האופקיים מציינים שגיאות תקן.

ה'פינק לידי' המיובא היה עשיר יותר בקרוטנואידים מהפרי המקומי, ממצא שעשוי להסביר את צבעם המלא יותר (טבלה 1). בזהוב הישראלי נמדדו תכולות הכלורופיל הנמוכות ביותר ואכן הפרי הצטיין בצבעו הצהבהב.

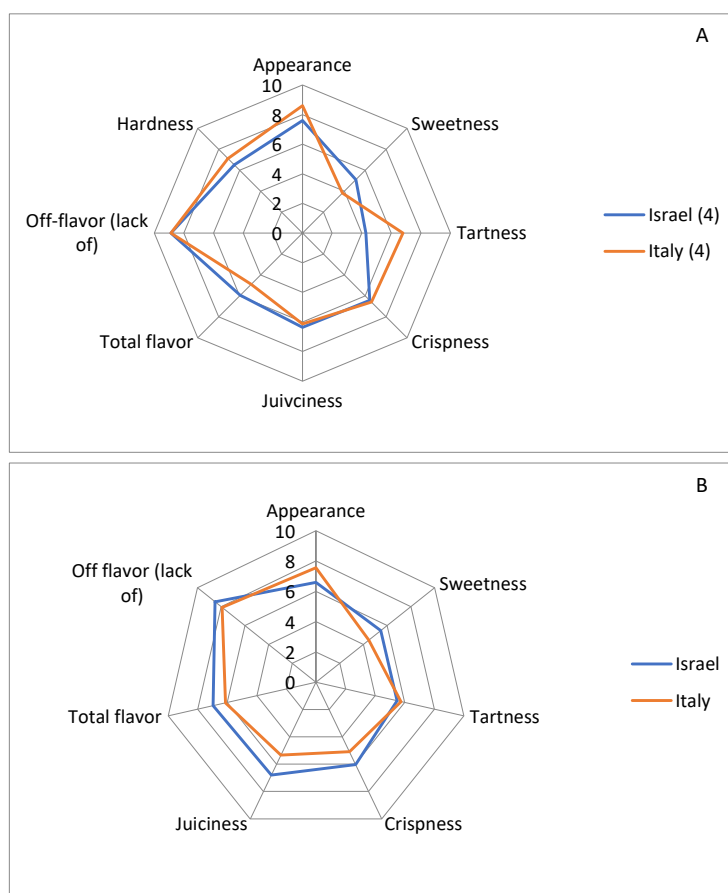
מבחני טעם השוואתיים

איורים 5 ו-6 מסכמים את תוצאות מבחני הטעם ההשוואתיים בכל זן על פי מדינת הגידול.



איור 5: עקומות 'רדאר' המתארות את ההערכות הסנסוריות הממוצעות של מדגמי תפוחים אקראיים מאזורי גידול שונים בעולם בזנים 'זהוב' (A), 'פינק לידי' (B) ו'סטרקינג' (C). מספר המכולות שנדגמו מכל מדינה מופיע בסוגריים ליד שם המדינה. n=9.

בשלושת הזנים 'זהוב', 'סטרקינג' ו'פינק לייד' נהנו תפוחי היבוא מיתרון במראם (איור 5), בעיקר עקב תבע משופר בזנים האדומים ומרקם קליפה חלק בזן הזהוב. הפירות המקומיים נהנו יתרון מסוים בעסיסיותם ובהיעדר טעמי לוואי. יש לציין כי בין המדגמים שהוערכו בזן 'זהוב' קיבלו הפירות מגידול מקומי הערכות עדיפות בהרבה על פני תפוחי היבוא בכל הפרמטרים של הטעם למעט החמיצות. נראה כי התפוחים המיובאים לא טופלו ב-MCP-1 ולכן איכותם הירודה. דווקא בזן 'סטרקינג', שטעמו סובל על פי רוב מחיסרון בולט כאשר הוא מיובא (ידע אישי), הטועמים לא הבחינו בהבדלים משמעותיים בין אזורי הגידול. בזן 'פינק לייד' הוערך הפרי האמריקני כקשה יותר, חמוץ יותר, ופחות מתוק, עסיסי וטעים מהפירות הצרפתיים והישראליים.



איור 6: עקומות 'רדאר' המתארות את ההערכות הסנסוריות הממוצעות של מדגמי תפוחים אקראיים מאזורי גידול שונים בעולם בזן 'גרני סמית'. A – צוות טועמים מיומן (n=9), B – הערכה ע"י חקלאים מהגולן ומהגליל (n=47). מספר המכולות שנדגמו מכל מדינה מופיע בסוגריים ליד שם המדינה.

בזן 'גרני סמית' הוגשו הדוגמאות הן לצוות טועמים מיומן (איור 6A) והן לקהל הרחב (איור 6B). התוצאות האבסולוטיות של שתי ההשוואות היו אמנם דומות, אך בטעימה שנערכה בקרב הקהל הרחב עלתה העדפה ברורה יותר לטעמו של הפרי המקומי מאשר במבחן שנערך בקרב הטועמים המיומנים. שתי הקבוצות הסכימו כי הפרי הישראלי מתוק וטעים יותר באופן כללי מן הפרי המיובא.

בניתוח stepwise משותף לכל הזנים שמטרתו דירוג מרכיבי האיכות על פי תרומתם לטעם הכללי, התכונות האורגנולפטיות שנמצאו במתאם עם הטעם הכולל היו מתיקות הפרי, היעדר טעמי לוואי ובמידה פחותה פציחות הפרי. הוספת החמיצות והעסיסיות למודל לא שיפרה אותו (טבלה 2).

טבלה 2: השפעתן של תכונות חושיות שונות על הערכת הטעם הכוללת של הפרי במודל ליניארי משותף לזנים דלישס אדום, זהוב, גרני סמית ו"פינק ליידי". $n=28$, $r^2=0.92$, $P<0.1$; ++ $P<0.01$; +++ $P<0.001$

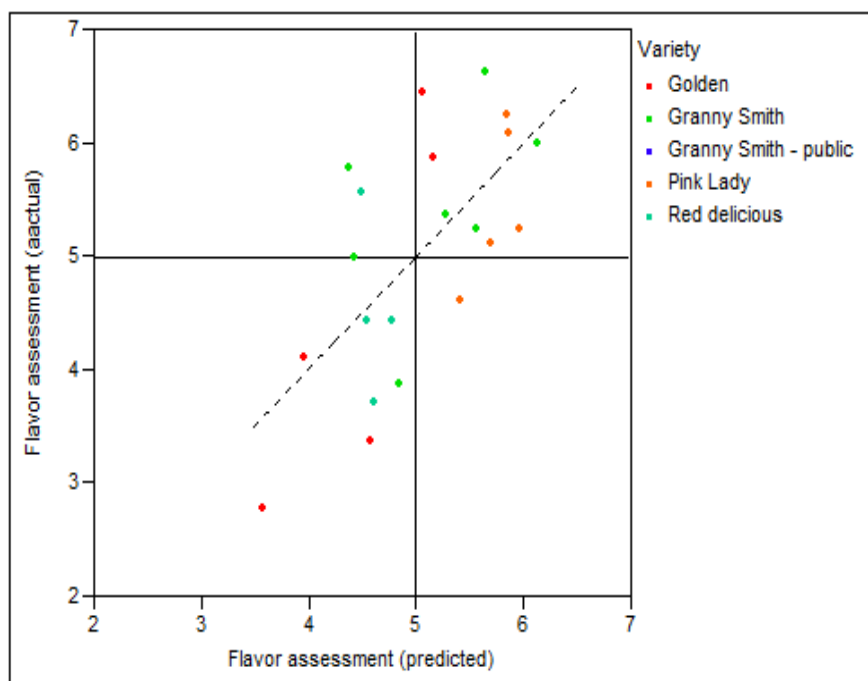
	Total flavor
Sweetness	+++
Tartness	
Crispness	++
Juiciness	
Off flavor	---
Firmness	

בניתוח דומה שבחן את השפעת מרכיבי האיכות המדידים על הערכות הטעם עלו הממצאים הבאים (טבלה 3): כצפוי, הערכות מתיקות הפרי וחמיצותו נמצאו קשורות באורח מובהק לתכולת הכ.מ.מ. ולתכולת החומצה, בהתאמה; הערכת הפציחות נמצאה קשורה באורח חיובי לקשיות הנמדדת ולסף הדפורמציה ובאורח שלילי לתכולת הכ.מ.מ.; סף הדפורמציה היה הפרמטר הנמדד היחיד שנמצא בהתאמה עם עסיסיות הפרי ועם טעם הלוואי שלו; קשיות הפרי המוערכת נמצאה ביחס ישר עם הקשיות הנמדדת ועם ה-pH וביחס הפוך עם תכולת הכ.מ.מ. הערכת הטעם הכללית הושפעה רק משני פרמטרים מדידים: סף הדפורמציה ותכולת הכ.מ.מ.

טבלה 3: השפעותיהן של תכונות מדידות שונות של הפרי על המאפיינים האורגנולפטיים שלו ++ $P < 0.1$; n=28 משותף לזנים דלישס אדום, זהוב, גרני סמית ו"פינק לידי". במודל ליניארי $P < 0.01$ +++ ; $P < 0.001$.

	Sweetness	Tartness	Crispness	Juiciness	Off flavor	Firmness	Total flavor
deformation threshold			+++	++	-		++
Firmness			+++			+++	
TSS	+++		-			-	++
malic acid		+++					
ph						+	

מודל הניבוי לטעם הכולל של הפרי על סמך שני משתנים אלה מוצג באיור 7.



