

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

מדדי הבשלה לקטיפת מנגו

דו"ח ניסויים לעונת 2010

צוות המעבדה: מירי רפאלי, אלה צבילינג, אוהד נריה, אסיה גיזיס, היבא גדבאן,
ליאת עזאני ורות בן-אריה

נובמבר 2010

מבוא

המדד הנהוג היום לקביעת מועד קטיף המנגו הוא צבע הציפה, המוערך בהשוואה ללוחות צבע שמופצים ע"י מועצת הצמחים. מדידה זו הינה במידה רבה סובייקטיבית וכתוצאה מכך לעיתים קרובות משווק פרי שאינו מגיע לטעם ראוי למאכל. הפרי אמנם מתרכך במהלך חיי המדף, אך אינו מפתח את הניחוח והטעם המאפיינים את הזן. קיימת נטיה לקטוף פרי בוסר בתחילת העונה, בגין המחירים הגבוהים. מאידך, אם הפרי נקטף מאוחר מדי בהמשך העונה, חלה התכלות מהירה מדי בתקופת השיווק. אנו צופים שבעזרת מדדים אובייקטיבים ניתן יהיה לקבוע את חלון הקטיף המיטבי שיבטיח הספקת פרי איכותי לשווקים.

מטרת העבודה: לקבוע מדדים אובייקטיבים לקטיף מנגו על מנת למנוע הגעת פרי לא ראוי למאכל לשווקים.

מהלך המחקר

העבודה בוצעה ב-4 זנים: שלי, טומי, מאיה וקיט, מאזורי הגידול העיקריים (סובב כנרת, דרום רמת הגולן ועמק בית-שאן), כשבכל אזור נדגם פרי מ-2-1 מטעים. בכל מטע וזן הפרי נקטף ב-3 מועדים, לפי קצב ההבשלה של הזן (טבלה 1). אמת המידה להתחלת הקטיף היתה לפי הופעת פרי בשל בודד במטע. בכל קטיף נדגמו 20 פירות אחידים מבחינת צבע רקע וגודל: 10 פירות שימשו לבדיקות בקטיף ו-10 פירות אוחסנו ב- 20°C עד הגעתם להבשלה ראויה לעריכת מבחן טעימה. כמדד לקביעת מועד הטעימה שמשה מוצקות הפרי, כפי שנמדדה במכשיר Sinclair (בדיקה לא הרסנית).

בעת הגעת הפרי למעבדה ולפני הבדיקות בחיי מדף, הוענק לכל פרי ציון הבשלה סובייקטיבי על פי מראהו מ-1 (פרי בוסר) עד 5 פרי בשל וראוי למאכל. בדיקות ההבשלה בקטיף כללו: משקל הפרי, צבע הציפה - לפי לוח הצבעים של מועצת הפירות ומד-צבע של מינולטה, מוצקות הפרי - בצורה בלתי הרסנית ע"י נגיפה במכשיר Sinclair, קשיות הפרי - בבדיקה חודרנית של ראש קוני בפנטרומטר Hortplus, כלל מוצקים מומסים (סוכר) - במיץ סחוט ברפרקטומטר ואחוז החומצה הציטרית במיץ הסחוט, ע"י טיטרציה ב- 0.156N NaOH . לאחר מדידת מדף, התווספה בדיקת טעם לבדיקות הנ"ל, כאשר מוצקות הפרי הגיעה לכ-40 יחידות במכשיר Sinclair. מבחן הטעם בוצע עם 10 טועמים (פרי לכל טועם). צוות הטעימה נתבקש להעריך את הטעם הכולל, מתיקות, חמיצות ועסיסיות הפרי בסולם הדוני. בנוסף הוערך מרקם הפרי: 1 - חלק ונימוח - 5 סיבי מאוד.

טבלה 1 : אתרי ותאריכי הדיגום של זני המנגו שנבדקו בניסוי.

הזן	המטע	קטיף 1	קטיף 2	קטיף 3
שלי	1-רמת מגשימים	17.6.10	24.6.10	4.7.10
	2-מעוז חיים	17.6.10	24.6.10	4.7.10
	3-גינורסר	17.6.10	24.6.10	4.7.10
טומי אטקינס	1-רמת מגשימים	17.6.10	24.6.10	4.7.10
	2-מעוז חיים	17.6.10	24.6.10	4.7.10
	3-גינורסר	17.6.10	24.6.10	4.7.10
	4-מגדל	17.6.10	24.6.10	
מאיה	1-מעלה גמלא	12.7.10	19.7.10	27.7.10
	2-מגדל	12.7.10	19.7.10	27.7.10
	3-רמות א'	12.7.10	19.7.10	27.7.10
	4-רמות ב'	12.7.10	20.7.10	
קיט	1-קשת	11.8.10		
	2-רמות	11.8.10		
	3-גינורסר	11.8.10		
	4-חוקוק	11.8.10		

תוצאות

הזן שלי

דרגות ההבשלה הסובייקטיביות של הזן שלי מתוארות באיור 1 ומראה הפרי שנדגם מכל מטע, בכל מועד קטיף, מתואר באיור 2. למרות שעברו שבועיים בין הקטיף הראשון לאחרון, רק במטע של מעוז חיים חלה עליה מובהקת במשקל הפרי (טבלה 2). ברמת מגשימים חלה אף ירידה בגודל הפרי, שנדגם כפי הנראה מעצים אחרים. לא נתקבלו הבדלים בשעורי ההפסד במשקל בתקופת חיי המדף, בין המטעים ובין מועדי הקטיף.



איור 1 : סקלת ציוני ההבשלה עבור הזן שלי



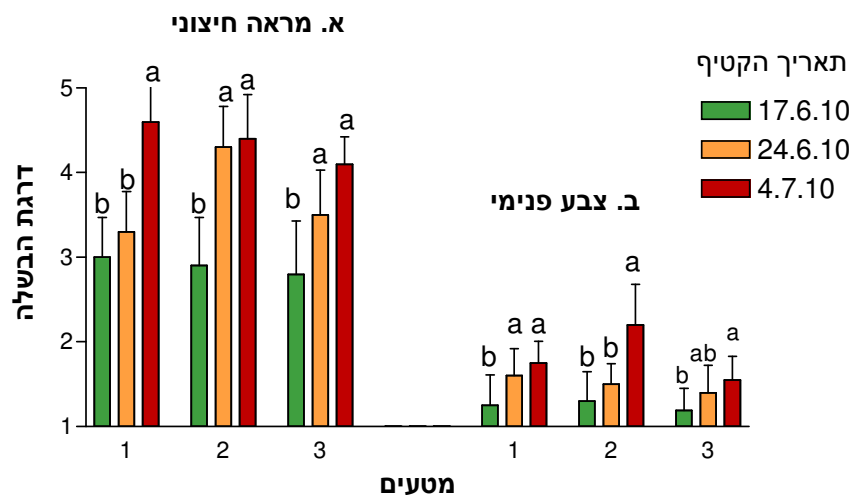
איור 2: מראה הפרי מזן שלי בעת הקטיף ולאחר חיי מדף עם התקדמות עונת הקטיף.

טבלה 2: משקל הפרי הממוצע של הזן שלי בעת הקטיף והפסד המשקל במהלך חיי מדף ב-20°C.