איור 7 מודל ליניארי המנבא את הערכת הטעם הכוללת של תפוחים מזנים שונים על סמך סף הדפורמציה ותכולת הכ.מ.מ. n=28. $r^2=0.44$. $P=0.001$. משתני המודל קיבלו את הפרמטרים הבאים:

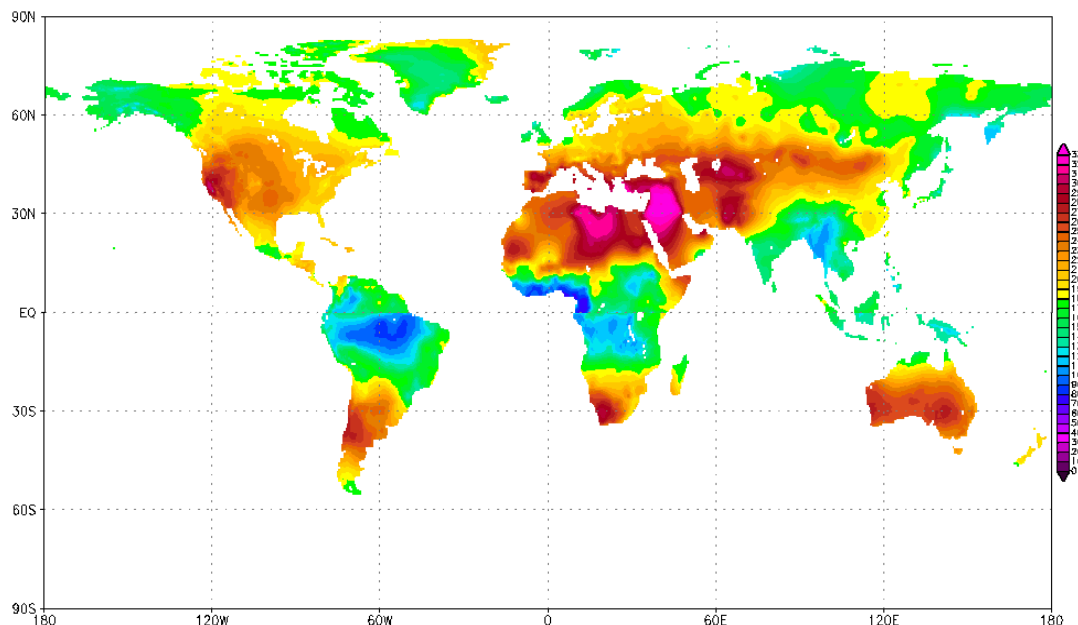
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-4.07	2.482	-1.64	0.1186
deformation threshold (lb)	1.72	0.644	2.66	0.0158
TSS (%)	0.41	0.159	2.6	0.018

דיון

ממצאי המחקר עד כה מדגימים העדפה למראה הפרי המיובא מאזורי גידול צפוניים, בעיקר בזנים דלישס אדום (סטרקינג) ו"פינק לידי" (איור 5). בראש ובראשונה ניתן לייחס העדפה זו לתכונות צבע הקליפה, שבאה לידי ביטוי בתכולת הפיגמנטים האדומים מקבוצות האנתוציאנים (איור 4B). הפרי המיובא מאורך יותר מהישראלי, אולם נראה כי בהיעדר יתרון צבע צורתו זו לא זוכה להעדפה מיוחדת בקרב הקהל הישראלי (למשל בזן זהוב). לעומת זאת, טעמו של הפרי הישראלי זכה להעדפה ברוב מועדי ההשוואה וברוב הזנים שנבחנו (איורים 5, 6). התכונות האורגנולפטיות בהן הודגם יתרון עקבי לפרי המקומי היו מתיקות גבוהה, עסיסיות גבוהה והיעדר טעמים לא רצויים.

מניתוח stepwise הקושר בין תכונות הפרי החושיות לאלה המדידות (טבלה 4) עולה כי ריכוז הכ.מ.מ. וסף הדפורמציה של הציפה הם שני המשתנים המדידים שהיו בקשר הטוב ביותר לתחושת הטעם הטובה של התפוח. עם זאת, ניתוח זה מציג השפעות מורכבות של הפרמטרים הנמדדים על הפרמטרים החושיים. למשל, תכולת המוצקים המסיסים השפיעה באורח חיובי לא רק על תחושת המתיקות, אלא גם על תחושת החמיצות ועל תחושת הפציחות. תכולת החומצה השפיעה באורח חיובי לא רק על תחושת החמיצות, אלא גם על תחושות הפציחות והעסיסיות. יש לציין את ההתאמה שנמצאה בין סף דפורמציה נמוך לבין התפתחות טעמי לוואי, שמדגימה את חשיבותו של מדד חדש זה בהערכת איכות הפרי.

ניתן לייחס את יתרון המתיקות של הפרי הישראלי לשיעור הקרינה הגבוה האפייני לאזורנו במהלך עונת הגידול. מלבד מיעוט העננות בעונת הקיץ (איור 8), הנטייה באזורי ההר מגבירה את החשיפה לקרינת השמש. אזורי גידול צפוניים יותר נהנים מפוטופריודה גדולה במקצת (1.5-1 שעות בשיא הקיץ, תלוי בקו הרוחב), אך ריבוי יחסי של ימים מעוננים מגביל את הקרינה (Wagenmakers and Callesen 2015).



איור 8: שיעור הקרינה הגלובלית היומי הממוצע בעונת הקיץ. נתוני IPCC.

בהינתן זמינות מים מספקת, מידת החשיפה של העץ לקרינה משפיעה באופן ישיר על שיעור הפוטוסינתזה. מאחר שהפרי מהווה מבלע עיקרי למוטמים לאחר סיום גל הצימוח האביבי (Naschitz et al. 2010), הרי ששיעור הפוטוסינתזה נטו קשור באופן ישיר לתכולת המוטמים בפרי. עם זאת, נראה כי תכולת המטאבוליטים המשניים (למשל חומצות אורגניות וחומרי צבע) גבוהה במקצת דווקא בפרי מאזורי גידול ממוזגים יותר (איורים 3B, 4, בהתאמה).

הסלקציה בזני תפוח מעדיפה מוטציות בעלות צבע קליפה משופר, תכונה שנמצאת במתאם שלילי עם הסינתזה של חומרי ארומה נדיפים (Fellman et al. 2000). יתר על כן, הטיפוסים הצבעוניים נבחרים לשמש כבסיס גנטי בתכניות השבחה, בעיקר אלה המנהלות בידי חברות פרטיות (Pereira-Lorenzo et al. 2009). אסטרטגיה זו עלולה להביא לסלקציה ולנטיעה נרחבת של טיפוסים בעלי טעם נחות. יש לשער שיתרון הטעם של התפוח הישראלי נובע גם מהטיפוסים הוותיקים שעדיין נפוצים במטעי התפוח בארץ.

מלבד תכולת הסוכר בפרי, המרקם של ציפת הפרי והיעדר טעמי לוואי התבררו כשני תנאים חשובים לשביעות הרצון של טועמי הפאנל מטעמו של הפרי (טבלה 2). ניתן לאגד שני משתנים אלה תחת הכותרת "טריות הפרי". זו מושפעת מהתאמה נכונה של משך האחסון למצב ההבשלה בקטיפ, מתנאי האחסון, ממיון ושיווק מהירים לאחר פתיחת חדר האחסון ומתנאים נאותים על המדף. טיפול ב-MCP-1 עשוי לשמר את קשיות הפרי במהלך האחסון ובמיוחד בחיי מדף, אך טיפול זה כשלעצמו אין בכוחו למנוע את הפחיתתה בסף הדפורמציה של הציפה (הנתונים אינם מוצגים), הקשור בתחושת הפציחות (Lurie and Nussinovitch 1996) ובהתפתחות טעמי לוואי. טיפול נאות בתוצרת הקטופה עשוי להדגיש את יתרון הטעם של התפוח המקומי על פני התפוח המיובא, שהטיפול בו כולל הובלה ממושכת בים.

נקודות להמשך המחקר:

1. בחינת השפעת הגידול תחת רשת על טעמו של הזן זהוב.
2. בחינת השפעת הגידול תחת רשת על כושר ההשתמרות של הזנים זהוב וקריפס פינק.
3. אפיון פרופיל הנדיפים של תפוח מקומי ושל תפוח מיובא.
4. בחינת הכושר האנטי-אוקסידטיבי הכללי של תפוח מקומי ושל תפוח מיובא.

תודות

אנו מבקשים להודות לג'נייה ממטע מרום גולן, לאיל מבית הקירור 'בראשית', לעמרי מבית הקירור 'הרקור' ולחמוטל מבית הקירור בברעם.

ספרות

Fellman JK, Miller TW, Mattinson DS, Mattheis JP. 2000. Factors that influence biosynthesis of volatile flavor compounds in apple fruits. HortScience 35:1026-1033.

Lurie S, Nussinovitch A. 1996. Compression characteristics, firmness, and texture perception of heat treated and unheated apples. Int. J. Food Sci. Tech. 31:1-5.

Naschitz S, Naor A, Genish S, Wolf S, Goldschmidt EE. 2010. Internal management of non-structural carbohydrate resources in apple leaves and branch wood under a broad range of sink and source manipulations. Tree Physiol 30:715-727.

Pereira-Lorenzo S, Ramos-Cabrer AM, Fischer M. 2009. Breeding apple (*Malus X domestica* Borkh). Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species. Jain SM, Priyadarshan PM (eds). Springer publishing.

Wagenmakers PS, Callesen O. 2015. Light distribution in apple orchard systems in relation to production and fruit quality, J. Hort. Sci 70:935-948.

השפעת טיפולי קטיף ואחסון על איכות הפרי בזן התפוח 'גרני סמית'

מוגש ע"י שאול נשיץ, דני גמרסני, טלי גולדברג, הראל אגרא, אלה צבילינג, היבא אברהים, רונן שפיר
ומיה שפיר

מבוא

הסתיו הארוך, החמים ושטוף השמש המאפיין את ישראל מעניק למגדלים המקומיים יתרון יחסי בגידול זני תפוח אפילים. תהליך ההבשלה של חלק מזנים אלה ממושך והדרגתי. יתכן שדחיית הקטיף תאפשר לפירות לפתח טעם וארומה אטרקטיביים. זאת מבלי שכושר ההשתמרות שלהם יפגע במידה משמעותית. חשוב לציין שבאזורי הגידול של התפוח המיובא לא ניתן לדחות את הקטיף של זנים אפילים מפאת התקצרות אורך היום והירידה החדה בטמפרטורה במהלך חודש נובמבר.

ישראל נמצאת בקצה הדרומי של אזור גידול התפוח בחצי הכדור הצפוני. השינויים האקלימיים הגלובליים להם אנו עדים בעשורים האחרונים מביאים לכך שגידול מרבית זני התפוח בהר הנמוך בישראל (400-600 מטרים מעל פני הים) הופך בלתי כלכלי עקב פחיתה ביבולים ואיכות פרי נמוכה. פתיחת השוק הישראלי לתפוח מיובא, שהנו צבועי ואחיד באיכותו, והגידול בנתח השוק של רשתות השינוק על חשבון סייטונאים וקמעונאים קטנים פוגעים בכלכליות הגידול גם באזורי ההר הגבוהים (600-1100 מטרים).

מציאות זאת הביאה לשינוי בהרכב הזנים במטעי התפוח בישראל: היקף הנטיעות של זנים אדומים כגון 'סטרקינג' ו'ונתן' וגאלה' פוחת ואילו היקף הנטיעות של זנים אפילים כמו 'גרני סמית' ו'קריפס פינק' נמצא בעליה. מועד הקטיף המאוחר של זנים אלה מאפשר התפלגות גדלים המתאימה לדרישות השוק גם לאחר קיץ חם. בנוסף לכך, זנים אלה – במיוחד הזן 'גרני סמית' נושאים יבולים כבדים וסדירים כך שרווחיות הגידול שלהם נשמרת לפי שעה.

הזן 'גרני סמית', הנהנה מדרישות צינן נמוכות יחסית (Jackson and Bepete 1999) בולט ביבוליו הגבוהים בכל אזורי הגידול של התפוח בישראל ובכלל זה בעמק קדש, בדרום רמת הגולן ובמטעי מטולה. בעבר הוא אף ניטע בהצלחה בצפון עמק החולה שם הניב יבולים גבוהים. מאחר שזהו זן ירוק, אין לגובה המטע השפעה בולטת על איכות הפרי או על המחיר שהוא פודה. כיסוי המטע ברשת צל עשוי להפחית את עקת החום אליה חשופים העץ והפירות במהלך עונת הגידול ולצמצם במידה ניכרת את שכיחות מזק הקרינה ("מכות שמש"), הגורם העיקרי לירידת ערך הפרי (נתוני בית האריזה 'בראשית', Naschitz et al. 2015).

פירות הזן 'גרני סמית' מצטיינים בכושר האחסון שלהם. נסיון העבר מלמד כי ניתן לשמור אותם בתנאי קירור באווירה מבוקרת למשך תקופה של 13 חודשים ללא פגיעה משמעותית במראה החיצוני

שלם, בקשיותם או בטעמים (נתוני בית האריזה 'בראשית'). הזן סובל אמנם מרגישות בולטת לצירבון שטחי, אולם טבילה במעכב חמצון דוגמת diphenylamine, חשיפתם ל-MCP-1 בטרם האחסון או הפחתת שיעור החמצן באווירת האחסון עשויים למנוע לחלוטין את הופעת תסמיניה של מחלה פיזיולוגית זו (Zanella, 2003). האפשרות לפרוס את שיווק הפרי על פני כל חודשי השנה תורמת למחירו ומשפרת את רווחיות הגידול עוד יותר בהשוואה לזני תפוח אחרים.

התאמת זן זה לתנאי האקלים הישראלי הביאה, כאמור, לגידול ניכר בשטחי 'גרני סמית' וביבול המגיע לשוק המקומי מידי שנה. היקפו עלה במהלך עשור האחרון מ-15,000 טון לערך לכ-25,000 טון, המהווים 20-25% מכלל התפוח המיוצר בארץ. זהו שיעור גבוה יחסית לשיעור הזן במטעי התפוח בצפון איטליה (6%) ובמדינת וושינגטון (12%), המייצגים מטעים מודרניים של אירופה ושל צפון אמריקה (Tagliavini 2014). היקף ההיצע של תפוחי 'גרני סמית' הביא בשנים האחרונות להצפת השוק ולירידה חדה במחיר הזן בתקופות מסוימות וקיים חשש מהתרחבות נוספת של הנטיות על רקע התכנית הממשלתית להגדלת תקן הנחלה החקלאית באזורי ההר בצפון מ-35 ל-60 דונמים (ועדת הפרוגרמות, משרד החקלאות ופיתוח הכפר 3/2011).

על פי הפרקטיקה הנהוגה כיום בעולם ובישראל, מומלץ לקטוף את פירות הזן 'גרני סמית' בחציו הראשון של חודש אוקטובר כאשר צבעם ירוק וטעמם חמוץ או חמצמצ. מדדי ההבשלה הרצויים הם קשיות בטווח שבין 15-17 ליברות כח ואינדקס פירוק עמילן בטווח שבין 4-7 (בסולם 1-10 CTIFL) קצב פליטת האתילן של פירות הנקטפים בשלב הבשלה מוקדם זה נמוך ביותר (Watkins et al. 1989) ואחסון אותם למשך תקופה ממושכת. פירות 'גרני סמית' הנקטפים על פי ההמלצות המסחריות מגלים רגישות מרבית לצירבון שטחי (Erkan and Pekmezci 2004) ואינם מפתחים ארומה אפיינית גם לאחר אחסון ממושך בחיי מדף, סימנים המעידים על הבשלה בלתי מספקת (Song and Bangerth 1994). דחיה של הקטיפה בארבעה שבועות במטע תורכי הסמוך לחוף הים התיכון הפחיתה מאד את רגישות הפרי למחלת הצירבון אף ללא טיפול מונע (Erkan and Pekmezci 2004). יתכן שטעמם התפל של פירות הנקטפים טרם זמנם נובע מן הקצב האיטי של ייצור אתילן, המפעיל את המסלול לסינטזת אסטרים נדיפים שתורמים לטעמו האופייני (Yanmin et al. 2018).

הסתיו המתון המאפיין את ישראל מביא למעבר פנולוגי איטי והדרגתי מן הפאזה הווגטטיבית לתרדמה (Naschitz et al. 2014). הירידה האיטית בטמפרטורות האוויר והקרקה, והפוטופריודה הארוכה לעומת אזורי גידול התפוח העיקריים בעולם, מאפשרים את הבשלת פירות הזן 'גרני סמית' בעודם נישאים על העץ. הזן גרני סמית נקטף במהלך חודש אוקטובר, כאשר הוא ירוק ובעל טעם חמצמצ. ההבשלה האיטית והעובדה שהזן איננו רגיש לנשירה או להתקמחות מאפשרות את דחיית הקטיפה עד אמצע חודש דצמבר. בעומס יבול שאינו כבד מדי מתקבל פרי גדול, טעים וארומטי. פרי

כזה עשוי לזכות בביקוש גבוה בשוק המקומי ולהגדיל את רוויחיות הזן לנוכח עודפי ההיצע הצפויים בעתיד הנראה לעין. על מנת למצות את הפוטנציאל המסחרי של פרי כזה, יש לאחסן למשך מספר חודשים ולשווקו במנות קצובות.

המחקר הנוכחי בחן את איכות הפרי בעת הקטיפה המסחרית וכן בפרי שנקטף חמישה ושבעה שבועות לאחר מכן. הפירות אוחסנו למשך ארבעה ושבעה חודשים ונבחנו השפעת מועד הקטיפה על כושר ההשתמרות שלהם.

חומרים ושיטות

בשתי חלקות סמוכות במטע קיבוץ אל-רום שבצפון הגולן (1080 מטרים מעל פני הים) סומנו שמונה עצים מייצגים, ארבעה בכל חלקה. מאפייני החלקות מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1: מאפייני החלקות שהשתתפו בניסוי.

	חלקה 1	חלקה 2
שנת נטיעה	2002	1992
כיסוי ברשת צל	ללא	עד אוקטובר
עומס יבול	בינוני-כבד	קל

מדגמים אקראיים בני 120 פירות נקטפו מכל אחד מהעצים בשלושה מועדים: 15/10/2018, 18/11/2018 ו-2/12/2018. בכל מועד נדגמו מכל חלקה 20 פירות נוספים שעברו מדידות הבשלה ביום הקטיפה, כמפורט בטבלה 2. יתרת הפרי הושתתה בפרוזדור קר למשך 24 שעות. מחצית הפירות עברו חשיפה ל-1-MCP (24 שעות). בתום הטיפול הפירות הוכנסו לתא אחסון בו שררו טמפרטורה של 1 מ"צ ואווירה אטמוספירית (RA).