ממד	תאריך	רמת מגשימים	מעוז חיים	גינוסר
משקל הפרי	17.6.10	411.7±4.75a	378.7±5.10b	371.32±5.6
(גרם)	24.6.10	341.4±11.9b	382.4±11.5b	372.3±5.7
	4.7.10	336.7±24.1b	469.9±19.4a	409.2±28.7
מובהקות (p)		0.029	0.05	ל.מ
הפסד משקל	27.6.10	5.4±0.8	6.1±0.7	5.3±0.4
(%)	6.7.10	6.4±0.4	6.1±0.5	5.6±0.6
	15.7.10	5.7±0.8	5.3±0.6	5.6±0.4

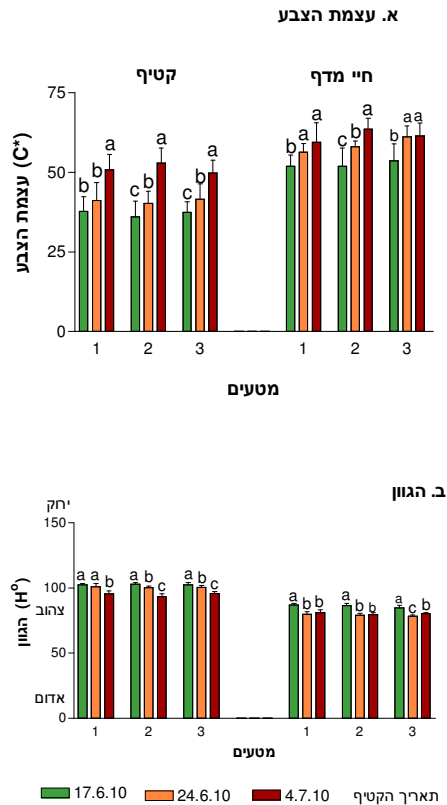
a-b אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין תאריכי הקטיף ברמת מובהקות המצויינת בתחתית הטור.
ל.מ – לא מובהק (גם עבור ערכי ההפסד במשקל).

בכל שלושת המטעים ניתן לראות מאיור 2 את התקדמות הבשלת הפרי, שבוטאה בדרגת ההבשלה הסובייקטיבית שניתנה לכל פרי (איור 3). ברמת מגשימים חלה התקדמות מובהקת בדרגת ההבשלה בין הקטיפ השני לשלישי, בעוד שבשני המטעים האחרים המעבר המובהק חל בין הקטיפ הראשון לשני. מדידת צבע קליפת הפרי במד-צבע לא הניבה הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיפ, אך התקדמות צבע ציפת הפרי על פי לוחות הצבע היתה מובהקת. ברמת מגשימים חל שינוי מובהק בין הקטיפ הראשון לשני ובמעוז חיים בין השני לשלישי. בגינוסר המעבר היה הדרגתי ונתקבל הפרש מובהק רק בין הקטיפ הראשון לשלישי. מדידות צבע ציפה אובייקטיביות בעזרת מד צבע דיגיטלי תוצרת מינולטה הדגישו את ההבדלים בין מועדי הקטיפ, שהיו לרוב מובהקים בערוצים של עצמת הצבע (C^*) והגוון (H^0) (איור 4). הפערים בצבע הציפה בין הקטיפ הראשון לשני נשארו מובהקים גם לאחר תקופת חיי המדף, אולם לא כן בין הקטיפ השני והשלישי, שלרוב נעשו דומים בשני המדדים הללו.



איור 3: דרגת ההבשלה הסובייקטיבית של פירות מנגו מזן שלי על פי מראה הפרי (א') וצבע הציפה (ב') עם התקדמות עונת הקטיפ.

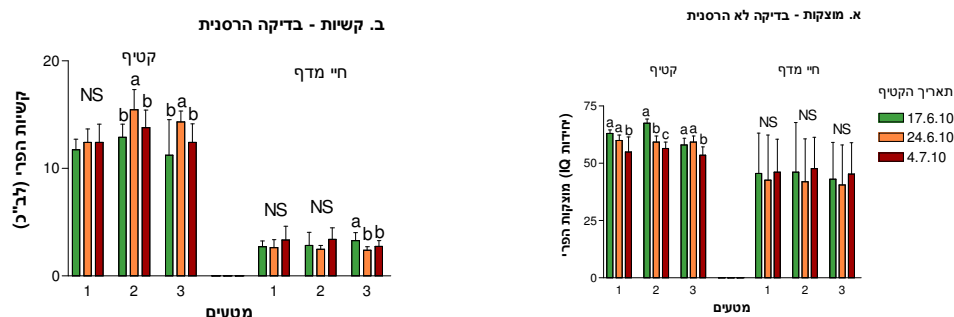
a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.



איור 4: צבע ציפת הפרי מזן שלי, במדידה במד צבע "מינולטה", על פי עצמת הצבע (א') והגוון (ב') עם התקדמות עונת הקטיף ולאחר הבשלת הפרי בחיי מדף.

a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.

במדדי ההבשלה האחרים, שנמדדו בצורה אובייקטיבית, נתקבלו הבדלים פחות בולטים עם התקדמות עונת הקטיף. הטוב ביניהם היה מוצקות הפרי, שנמדדה בצורה לא הרסנית ע"י נגיפה (איור 5 א'). בכל המטעים נתקבלה ירידה מובהקת מהקטיף הראשון לשלישי אך ברמת מגשימים ובגינזור לא נמצאו הבדלים בין הקטיף הראשון לשני (כמו גם במדדי הצבע ברמת מגשימים – איור 4). לאחר חיי מדף לא נמצאו הבדלים, משום שבדיקה זו שימשה כמדד לסיום חיי המדף, שנמשכו 10, 12 ו-11 ימים בהתאמה בשלושת הקטיפים, בהתאמה. בדיקת קשיות הפרי בפנטרומטר (בדיקה חודרנית) לא שקפה את בדיקת המוצקות (איור 5 ב'). לא חלה ירידה הדרגתית בקשיות הפרי לאורך עונת הקטיף, אע"פ שהייתה ירידה מובהקת בין הקטיף השני לשלישי בפרי ממטעי מעוז חיים וגינוסר. לאחר חיי מדף, נשאר רק פרי הקטיף הראשון מגינוסר קשה יותר משני הקטיפים המאוחרים יותר.

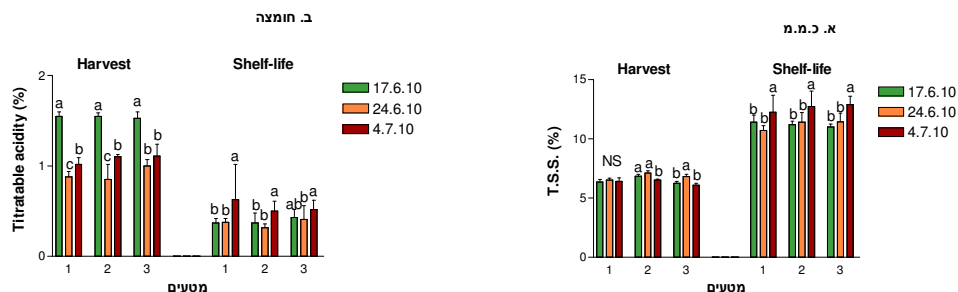


איור 5: השתנות מוצקות הפרי בנגיפה (א') וקשיות מנגו מזן שלי בחדירה (ב') עם התקדמות עונת הקטיוף ולאחר חיי מדף.

a-c עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.

לתכולת הכ.מ. לא היה קשר למועד הקטיוף בעת הקטיוף, אולם בכל המטעים הפרי מהקטיוף השלישי הגיע לאחר חיי המדף לתכולת כ.מ. גבוהה במובהק בהשוואה לפרי משני הקטיפים המוקדמים (איור 6 א'). עם זאת, רמת החומצה בפרי בעת הקטיוף הייתה גבוהה במובהק בפרי מהקטיוף המוקדם בהשוואה לקטיפים מאוחרים יותר (איור 6 ב'). המעניין הוא, שלאחר ירידה חזקה בתכולת החומצה מהקטיוף הראשון לשני, חלה עליה בפרי של הקטיוף השלישי, שהייתה מובהקת ברמת מגשימים ובמעוז חיים, אם כי עדיין נמוכה בהרבה בהשוואה לקטיוף הראשון. הירידה החזקה בתכולת החומצה בתקופת חיי המדף, הייתה מתונה ביותר בפרי של הקטיוף השלישי, כך שהיא נשארה ברמה גבוהה במובהק בהשוואה לקטיפים המוקדמים בכל שלושת המטעים.

טעם הפרי לאחר חיי מדף הלך והשתפר עם התקדמות עונת הקטיוף, כפי הנראה כתוצאה מעליה במתיקות (לא מובהקת) ובעסיסיות וירידה בחמיצות (טבלה 3). חל גם שיפור במרקם הציפה בין הקטיוף הראשון לשני. מעניין שצוות הטעימה הבחין בטעם לוואי חזק יותר בפרי מהקטיוף המוקדם מאשר בפרי מהקטיוף האחרון, אם כי לא במובהק. אופי טעם הלוואי לא הוגדר.



איור 6: השתנות תכולת הכ.מ.מ (א') והחומצה (ב') בפירות מנגו מזן שלי משלושת מטעי המדגם לאורך עונת הקטיוף ולאחר שהייה בחיי מדף

a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.

טבלה 3: השפעת מועד הקטיף על מדדי הטעם בפירות מנגו מזן שלי לאחר הבשלתם בתקופת חיי המדף. (בכל מועד בדיקה טעמו 8-10 טועמים 3 פירות – אחד מכל מטע).

המדד	קטיף ראשון	קטיף שני	קטיף שלישי	מובהקות (p)
טעם כולל (1-10)*	5.09b	5.52b	6.30a	0.022
מתיקות (1-5)**	2.59	2.67	2.90	ל.מ.
חמיצות (1-5)	2.36a	1.82b	1.53b	0.003
עסיסיות (1-5)	3.13ab	2.74b	3.53a	0.023
מרקם (1-5)	2.09b	2.44a	2.37a	0.034
טעם לוואי (1-5)	1.75	1.44	1.33	ל.מ.
מס' פירות	24	27	30	

a-b ערכים בכל שורה עם אותיות שונות נבדלים ברמת המובהקות המצוינת בטור השמאלי

*1- לא נתן לאכילה 10- מעולה; ** 1 – נמוך 5 - גבוה

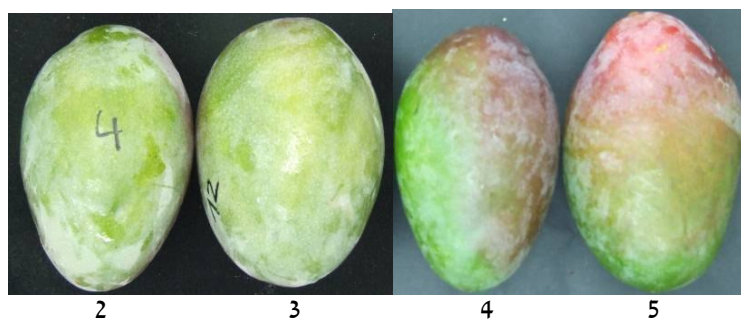
בהשוואה שנערכה בין מדדים אובייקטיביים של מספר פירות גדול בעת הטעימה לבין הטעם הכולל על פי צוות טעימה, נמצאו מתאמים חיוביים מובהקים עם תכולת הכ.מ.מ וחומצה (טבלה 4). המתאמים השליליים בין טעם הפרי לבין צבע הקליפה הצהוב (b) ועצמתו (C) אולי מלמדים על הירידה בטעם בפירות בשלים מדי. בחיפוש אחר מדד קטיף שעשוי להצביע על טעם הפרי בעת הבשלתו, נמצאה מובהקות עם מספר מדדים אובייקטיביים. המובהקות הגבוהה ביותר נתקבלה עם צבע ציפת הפרי, הן בלוחות הצבע והן בבדיקה במד-צבע, בערוצים a^* , C, H. אך נתקבלו גם מתאמים מובהקים בין טעם הפרי הכולל לבין מספר מדדים לא הרסניים – מוצקות הפרי שנמדדה ע"י תגובה לנגיפה וצבע הרקע של קליפת הפרי במדידת מד-צבע בשני ערוצים b – ו-C. מכאן, צפוי שניתן יהיה להגדיר מדדים למיון הפרי לאיכויות שונות על פי מדדים לא הרסניים בעת הקטיף, לאחר בניית בסיס נתונים רחב יותר.

טבלה 4 : מתאמי Pearson בין הטעם הכולל בפרי הבשל לבין מדדי הבשלה בקטיפ ובחיי מדף.

המדד	קטיפ		חיי מדף	
	p	r	p	r
צבע קליפה b	0.042	-0.685	0.071	-0.202
צבע קליפה C	0.014	-0.775	0.063	-0.208
צבע הציפה	ל.מ.	0.583		
צבע ציפה a*	0.009	-0.801	ל.מ.	0.158
צבע ציפה C	0.010	-0.799	ל.מ.	0.168
צבע ציפה H	0.007	-0.818	ל.מ.	-0.146
כ.מ.מ	ל.מ.	0.330	0.008	0.293
חומצה	ל.מ.	-0.512	0.023	0.253
מוצקות	0.034	-0.704	ל.מ.	0.113
קשיות	ל.מ.	-0.568	ל.מ.	0.020
משקל הפרי	ל.מ.	0.265		
ציון הבשלה	ל.מ.	0.533		
N	9		81	

הזן טומי אטקינס

דרגות ההבשלה הסובייקטיביות של הזן טומי אטקינס מתוארות באיור 7 ומראה הפרי, שנדגם מ-4 המטעים בשלושת מועדי הקטיפ מתואר באיור 8.



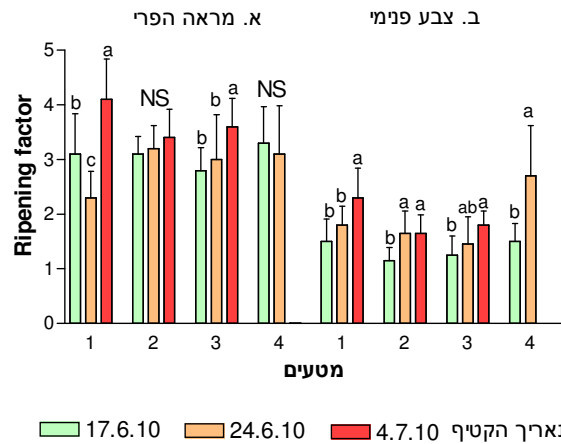
איור 7 : סקלת דרגות ההבשלה עבור הזן טומי אטקינס

התקדמות ההבשלה מקטיפ לקטיפ לא הובחנה באופן מובהק באף אחד מהמטעים, אבל בשניים מהם הבשלת פרי מתקדמת נצפתה בקטיפ השלישי בהשוואה לראשון, שחל שבועיים קודם לכן (איורים 8 ו-9). לעומת זאת, בצבע ציפת הפרי חלה התקדמות בולטת ולעתים מובהקת בין הקטיפ הראשון לשני, ופחות בולטת מהשני לשלישי (איור 9 ב'). בכל מטע הפרי התנהג בצורה מעט שונה עם התקדמות הבשלתו. בבדיקה אובייקטיבית של צבע הרקע של קליפת הפרי, בעזרת מד הצבע,