טבלה 2: בדיקות הבשלה

הערות	בדיקה
מד עמילן Amilon, 50 פירות	אפיון צבע הרקע
מיצוי באתנול, 8 חזרות	תכולת כלורופיל בקליפה
מד עמילן Amilon, 20 פירות	מדד פירוק העמילן
פנטרומטר FTA, 20 פירות	קשיות הרסנית
פנטרומטר FTA, 40 פירות	סף הדפורמציה
רפרקטומטר דיגיטלי, 20 פירות	תכולת מוצקים מסיסים

טכנולוגיה חומצה ו-pH	טיטרוטור אוטומטי, 5 חזרות X 4 פירות
----------------------	-------------------------------------

הפירות אוחסנו לשני משכי אחסון: עד אמצע חודש מרץ ועד אמצע חודש יוני 2019. בתום האחסון, וכן לאחר שבעה ימים נוספים בתנאי מדף (20 מ"צ; 65% לחות יחסית) נערכו הבדיקות המפורטות בטבלה 3.

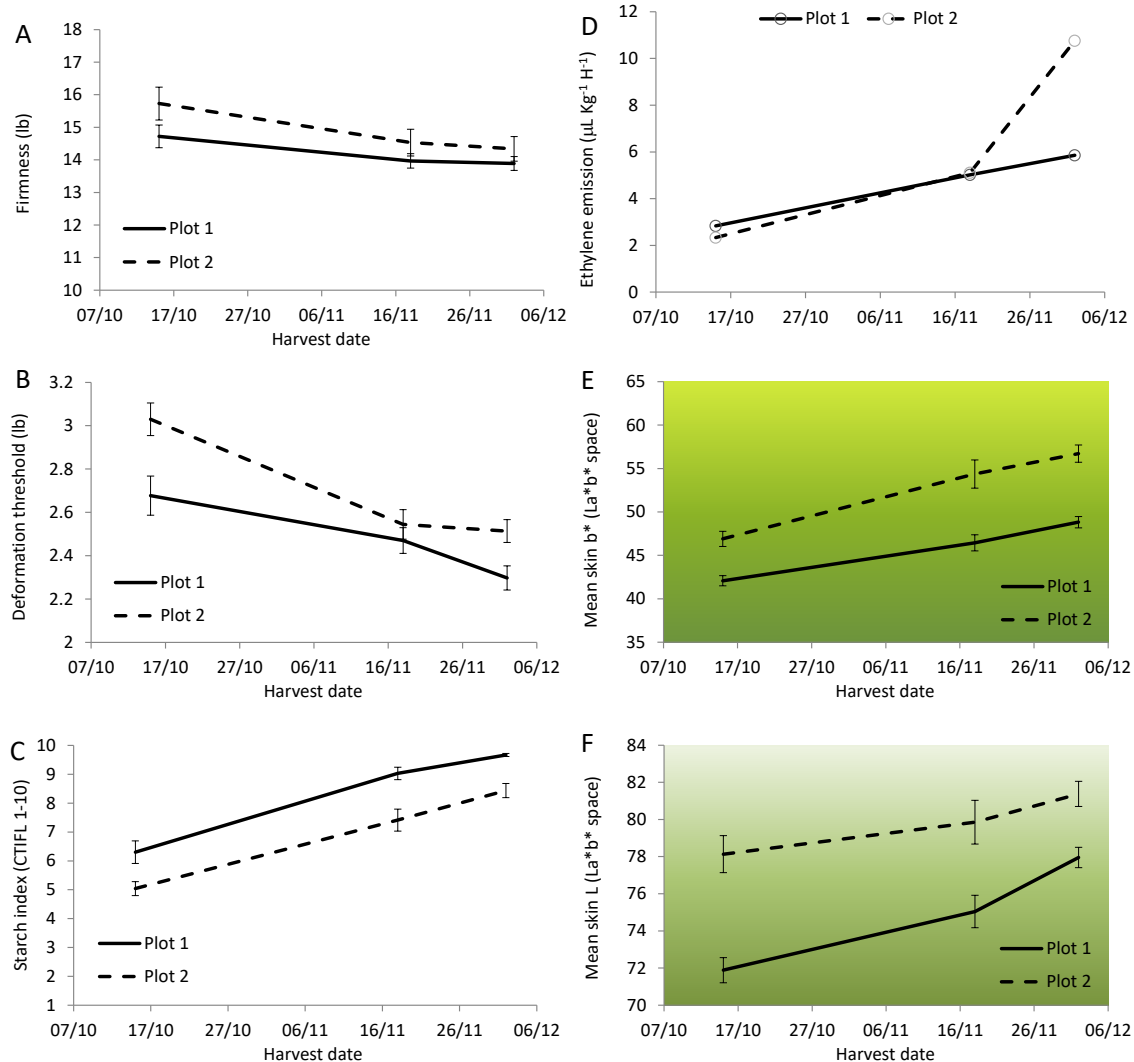
טבלה 3: בדיקות בתום האחסון

בדיקה	הערות	בתום האחסון	בתום ח"י מדף
אפיון צבע הקליפה	מד עמילן Amilon, 50 פירות לטיפול	X	X
תכולת כלורופיל בקליפה	מיצוי באתנול, 4 חזרות לטיפול		X
קשיות הרסנית	פנטרומטר FTA, 20 פירות לטיפול		X
סף הדפורמציה	פנטרומטר FTA, 40 פירות לטיפול	X	X
תכולת מוצקים מסיסים	רפרקטומטר דיגיטלי, 20 חזרות לטיפול		X
טכנולוגיה חומצה ו-pH	טיטרוטור אוטומטי, 3 חזרות לטיפול		X
איכות חיצונית (ריקבון, מחלות פיזיולוגיות)	מיון ויזואלי, יתרת הפירות	X	X
איכות פנימית (החמה פנימית, הזדקנות יתר)	מיון ויזואלי, יתרת הפירות		X

תוצאות

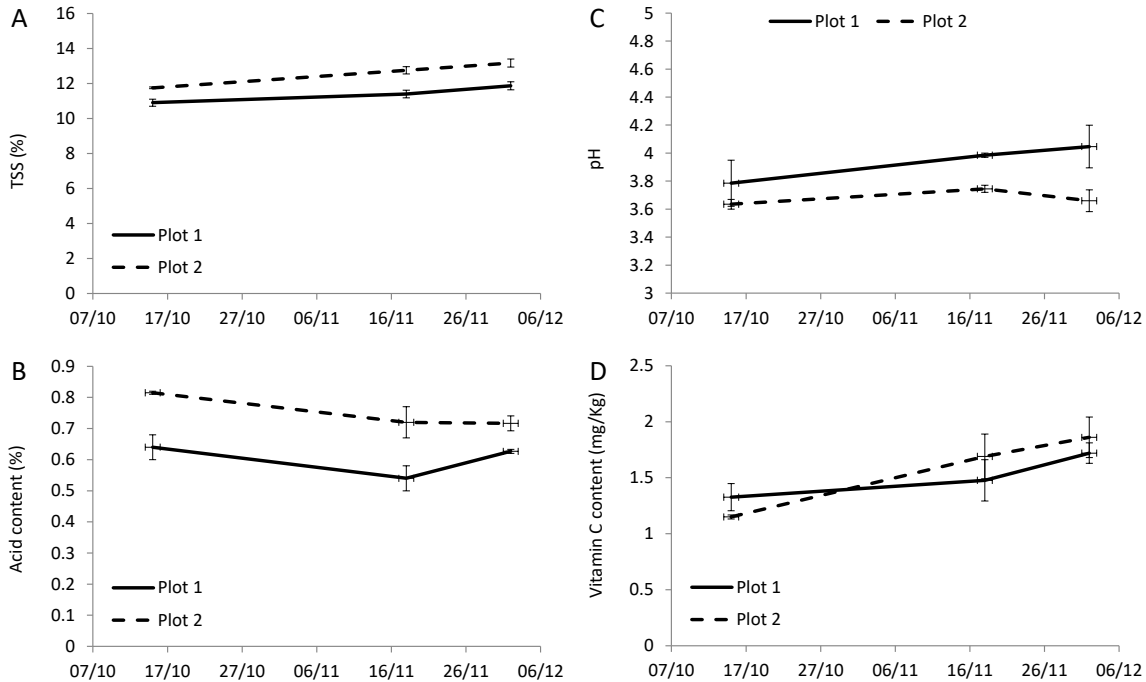
מהלך ההבשלה

במהלך שבעת השבועות שחלפו בין הקטיפה הראשון לקטיפה האחרון, חל שינוי איטי והדרגתי במרבית מדדי ההבשלה (איור 1): קשיות הפרי ירדה במקצת, אם כי היא נותרה מתאימה לאחסון אף בתום התקופה. מדד פירוק העמילן עלה בקצב מתון. יש לציין כי בחלקה 2, העמוסה פחות, נותר בפרי עמילן בלתי מפורק גם בראשית חודש דצמבר. סף הדפורמציה, המעיד על פציחות הפרי, ירד באיטיות ונותר גבוה דיו לאחסון בתום התקופה, בעיקר בחלקה 2. קצב ייצור האתילן בפרי עלה במידת מה, אך נותר נמוך יחסית לזני תפוח אחרים. משקל הפרי הממוצע גדל בתקופת הקטיפה בכ- 15% (הנתונים אינם מוצגים) והפרי הלך והצהיב באיטיות. יש לציין כי הפרי היה ירוק יותר באורח מובהק בחלקה 1, החשופה לשמש, מאשר בחלקה 2, שהיתה מכוסה ברשת עד הקטיפה המסחרית בראשית אוקטובר. ההבדלים בצבע הקליפה נשמרו לכל משך תקופת הקטיפה.



איור 1: שינויים במדדי הקטיף של פירות תפוח מהזן 'גרני סמית' במהלך שבעה שבועות החל בשלהי הקטיף המסחרי בשתי חלקות שונות: קשיות הפרי (A), סף הדפורמציה (B), מדד פירוק העמילן (C), קצב פליטת האתילן (D), זווית הגוון של הקליפה (E) ובהירות הקליפה (F). $N=20$. לכל מועד קטיף ולכל חלקה. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

תכולת המוצקים המסיסים, כמו גם תכולת החומצה, היתה גבוהה יותר בחלקה 2 שהתאפיינה בעומס יבול נמוך יותר. הכ.מ.מ. עלה מעט במהלך התקופה בעוד תכולת החומצה ירדה במתינות (איור 2). תכולת ויטמין C בצפת הפרי עלתה באיטיות לאורך תקופת ההבשלה.