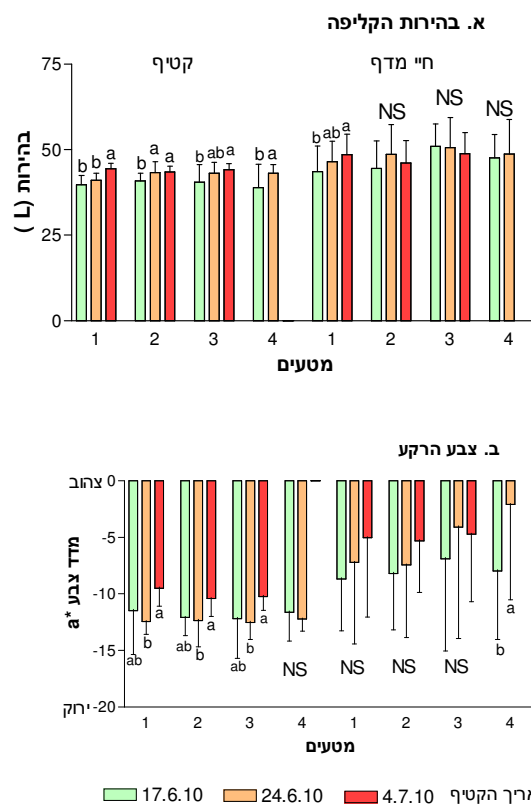
נתקבלה אחידות רבה יותר בין המטעים, עם התקדמות הדרגתית ומובהקת של הבהירות (L-
 איור 10 א') והצהבה (a^* - איור 10 ב'). במדד a^* חל מעבר חד ומובהק בכל המטעים בין הקטיפ
 השני והשלישי. צבע הרקע של הקליפה הצהיב במהלך חיי המדף ונעשה יותר בהיר, אך ההבדלים
 שנמדדו בעת הקטיפ נעלמו לרוב, כנראה בעיקר בגין השונות הגדולה בין הפירות, שבאה לידי
 ביטוי במועד זה.

תאריך הקטיפ	המטע	קטיפ	חיי מדף
17.6.10	1. רמת מגשימים 2. מעוז חיים 3. גינוסר 4. מגדל		
24.6.20	1. רמת מגשימים 2. מעוז חיים 3. גינוסר 4. מגדל		
4.7.10	1. רמת מגשימים 2. מעוז חיים 3. גינוסר		

איור 8 : מראה הפרי מזן טומי אטקינס בעת הקטיפ ולאחר חיי מדף עם התקדמות עונת הקטיפ.



איור 9: דרגת ההבשלה הסובייקטיבית של פירות מגוון טומי אטקינס על פי מראה הפרי (א') וצבע הציפה (ב') עם התקדמות עונת הקטיף במטעים שונים. a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$ - N.S. לא מובהק.



איור 10: צבע רקע קליפת פרי המגוון טומי אטקינס במדידה במד-צבע מינולטה בערוצים המצביעים על א. בהירות (L) ועל ב. הצהבה (Q*) עם התקדמות עונת הקטיף ולאחר חיי מדף. a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$ - N.S. לא מובהק. למספרי המטעים ראה טבלה 1

בשני מטעים הפרי לא גדל מהקטיפה הראשון לאחרון ובממוצע לכל המטעים לא חל שינוי מובהק במשקל הפרי על אף הבדלים מובהקים ביניהם (טבלה 5). גם לא נתקבלו לרוב הבדלים מובהקים בהפסד המשקל בין מועדי הקטיפה בתקופת חיי מדף של 10-12 יום.

טבלה 5 : משקל הפרי הממוצע של הזן טומי אטקינס והפסד במשקל במהלך חיי המדף ב-20°C.

תאריך	רמת מגשימים	מעוז חיים	גינזור	מגדל	ממוצע	מובהקות בין מטעים
17.6.10	388.1a A	351.1b	366.7 ab	357.1b B	365.9	0.026
24.6.10	321.8b B	331.9 b	379.8 a	386.6a A	355.0	0.000
4.7.10	372.8ab A	345.6 b	397.6 a	-	372.0	0.016
	0.000	ל.מ	ל.מ	0.023	ל.מ	
27.6.10	5.7bA	6.8aB	5.9b	5.1cB	5.9	0.000
6.7.10	5.9bcA	8.2aA	6.0b	5.5cA	6.4	0.000
15.7.10	4.3B	6.7B	7.8	-	6.3	ל.מ
	0.000	0.000	ל.מ	0.045	ל.מ	

a-b אותיות שונות בכל שורה מציינות הבדלים מובהקים בין המטעים.

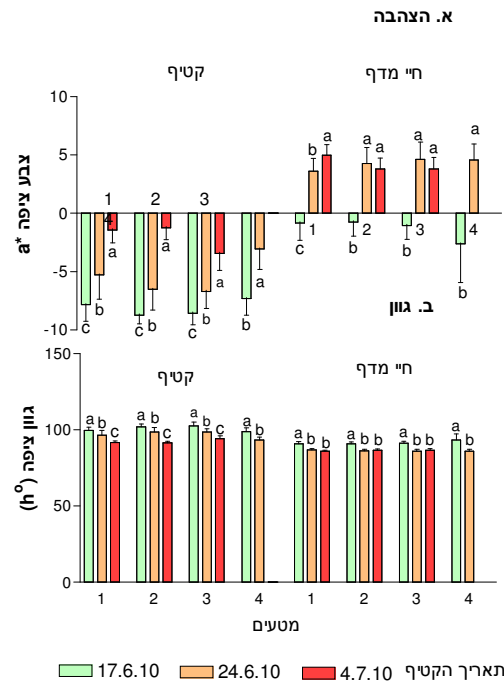
A-B – אותיות שונות בכל טור מציינות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיפה.

השינוי בגוון ציפת הפרי על פי לוחות הצבע (איור 9 ב') מצא ביטוי מדויק ומובהק במדידות במד-צבע בכל הערוצים, אך במיוחד בערוץ a* (מעבר מירוק לכתום) ובערוץ הגוון (H^0) (איור 11). בכל המטעים השינוי מקטיפה לקטיפה היה מובהק. בתקופת חיי המדף חל שינוי מובהק ביותר בצבע הציפה בכל מועדי הקטיפה, אולם בעיקר נשמר ההבדל בין הקטיפה הראשון לשני והשונות לרוב קטנה.

בדרך כלל, נתקבלה ירידה מובהקת במוצקות הפרי עם התקדמות עונת הקטיפה, כשהמעבר המשמעותי ביותר היה בין הקטיפה השני לשלישי (איור 12 א'). ירידה זו לא הובחנה בשינוי מובהק בבדיקת הקשיות ההרסנית בעת הקטיפה (איור 12 ב'). השינויים שחלו בתקופת חיי המדף בשני המדדים הללו היו תמוהים. במוצקות הפרי חלה ירידה מובהקת, אך השונות בין הפירות מאד גדלה וטושטשו ההבדלים המובהקים שהיו בקטיפה. לעומת זאת, בבדיקת הקשיות ההרסנית אמנם חלה ירידה חזקה מאד אך היא הלכה ופחתה עם התקדמות עונת הקטיפה וגם השונות בין הפירות קטנה. לפיכך, הפרי מהקטיפה האחרון היה קשה במובהק בהשוואה לפרי מהקטיפה הראשון ב-3 מטעים.

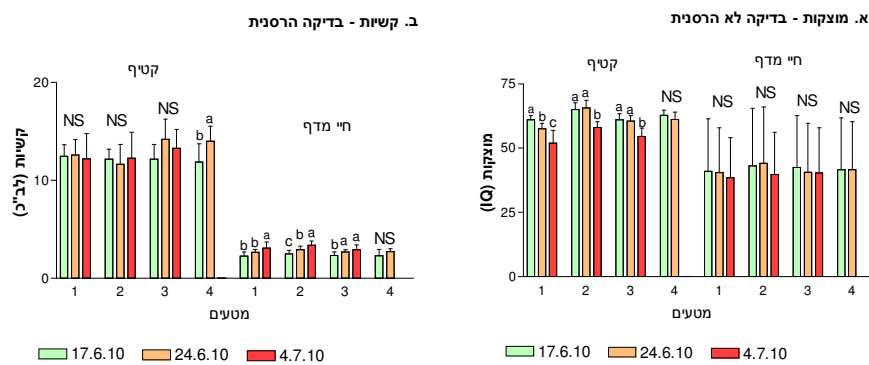
תכולת כ.מ.מ בקטיפה נעה בטווח 6.5-7.5% ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין המטעים (איור 13א'). אמנם נתקבלו לעתים הבדלים בין מועדי הקטיפה, אך הם לא היו עקביים ונראו מקריים. לעומת זאת, לאחר הבשלת הפרי בתקופת חיי המדף, כשעלתה מאד תכולת הכ.מ.מ, היא תמיד היתה גבוהה במובהק בקטיפה האחרון בהשוואה לקטיפים הקודמים, ללא קשר לרמה ההתחלתית בזמן הקטיפה.

בשעורי החומצה חלה ירידה בולטת ומובהקת בין הקטיפה הראשון לשני בכל המטעים והירידה נמשכה בקטיפה השלישי ב-2 מתוך 3 מטעים (איור 13 ב'). אולם, התפרקות החומצה בתקופת חיי המדף היתה חזקה במיוחד בפרי מהקטיפה הראשון והיא נשארה הנמוכה ביותר בכל המטעים בתום חיי המדף, כאשר בין הקטיפה השני והשלישי לרוב לא נמצא הבדל.



איור 11: צבע ציפת פרי המנגו מזן טומי אטקינס על פי הצהבה (א') וגוונה (ב') עם התקדמות עונת הקטיפה ולאחר חיי מדף.

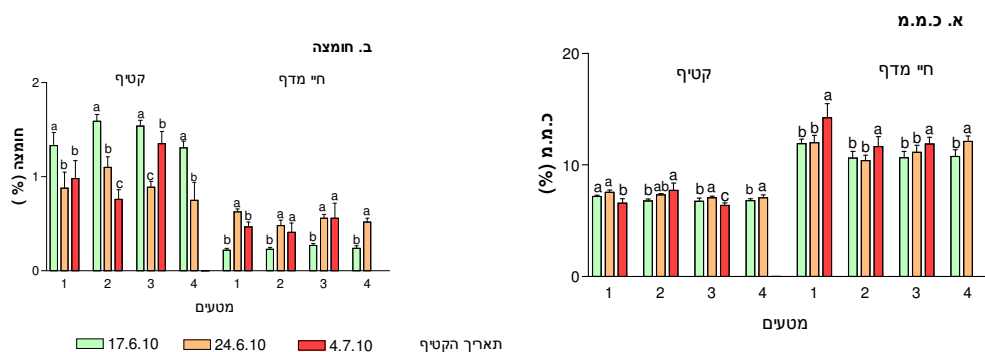
a-c עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.



איור 12: השתנות מוצקות מנגו מזן טומי אטקינס בנגיפה (א') וקשיות הפרי בחדירה (ב') עם התקדמות עונת הקטיפה ולאחר חיי מדף.

a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$ - N.S. לא מובהק.

למספרי המטעים ראה טבלה 1



איור 13 : השתנות תכולת הכ.מ.מ (א') והחומצה (ב') בפירות מנגו מזן טומי אטקינס לאורך עונת הקטיף ולאחר חיי מדף.

a-c עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

השפעת מועד הקטיף על טעם הפרי היתה ברורה (טבלה 6). פרי משני הקטיפים הראשונים לא היה ראוי למאכל (מתחת לדרגה 5.0) בגין חמיצותו הרבה, מרקמו הסיבי והעדר מתיקות ועסיסיות. בקטיף השלישי והאחרון חל שיפור מובהק בכל מדדי הטעם, אך עדיין הפרי לא הגיע לטעם משובח. אמנם ניתן לייחס זאת בחלקו לתכונה הגנטית של זן זה, אבל סביר להניח שבקטיף מאוחר יותר טעם הפרי היה משתפר ועדיין הפרי היה שומר על מוצקותו ואיכותו הפנימית לאחר חיי מדף.

טבלה 6 : השפעת מועד הקטיף על מדדי הטעם בפירות מנגו מזן טומי אטקינס, לאחר הבשלתם בתקופת חיי המדף (בכל מועד בדיקה טעמו 8-10 טומים 3-4 פירות – אחד מכל מטע).

המדד	קטיף ראשון	קטיף שני	קטיף שלישי	מובהקות (p)
טעם כולל (1-10)	4.7 b	4.3 b	6.4 a	0.000
מתיקות (1-5)	2.4 b	2.4 b	3.4 a	0.000
חמיצות (1-5)	2.2 a	1.9 ab	1.5 b	0.015
עסיסיות (1-5)	2.8 b	2.4 b	3.4 a	0.000
מרקם (1-5)	2.7 b	3.5 a	3.5 a	0.005
קמחיות (1-5)	1.4	1.4	1.6	ל.מ
טעם לוואי (1-5)	1.9 a	1.4 b	1.3 b	0.002
מס' פירות	32	40	30	

a-b אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין תאריכי הקטיף ברמת מובהקות המצויינת בתחתית הטור המשקל. ל.מ – לא מובהק (גם עבור ערכי ההפסד במשקל).

בבדיקת המתאמים בין טעם הפרי לבין מדדי הקטיף נמצאו מתאמים מובהקים וגבוהים עם צבע הרקע של הקליפה (a^*), צבע הציפה (בכל המדדים האובייקטיבים, אך לא ביחס ללוחות הצבע) ומוצקות הפרי, כפי שנמדדה בנגיפה (המתאם הגבוה ביותר) (טבלה 7). מעניין לציין שבחיי מדף לא נמצא מתאם בין טעם הפרי לבין ח.מ.מ. והחומצה, למרות שפרי שהוגדר טעים היה במתאם גבוה עם תחושת המתיקות ($p=0.000, r=0.728$) והעסיסיות ($p=0.000, r=0.699$). לעומת זאת, נשמר המתאם המובהק בין הטעם לבין צבע הקליפה, צבע הציפה ומוצקות הפרי בנגיפה. לקשיות הפרי, תכולת ח.מ.מ. והחומצה לא היה קשר לטעם הפרי.

טבלה 7: מתאמי Pearson בין הטעם הכולל בפרי מנגו מזן טומי אטקינס לבין מדדי הבשלה בקטיף ובחיי מדף.

המדד	קטיף		חיי מדף	
	r	p	r	p
צבע הקליפה L	0.342	ל.מ.	0.132	ל.מ.
צבע הקליפה a^*	0.617	0.043	0.213	0.032
צבע הציפה	0.430	ל.מ.		
צבע הציפה a^*	0.702	0.016	0.363	0.000
צבע הציפה b^*	0.628	0.039	0.290	0.003
צבע הציפה h^0	-0.685	0.020	-0.351	0.000
ח.מ.מ.	-0.332	ל.מ.	-0.277	0.051
חומצה	-0.155	ל.מ.	-0.226	ל.מ.
מוצקות	-0.931	0.000	-0.491	0.000
קשיות	0.036	ל.מ.	-0.051	ל.מ.
דרגת הבשלה	0.747	0.008	-	-
משקל הפרי	0.566	0.070	-	-
N	11		102	

הזן מאיה

דרגות ההבשלה הסובייקטיביות של הזן מאיה הוגדרו לפי איור 14.