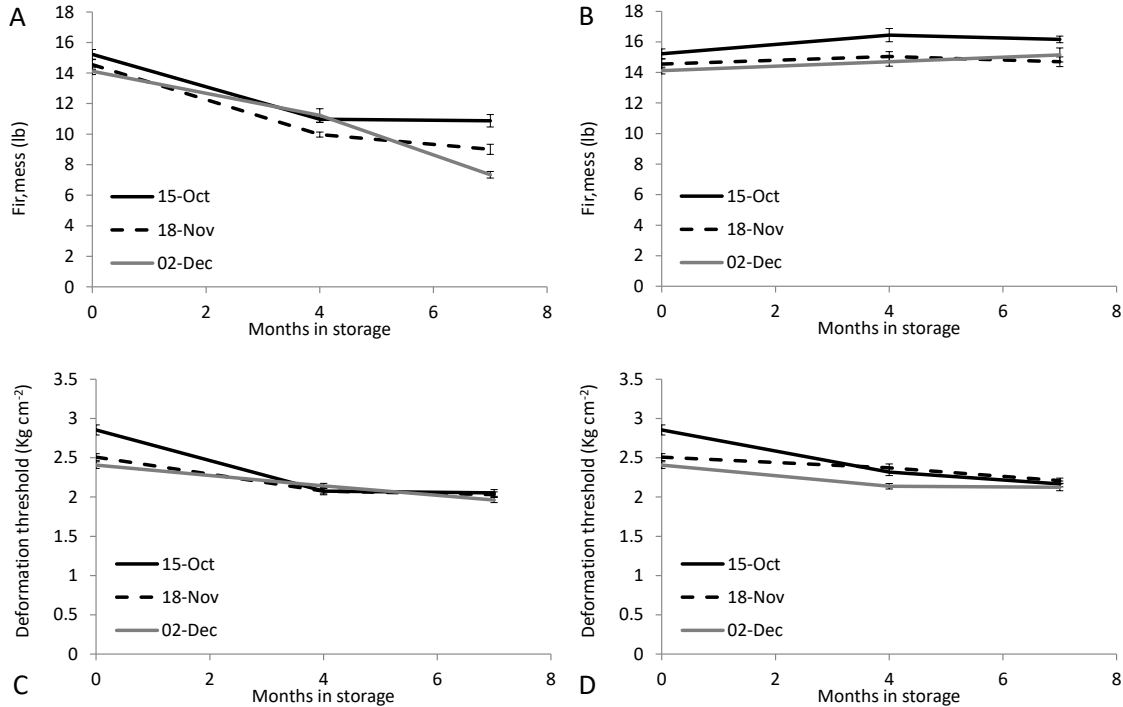


איור 2: שינויים בתכונות הפנימיות של פירות תפוח מהזן 'גרני סמית' במהלך שבעה שבועות החל בשלהי הקטיף המסחרי בשתי חלקות שונות: תכולת המוצקים המסיסים (A), תכולת החומצה (B), ה-pH (C) ותכולת ויטמין C (D). N=4 לכל מועד קטיף ולכל חלקה. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

איכות הפרי בתום האחסון

מרקם הציפה

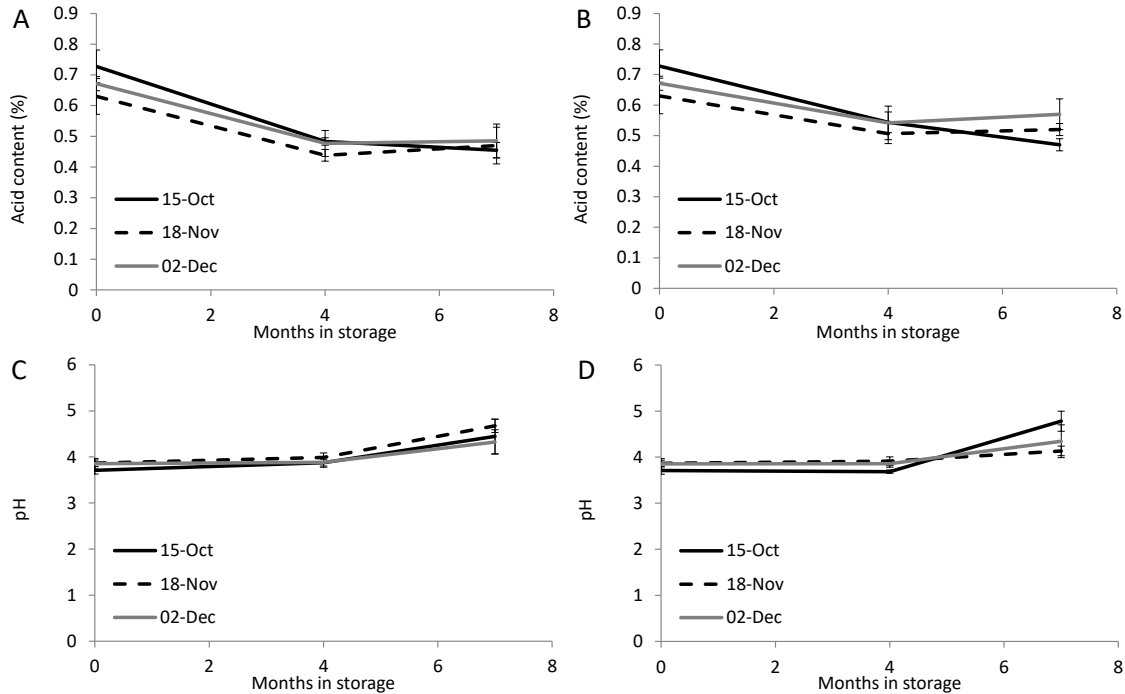
הפירות מכל מועדי הקטיף התרככו במהלך האחסון. באלה שנטקפו בשני המועדים האחרונים אף נמדדה קשיות שאיננה מאפשרת שיווק ($<12lb$) כבר באמצע חודש מרץ (איור 3). החשיפה ל-1-MCP טרם האחסון בלמה לחלוטין ובמובהק את ההתרככות והפירות מכל מועדי הקטיף שקיבלו טיפול זה שמרו על מוצקותם ההתחלתית עד אמצע חודש יוני. השפעת הטיפול ב-1-MCP על סף הדפורמציה היתה פחותה בהרבה ולא מובהקת סטטיסטית, אך כל הפירות הציגו ערכים גבוהים מ-2lb בתום שבעה חודשי אחסון, המעידים על פציחות מספקת. יש לציין כי פירות הקטיף הראשון (המסחרי) איבדו מפציחותם בקצב גבוה יותר מפירות הקטיפים האחרונים וכי בתום האחסון השתוו ספי הדפורמציה הממוצעים של שלושת מועדי הקטיף.



איור 3: שינויים בקשיות (B,A) ובסף הדפורמציה (D,C) של פירות תפוח מהזן 'גרני סמית' משלושה מועדי קטיף במהלך שבעה חודשי אחסון (החל מהקטיף השני) ושבוע נוסף בתנאי מדף, לאחר חשיפה ל-1-MCP (D,B) או בהיעדרה (C,A). N=60 לכל מועד קטיף ולכל משך אחסון. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

תכולת החומצה וה-pH

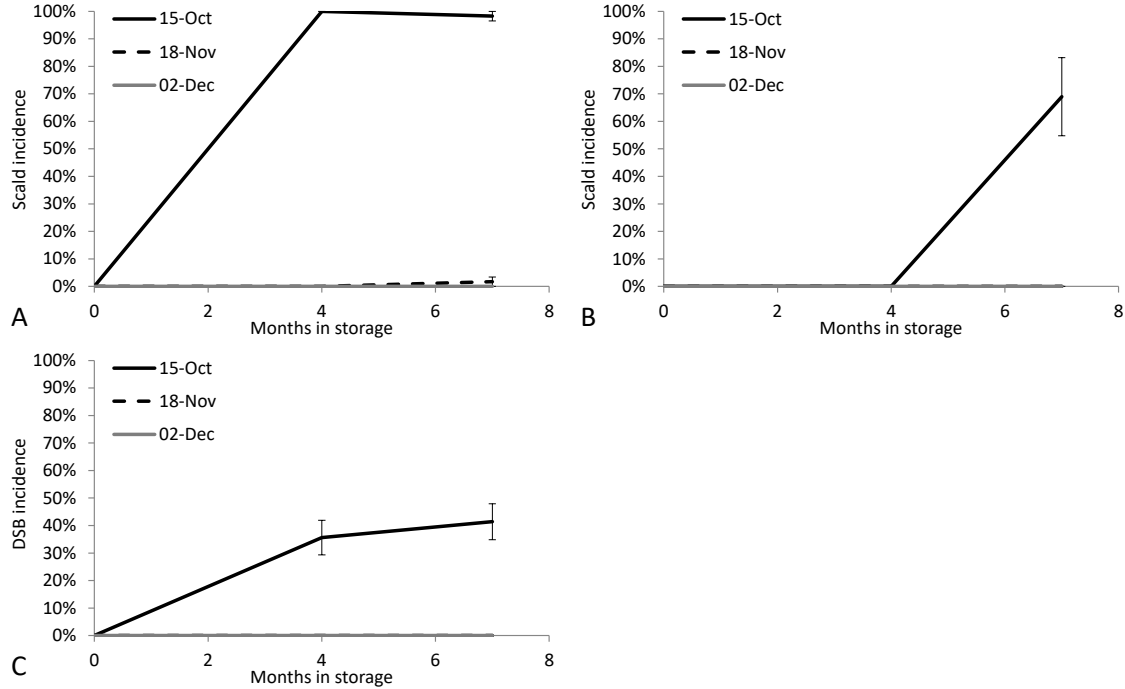
תכולת החומצה של הפרי שנקטף בכל מועדי הקטיף פחתה עם התמשכות האחסון, ללא הבדלים מובהקים בין המועדים (איור 4). הדבר התבטא בירידה בחומציות (עליה ב-pH) של מיץ הפרי. חשיפה ל-1-MCP טרם האחסון בלמה את התפרקות החומצות האורגניות בפרי שנקטף בשני מועדי הקטיף האחרונים, אך לא בכזה שנקטף בקטיף המסחרי. לאחר שבעה חודשי אחסון, החומציות של הפרי מהקטיף המסחרי אף היתה נמוכה באורח מובהק לעומת זאת שנמדדה בפרי שנקטף חמישה שבועות מאוחר יותר.



איור 4: שינויים בתכולת החומצה (B,A) וב-pH של מיץ הפרי (D,C) של פירות תפוח מהזן 'גרני סמית' משלושה מועדי קטיף במהלך שבועה חודשי אחסון (החל מהקטיף השני) ושבוע נוסף בתנאי מדף, לאחר חשיפה ל-1-MCP (D,B) או בהיעדרה (C,A). N=4 לכל מועד קטיף ולכל משך אחסון. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

צירבון שטחי

כל הפרי שנקטף בקטיף המסחרי (אמצע אוקטובר) ולא טופל ב-1-MCP הפגין תסמיני צירבון שטחי בדרגת חומרה קשה כבר לאחר חמישה חודשים באחסון ושבוע נוסף בחיי מדף (איור 5A, תמונה 1). חשיפה ל-1-MCP טרם האחסון מנעה הופעת צירבון בפירות אלה במשך חמישה חודשי אחסון, אולם תסמינים כאלה (בדרגת חומרה קלה בדרך כלל) הופיעו לאחר שמונה חודשים באחסון וחיי מדף (איור 5B). הפרי מחלקה 2 שנקטף בקטיף המסחרי ונחשף ל-1-MCP הציג האפרה של הקליפה שאובחנה כ-DSB, נזק ספציפי המופיע לעתים לאחר טיפול כזה (איור 5C, תמונה 2). פירות שנקטפו בשני הקטיפים המאוחרים הציגו עמידות מוחלטת הן לצירבון והן ל-DSB.



איור 5: שיעור הצירבון השטחי (B,A) וה-DSB (C) בפירות תפוח מהזן 'גרני סמית' משלושה מועדי קטיף במהלך שבעה חודשי אחסון (החל מהקטיף השני) לאחר חשיפה ל-1-MCP (C,B) או בהיעדרה (A). N=60 לכל מועד קטיף ולכל משך אחסון. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.



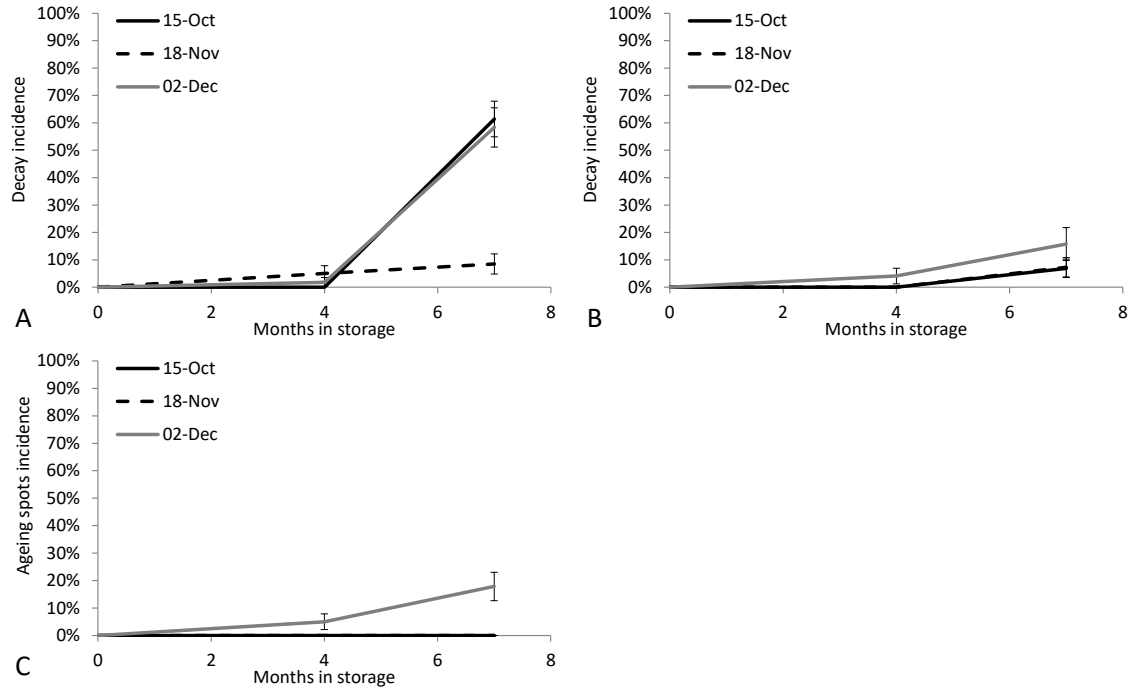
תמונה 1: מראם האופייני של פירות 'גרני סמית' שנקטפו במועדים שונים ושלא נחשפו ל-1-MCP בתום 3.5-5 חודשי אחסון (תלוי במועד הקטיף) ושבווע נוסף בחיי מדף.



תמונה 2: מראם האופייני של פירות 'גרני סמית' שנקטפו במועד הקטיף המסחרי ושנחשפו (מימין) או שלא נחשפו (משמאל) ל-1-MCP, בתום 5 חודשי אחסון ושבווע נוסף בחיי מדף.

תסמיני הזדקנות

עם התמשכות האחסון חלה עליה בשכיחות הריקבון שנגרם מהפטריה *Penicillium expansum*. הופעת הריקבון הינה ביטוי לעליה ברגישות הפרי להתקפה של פתוגנים המתרחשת במהלך הזדקנותו הפיזיולוגית. לאחר שבעה חודשים באחסון ושבווע נוסף בחיי מדף, הפרי שנקטף בקטיף השני (אמצע נובמבר) היה עמיד יותר באורח מובהק מהפירות שנקטפו בקטיפים הראשון (אמצע אוקטובר) והאחרון (ראשית דצמבר – איור 6A). חשיפה ל-1-MCP טרם האחסון הפחיתה את הנגיעות בריקבון באורח מובהק (איור 6B).



איור 6: שכיחות הריקבון (B,A) וכתמי ההזדקנות (C) בפירות תפוח מהזן 'גרני סמית' משלושה מועדי קטיף במהלך שבעה חודשי אחסון (החל מהקטיף השני) לאחר חשיפה ל-1-MCP (C) או בהיעדרה (B,A). N=60 לכל מועד קטיף ולכל משך אחסון. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

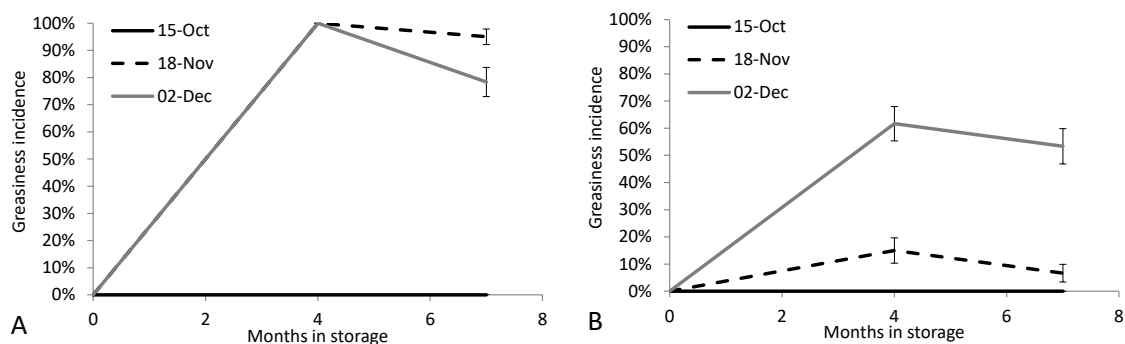
במקצת הפירות שנקטפו במועד הקטיף האחרון הופיעו כתמים כהים המאפיינים פרי בשל מאד (תמונה 3, איור 6C). כתמי הזדקנות אלה נמנעו לחלוטין בפרי בנחשף ל-1-MCP (הנתונים אינם מוצגים).



תמונה 3: פירות 'גרני סמית' שלא נחשפו ל-MCP-1 טרם הקטיפה הנגועים בכתמי הזדקנות, בתום 5 חודשי אחסון ושבוע נוסף בחיי מדף.