3 2 1

איור 14 : סקלת ציוני ההבשלה עבור הזן מאיה (חסרות דרגות 4-5)

מראה הפרי מכל מטע בכל מועד קטיף בעת הקטיף ולאחר חיי מדף מתואר באיור 15. במשקל הפרי נתקבלו הבדלים מובהקים בין המטעים, אך לאו דווקא בין מועדי הקטיף (טבלה 8). במעלה גמלא וחלקה א' ברמות הפרי לא גדל במשך שבועיים. גם בהפסד המשקל בתקופת 7 ימי חיי מדף נמצאו הבדלים בין המטעים, אך מועד הקטיף לא השפיע במובהק על אובדן במשקל הפרי בכל אחד מהם בנפרד או בחישוב הממוצע.

תאריך הקטיף	המטע	קטיף	חיי מדף	הערה
10.7.10	מעלה גמלא			פרי מט- פרי ללא שרף, בקטיף הונח על הארץ. פרי מבריק – פרי עם שרף, נקטף לשקית ניילון
	מגדל			
	רמות א'			
	רמות ב'			
20.7.10	מעלה גמלא			
	מגדל			
	רמות א'			
	רמות ב'			



מעלה

גמלא

מגדל

27.7.10

רמות א'

רמות ב'

איור 15: מראה הפרי מזן מאיה בעת הקטיף ולאחר חיי מדף עם התקדמות עונת הקטיף.

עם התקדמות עונת הקטיף ניתן לראות התקדמות בדרגת הבשלת הפרי בעיקר בצבע הרקע של הקליפה (איורים 15, 16 א' ו-17 א'). בכל אחד מהמטעים נמדד מעבר מובהק מצבע ירוק כהה לצבע ירוק יותר בהיר במכשיר המדידה מינולטה בערוץ a* (מעבר מירוק לאדום). בתקופת חיי המדף, ההבדלים טושטשו לרוב, בעיקר בגין סטיות התקן הגדולות, המעידות על השונות הרבה שקיימת בין הפירות במצב הבשלתם בעת הקטיף, למרות הדמיון החזותי ביניהם.

טבלה 8: משקל הפרי הממוצע של הזן מאיה בעת הקטיף והפסד המשקל במהלך שבוע חיי המדף

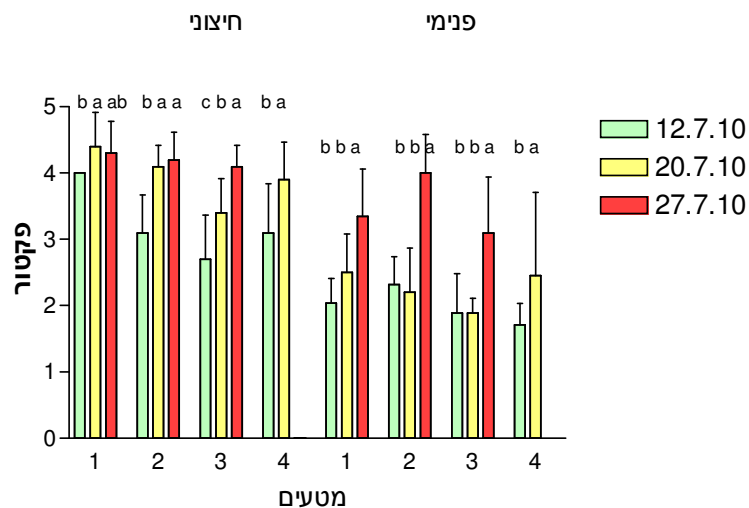
ב-20°C

מדד	תאריך	מעלה גמלא	מגדל	רמות א'	רמות ב'	ממוצע
משקל (גרם)	12.7.10	347.5A	297.1Bb	244.7D	269.7Cb	289.7b
	20.7.10	355.6A	324.2Bab	248.6C	324.8Ba	313.0a
	27.7.10	339.0A	343.9Aa	234.3B	ל.ג.	305.7ab
מובהקות (p)		ל.מ.	0.008	ל.מ.	0.000	0.009
הפסד משקל (%)	12.7.10	4.5	5.1Bb	6.5A	4.6Aa	5.2
	20.7.10	4.4	6.3Aa	6.1A	3.2Cb	5.0
	27.7.10	4.9	5.4ab	5.5	-	5.3
מובהקות (p)		ל.מ.	0.049	ל.מ.	0.000	ל.מ.

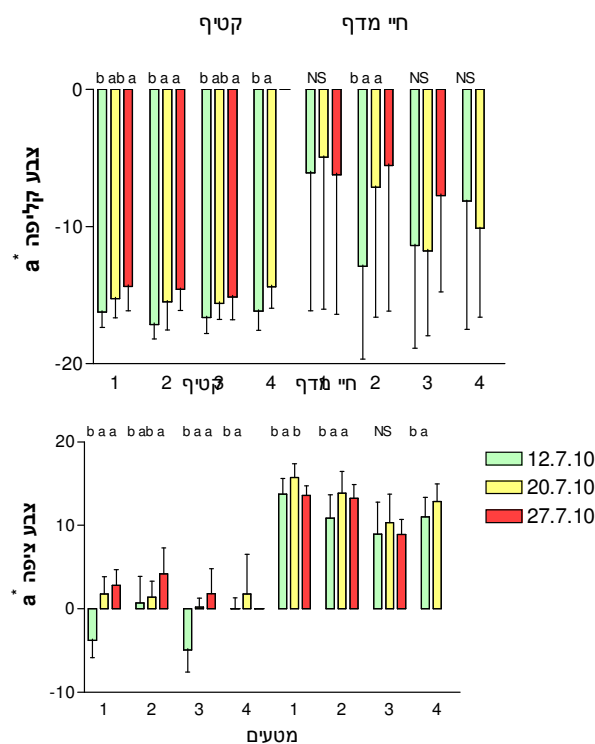
A-C אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין המטעים בכל מועד קטיף, ברמה של $p \leq 0.05$.

a-b אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין תאריכי הקטיף ברמת מובהקות המצויינת בתחתית הטור.

השינוי בצבע הקליפה היה דומה לשינוי בצבע ציפת הפרי (איורים 16 ב', 17 ב'), שהלך ונעשה יותר צהוב במהלך עונת הקטיף ובחיי מדף הפך לכתום. השונות בין הפירות בצבע ציפתם היתה יותר קטנה ולאחר חיי מדף בכל המטעים נשמר ההבדל המובהק בין פירות מהקטיף הראשון לשני. בין הקטיף השני והשלישי לא חלה התקדמות בצבע ציפת הפרי.

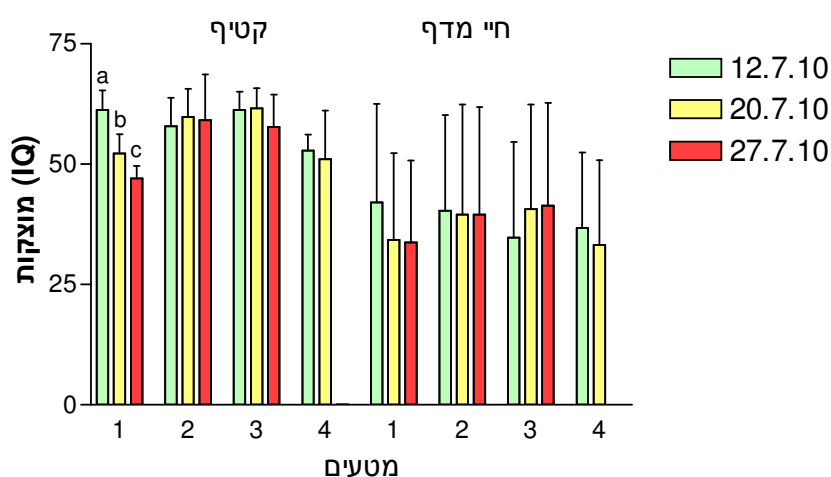


איור 16: דרגת ההבשלה הסובייקטיבית של פירות מנגו מזן מאיה על פי מראה הפרי (א') וצבע הציפה (ב') עם התקדמות עונת הקטיפה. a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.



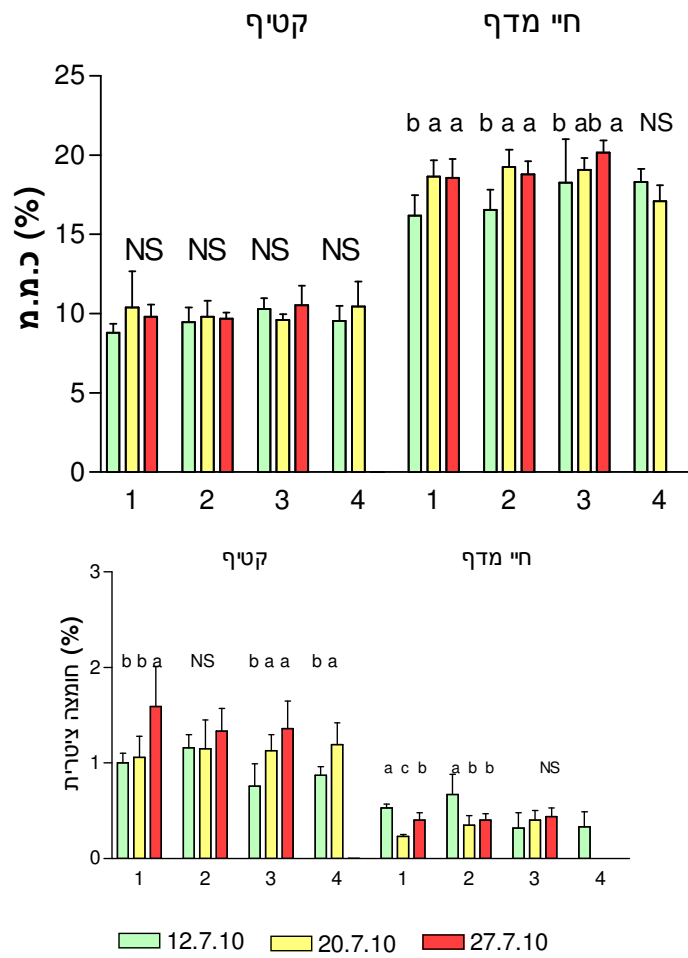
איור 17: צבע קליפת הפרי (א') והציפה (ב') של מנגו מזן מאיה במדידה במד צבע "מינולטה" על פי המעבר מירוק לצהוב, עם התקדמות עונת הקטיפה ולאחר הבשלת הפרי בחיי מדף. a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.

במוצקות הפרי (איור 18) וקשיות הפרי (נתונים אינם מוצגים) לא חלו שינויים לאורך עונת הקטיפה, למעט ירידה במוצקות הפרי ממטע מעלה גמלא, שלא לוותה בירידה בקשיות בבדיקה חודרנית. גם מידת התרככות הפרי בתקופת חיי המדף לא השתנתה לאורך עונת הקטיפה. תכולת הכ.מ.מ היתה סביב 10% בכל המטעים בכל מועדי הקטיפה (איור 19 א'), אולם לאחר הבשלת בתקופת חיי המדף היא הגיעה לערכים בין 15% ל-20%, שהושפעו במובהק ע"י מועד הקטיפה. בשלושה מתוך 4 המטעים, חלה עליה מובהקת מהקטיפה הראשון לאחרון. באופן מפתיע חלה גם עליה מובהקת בתכולת החומצה מהקטיפה הראשון לאחרון בעת הקטיפה (איור 19 ב'). אולם, פירוק החומצה בתקופת חיי המדף היה הרבה יותר מהיר בקטיפה האחרון בהשוואה לקטיפה הראשון, ולכן רמת החומצה בעת טעימת הפרי היתה הגבוהה ביותר בפרי מהקטיפה הראשון. אף על פי שטעם המאיה היה אהוב על הטועמים, הפרי מהקטיפה הראשון היה במובהק פחות טעים מפרי שנקטף מאוחר יותר, בעיקר בגין מתיקותו ועסיסיותו (טבלה 9).



איור 18 : השתנות מוצקות הפרי בנגיפה, בזן מאיה, עם התקדמות עונת הקטיפה ולאחר חיי מדף. a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.

בחיפוש אחר מדדי קטיפה שיעידו על איכות הטעם של הפרי הבשל נמצא שצבע הרקע של קליפת הפרי הוא הממד הטוב והמובהק ביותר (טבלה 10). מדדים אחרים, בדרגת מובהקות נמוכה יותר היו צבע הציפה, המוצקות ותכולת החומצה בפרי. לאחר חיי מדף, הטעם נמצא במתאם טוב עם צבע הקליפה, צבע הציפה, תכולת הכ.מ.מ. וחמיצות הפרי.



איור 19: השתנות תכולת הכ.מ.מ (א') והחומצה (ב') במנגו מזן מאיה מ-4 מטעי מדגם לאורך עונת הקטיף ולאחר שהייה בחיי מדף

a-b עמודות עם אותיות שונות עבור כל מטע, נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$. למספרי המטעים ראה טבלה 1.

טבלה 9: השפעת מועד הקטיפה על מדדי הטעם של פירות מנגו מזן מאיה לאחר הבשלתם במשך 7 ימים בחיי מדף ב-20°C (בכל מועד טעמו 10 טועמים 4 פירות – אחד מכל מטע)

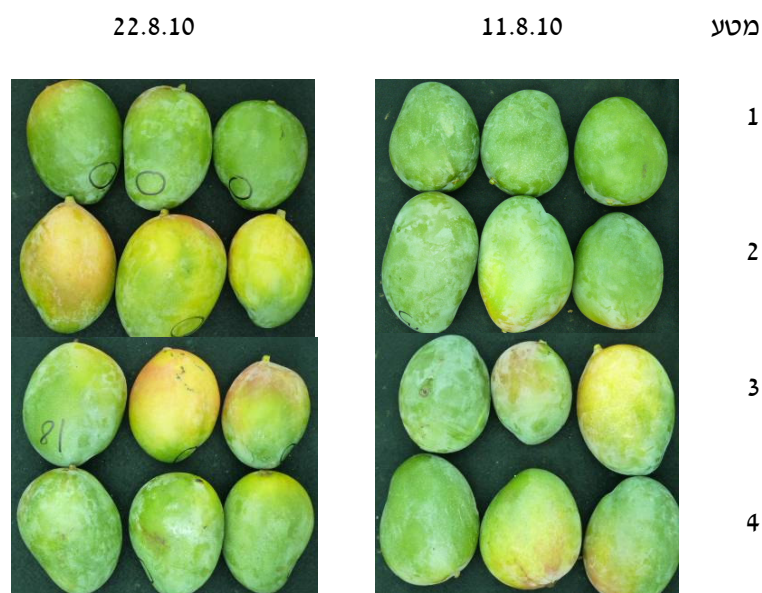
המדד	קטיפה ראשון	קטיפה שני	קטיפה שלישי	מובהקות (p)
טעם כולל (1-10)	7.7b	8.4	8.8a	0.013
מתיקות (1-5)	3.7b	4.2a	3.9ab	0.043
חמיצות (1-5)	2.0	2.0	2.2	ל.מ.
עסיסיות (1-5)	3.8b	4.3a	4.1ab	0.037
מרקם (1-5)	2.6	2.4	2.0	ל.מ.
קמחיות (1-5)	1.4ab	1.6a	1.2b	0.048
טעם לוואי (1-5)	1.3	1.4	1.0	ל.מ.
מס' פירות	40	40	30	

טבלה 10: מתאמי Pearson בין הטעם הכולל בפרי מאיה בשל לבין מדדי הבשלה בקטיפה ובחיי מדף.