שמנוניות הקליפה

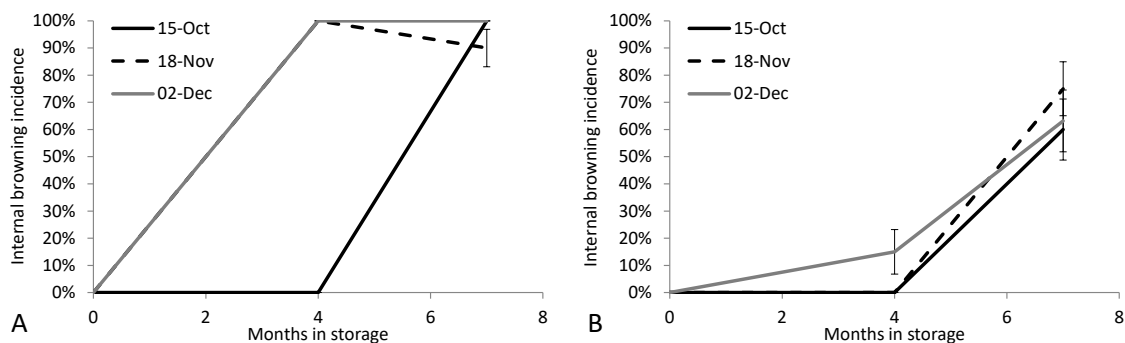
הקוטיקולה של פירות תפוח עשויה להתעבות ולעבור שינויים מבניים במהלך הבשלתם. ביטוי לכך הוא קליפה שמנונית למגע. הפירות שנקטפו בשני הקטיפים האחרונים הציגו תופעה כזאת (איור 7), בעוד קלפתם של כל הפירות שנקטפו בקטיפ הראשון נותרה "יבשה" לכל משך האחסון. טיפול ב-MCP טרם האחסון נמצא יעיל בהפחתת שיעור הפירות השמנוניים, בעיקר בכאלה שנקטפו בקטיפ השני.



איור 7: שכיחות פירות תפוח מהזן 'גרני סמית' בעלי קליפה שמנונית משלושה מועדי קטיפה במהלך שבעה חודשי אחסון (החל מהקטיפה השני) לאחר חשיפה ל-MCP-1 (B) או בהיעדרה (A). N=60 לכל מועד קטיפה ולכל משך אחסון. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

החמה פנימית

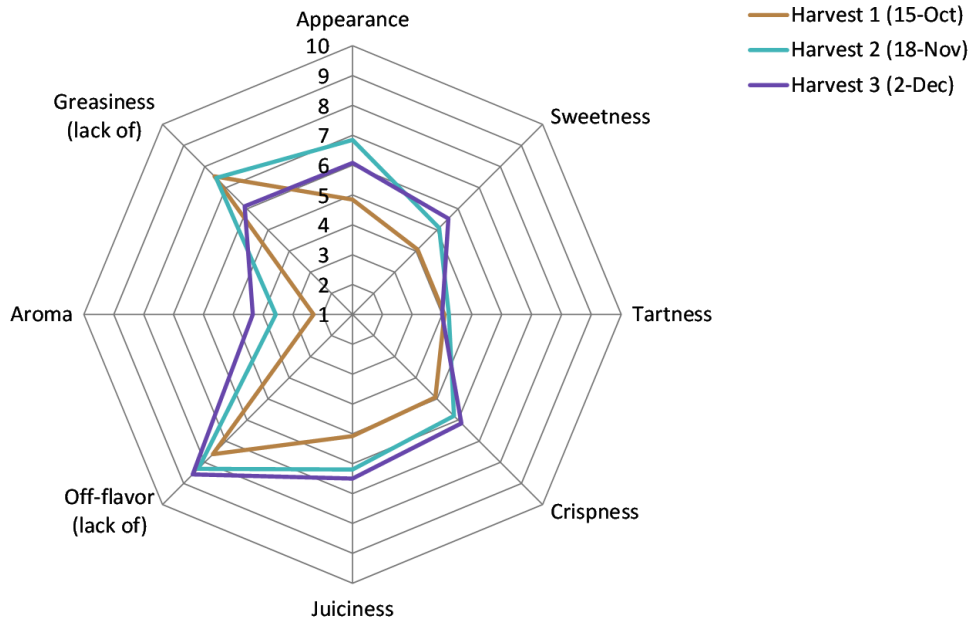
החמה קלה של ציפת הפרי הופיעה במרבית הפירות שנקטפו בשני הקטיפים האחרונים כבר באמצע מרץ (איור 8). באמצע חודש יוני, לאחר 6.5-8 חודשי אחסון (תלוי במועד הקטיפ) הופיעו החמות כאלה גם בפירות שנקטפו בסוף הקטיפ המסחרי. טיפול ב-1-MCP טרם הקטיפ סייע לדחות את הופעת ההחמה הפנימית ולטשטש את ההבדלים בשיעוריה בין מועדי הקטיפ. יש לציין כי חומרת החמות הציפה היתה קלה ולא היה בה די על מנת לפגוע בשיווק הפרי.



איור 8: שכיחות החמת הציפה בפירות תפוח מהזן 'גרני סמית' משלושה מועדי קטיפ במהלך שבעה חודשי אחסון (החל מהקטיפ השני) ושבוע נוסף בתנאי מדף, לאחר חשיפה ל-1-MCP (B) או בהיעדרה (A). N=60 לכל מועד קטיפ ולכל משך אחסון. הקווים המאונכים מייצגים שגיאות תקן.

טעם הפרי

פירות שעברו חשיפה ל-1-MCP משלושת מועדי הקטיפ הוגשו לפאנל טועמים מיומן בתום כל משך אחסון. חברי פאנל הטעימה העדיפו באופן ברור את הפרי שנקטף בשני הקטיפים האחרונים על פני זה שנקטף בקטיפ המסחרי (איור 9). ההעדפה ניתנה הן בהיבט המראה (הודות לניקיון מ-DSB), הן בהיבט המרקם (פציחות ועסיסיות גבוהות יותר) והן בהיבט הטעם (הערכות המתקנות, הארומה והיעדר טעם לוואי). יש לציין כי הטועמים ציינו לרעה את שמנוניות הפרי מהקטיפ האחרון. תוצאות ההערכה האורגנולפטית חזרו על עצמן במידה רבה של דמיון בתום שני משכי האחסון.

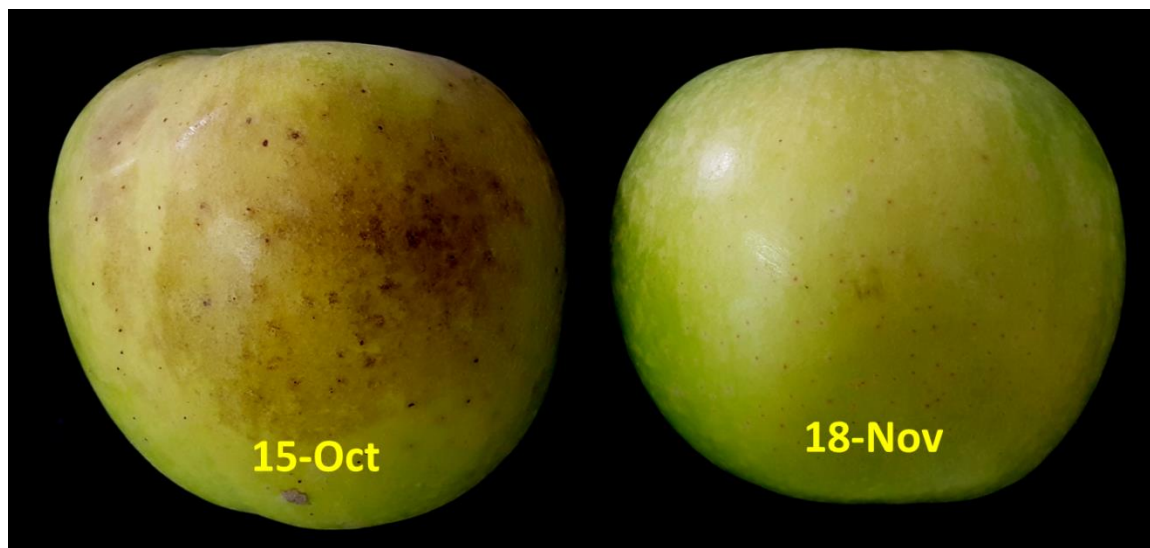


איור 9: הערכות אורגנולפטיות שניתנו לתפוח מהזן 'גרני סמית' שנחשפו ל-1-MCP משלושה מועדי קטיף, לאחר ארבעה חודשי אחסון (החל מהקטיף השני) ושבעה נוסף בתנאי מדף. N=13.

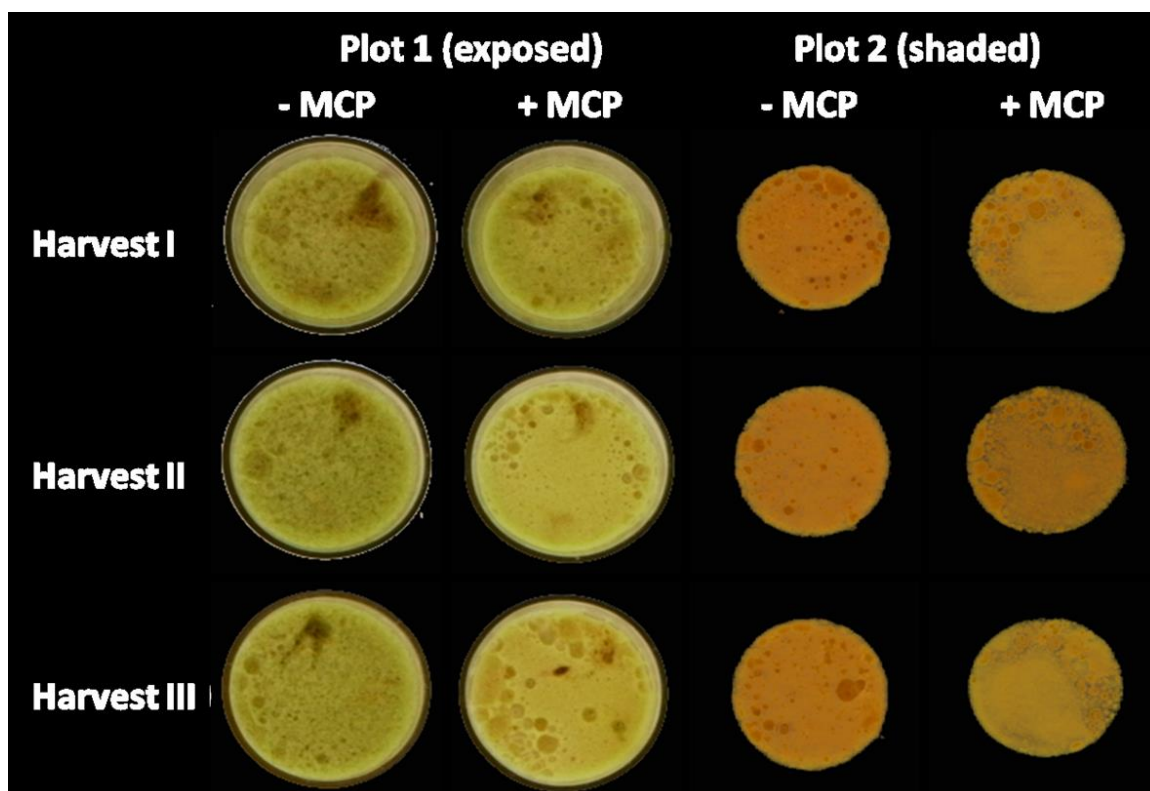
דיון

תוצאות המחקר מדגימות את היתרונות שבדחיית קטיף הזן 'גרני סמית' באורח משמעותי. דחיה כזו עשויה לא רק לשפר את גודל הפרי ובעיקר את טעמו (איור 9), אלא גם למנוע לחלוטין פגעי אחסון כגון צירבון שטחי ו-DSB (איור 5). הפירות של זן זה הינם יצרני אתילן מתונים (איור 1D), עובדה הבאה לידי ביטוי בהבשלה איטית והדרגתית (איור 1). פירות הנקטפים בשלים עלולים להיות רגישים יותר לקלקול במהלך האחסון וכושר ההשתמרות שלהם עלול להיפגע, אולם חשיפה ל-1-MCP מיד לאחר הקטיף הפחיתה במידה ניכרת את התרככותם (איור 3), את רגישותם לריקבון ולכתמי הזדקנות (איור 6) ואת שמנוניות קליפתם (איור 7). זאת על אף שהפירות אוחסנו באווירה אטמוספירית ובטמפרטורה גבוהה יחסית של 1 מ"צ. אחסון באווירה מבוקרת וב-0 מ"צ עשוי להאט את הזדקנות הפרי עוד יותר.

השינויים הפיזיולוגיים המתרחשים בפרי במהלך ההבשלה כוללים הגברה בייצור של נדיפים (Zhu et al. 2008), המתבטא בשיפור הארומה של הפרי. אנליזה כמותית של שינויים בנדיפים אלה במהלך ההבשלה עשויה לסייע בפיתוח מודל לאופטימיזציה של מועד הקטיף. בנוסף לכך, חלה במהלך ההבשלה עליה בתכולת נוגדי החימצון הן בציפה (איור 2D) והן בקליפה (תמונות 1, 4). עמידות רקמות הפרי לחמצון עשויה להתגבר גם כתוצאה מחשיפת המטע לקרינת השמש, כמודגם בתמונה 5. יתרון שני של הימנעות מכיסוי המטע ברשת טמון בשמירה על גוון קליפה ירוק וכהה יותר (איורים 1E, 1F, תמונה 6), כמתואר בספרות (Hirst et al. 1990).



תמונה 4: השפעת מועד הקטיף על השחמת קליפת פירות 'גרני סמית' הנגועה במכות שמש קלות לאחר אחסון.

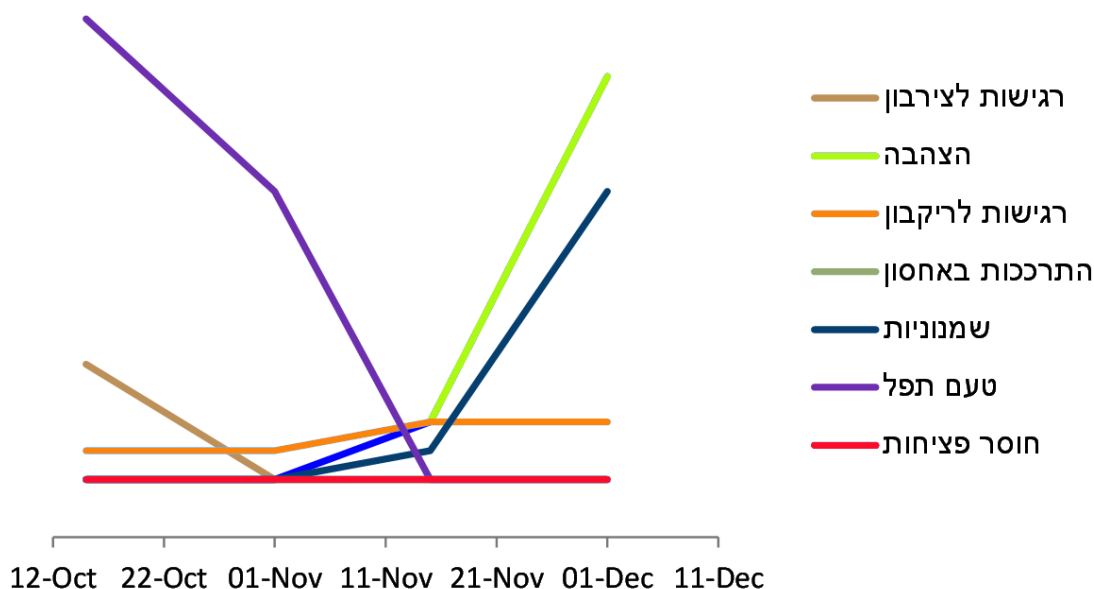


תמונה 5: מראה המיץ שנסחט מפירות 'גרני סמית' מאוחסנים שנקטפו בחלקה חשופה לקרינת השמש (משמאל) או בחלקה מכוסה ברשת 15% (מימין).



תמונה 6: מראם של פירות 'גרני סמית' אופייניים שנקטפו בחלקה חשופה לקרינת השמש בכל מהלך העונה (משמאל) או בחלקה שהיתה מכוסה ברשת צל 15% עד ראשית אוקטובר (מימין). מועד הקטיף: 2 בדצמבר 2018.

לצורך הערכת מועד הקטיף האופטימלי של ה'גרני סמית' יש להביא בחשבון את כל הגורמים האפשריים לירידה באיכותו במהלך האחסון. נראה כי הקדמת הקטיף מגבירה את רגישות הפרי למחלות חמצוניות (DSB, צירבון שטחי, השחרה של מכות שמש), בעוד דחיית הקטיף מגבירה את רגישותו לפגעי הזדקנות (התרככות יתרה, שמנוניות, רקבונות, הצהבת הקליפה). ניתוח סיכונים משולב מדגים כי איכות הפרי הטובה ביותר לאחר אחסון צפויה להתקבל לאחר קטיף במחצית השניה של חודש נובמבר ולא כמקובל כיום בארץ ובעולם, במחצית הראשונה של חודש אוקטובר (איור 10).



איור 10: תרשים של "ניתוח סיכונים" המתאר את רגישותם של פירות 'גרני סמית' מטופלים ב-1-MCP לגורמי ירידה באיכות כפונקציה של מועד הקטיפה.

ספרות מצוטטת

Erkan M and Pekmezci M. 2004. Harvest date influences superficial scald development in Granny Smith apples during long term storage. Turk J Agric 28: 397-403.

Hirst PM, Tustin DS, Warrington IJ. 1990. Fruit colour responses of 'Granny Smith' apple to variable light environments. New Zealand J Crop Hort Sci 18: 205-214.

Jackson J.E, Bepete M. 1995. The effect of hydrogen cyanamide (Dormex) on flowering and cropping of different apple cultivars under tropical conditions of sub-optimal winter chilling. Sci. Hort. 60:293-304.

Naschitz S., Naor A., Sax Y., Rabinowitch H.D. 2015. Photo-oxidative sunscald of apple: Effects of temperature and light on fruit peel photoinhibition, bleaching and short-term tolerance acquisition. Sci. Hort. 197:5-16.

Naschitz S, Naor A., Wof S., Goldschmidt E.E. 2014. The effects of temperature and drought on autumnal senescence and leaf shed in apple under warm, east mediterranean climate. Trees 28:879-890.

- Song J. Bangerth F. 1994. Production and development of volatile aroma compounds of apple fruits at different times of maturity. *Acta Hortic.* 368, 150-159
- Tagliavini M. 2014. The apple industry in South Tyrol: an example of successful agriculture in a mountain area. *Fruit logistica proc.* 26:367-373.
- Watkins C.B, Bowen J.H, Walker W.J. 1989. Assessment of ethylene production by apple cultivars in relation to commercial harvest dates. *NZ J. Crop Hort. Sci.* 17:327-331.
- Yanmin Z., Rudell D.R., Mattheis J.P. 2008. Characterization of cultivar differences in alcohol acyltransferase and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene expression and volatile ester emission during apple fruit maturation and ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 49:330-339.
- Zanella A. 2003. Control of apple superficial scald and ripening—a comparison between 1-methylcyclopropene and diphenylamine postharvest treatments, initial low oxygen stress and ultra low oxygen storage. *Postharvest Biol. Technol.* 27:69-78.
- Zhu Y, Rudell D.R., Mattheis J.P. 2008. Characterization of cultivar differences in alcohol acyltransferase and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene expression and volatile ester emission during apple fruit maturation and ripening. *Postharvest Biol. Phisiol.* 49:330-339.