המדד	קטיפה		חיי מדף	
	p	r	p	r
צבע קליפה a*	0.000	0.910	0.017	0.227
צבע קליפה C	0.062	-0.578	ל.מ.	0.100
צבע קליפה H	ל.מ.	-0.069	0.012	-0.239
צבע הציפה	0.083	0.546		
צבע ציפה a*	ל.מ.	0.451	0.007	0.256
צבע ציפה L	ל.מ.	0.242	0.004	-0.273
צבע ציפה H	ל.מ.	-0.378	0.008	-0.250
כ.מ.מ	ל.מ.	0.378	0.031	0.206
חומצה	0.074	0.559	0.013	-0.255
מוצקות	0.081	-0.549	ל.מ.	-0.084
קשיות	ל.מ.	-0.013	ל.מ.	-0.113
משקל הפרי	ל.מ.	0.287		
ציון הבשלה	ל.מ.	0.524		
N	11		110	

הזן קיט

נערך רק קטיף אחד בזן זה, משום שלאחריו נקטף כל הפרי במטעי המדגם. מראה הפרי בקטיף ובחיי מדף מ-4 המטעים מתואר באיור 20.



איור 20: מנגו מזן קיט שנדגם ב-4 מטעים ב-11.8.10, לאחר חיי מדף ב-22.8.10.

ניתן רק להשוות בין המטעים ולבחון את המתאמים בין המדדים שנאספו מאותם 80 פירות לבין טעמם של 40 פירות לאחר חיי מדף בעת הבשלתם. הבדלים מובהקים בין המטעים נמצאו בכל המדדים שלכאורה מצביעים על מצב הבשלת הפרי, אך לא ניתן להצביע בבירור שפרי ממטע מסויים הוא הבשל יותר וממטע אחר המאחר ביותר בהבשלתו (טבלה 11). השתנות מדדי הקטיף המשקפים את הבשלת הפרי בחיי מדף, המתוארת על פי אותם המדדים, גרמה לטשטוש הבדלים אלה במרביתם, למעט כהות קליפת הפרי ותכולת החומצה.

גם בטעם הפרי לא נמצאו הבדלים מובהקים בפרי מהמטעים השונים, ובכולם הוא היה מעל לסביר, בסביבות דרגה 7 מתוך 10. טעמו הטוב נבע ממתיקות ועסיסיות גבוהות והעדר קמחיות וטעם-לוואי והוא נמצא במתאם חיובי מובהק עם קשיות הפרי ותכולת הכ.מ.מ לעומת מתאם שלילי מובהק עם תכולת החומצה (טבלה 12). המתאם הגבוה ביותר נתקבל בין הטעם לבין היחס כ.מ.מ/חומצה בעת הטעימה.

טבלה 11 : השתנות מדדי הבשלה של מנגו מזן קיט בתקופת חיי המדף.

המדד		קשת		רמות		גינזור		חוקוק	
	קטיף	ח.מ.	קטיף	ח.מ.	קטיף	ח.מ.	קטיף	ח.מ.	קטיף
משקל (גרם)	491c		708a		550bc		574.6b		
ציון הבשלה	3.9b	-	4.0ab	-	3.8b	-	4.2a	-	
צבע הקליפה L	34.4b	37.9B	37.2ab	39.7AB	36.3b	37.4B	39.4a	41.8A	
צבע הקליפה a*	-11.6a	-12.8	-13.3b	-11.6	-12.0a	-11.9	-12.4ab	-10.7	
צבע ציפה	3.2a	-	2.3b	-	2.6b	-	3.2a	-	
צבע ציפה a*	0.6a	2.0	-2.0b	3.1	-1.2b	4.2	0.6a	3.9	
צבע ציפה h°	89.5c	88.2	92.5a	87.2	91.5ab	86.2	89.7bc	86.7	
מוצקות (IQ)	53.0b	28.3	60.4a	24.4	55.9ab	27.9	52.0b	22.0	
קשיות (לבי"כ)	13.9ab	4.5	14.8a	3.1	15.3a	3.8	13.0b	3.9	
כ.מ.מ (%)	7.8b	15.5	8.7a	16.4	7.6b	15.7	8.9a	15.7	
חומצה (%)	0.9ab	0.8A	1.1a	0.7A	0.8b	0.6AB	0.8b	0.5B	
טעם כולל (1-10)	6.8		7.3		6.8		7.6		

a-b – אותיות שונות מצביעות בכל שורה על הבדלים מובהקים בין המטעים בעת הקטיף ; A-B - אותיות שונות מצביעות בכל שורה על הבדלים מובהקים בין המטעים לאחר חיי מדף.

טבלה 12 : מתאמי Pearson בין מדדי הטעם במבחן טעם ובינם לבין מספר מדדי הבשלה בחיי

מדף (n=40).

P	r	
0.193	ל.מ	מרקם
0.011	0.400	מתיקות
-0.186	ל.מ	חמיצות
0.002	0.484	עסיסיות
0.003	-0.458	קמחיות
0.001	-0.510	טעם לוואי
0.070	0.413	קשיות
0.002	0.496	כ.מ.מ
0.003	-0.469	חומצה
0.001	0.554	כ.מ.מ/חומצה

לא נתקבלו מתאמים חיוביים בין טעם הפרי לבין אף אחד ממדדי ההבשלה שנמדדו בקטיף במועד היחיד.

סיכום

במטרה לקבוע סטנדרטים לקטיף פרי המנגו, שיבטיחו הגעת פרי טעים לשווקים, הוחל באיסוף נתונים של פרי מ-3 זנים – שלי, טומי-אטקינס ומאיה ב-3 מועדי קטיף ממספר מטעים בעמק בית שאן, דרום רמה"ג וסובב כינרת. הנתונים שנאספו בקטיף כללו משקל, צבע קליפה וציפה בבדיקה אובייקטיבית (במכשיר מד-צבע דיגיטלי ולוחות צבע של המועצה הצמחית), מוצקות, קשיות, תכולת כ.מ.מ וחומצה. לאחר הבשלת הפרי נערכו מבחני טעימה, שיוחסו לבדיקה של אותם מדדים בכל פרי ופרי.

הזן שלי הגיע לטעם סביר (מעל ל-6 מתוך 10) רק בקטיף שלישי, כאשר מתיקות הפרי עלתה ותכולת הכ.מ.מ היתה מעל 12% בעת הטעימה. אולם, אף אחד ממדדי הקטיף לא נמצא במתאם מובהק עם טעם הפרי. עם זאת, המדדים שהשתנו באופן מובהק בין הקטיף השני והשלישי היו צבע ציפת הפרי ומוצקות הפרי, כפי שנמדדה בבדיקה לא הרסנית בנגיפה, דבר המעיד לכאורה על היותם מדדים מתאימים להגדרת מצב הבשלה מתאים לקטיף פרי ראוי למאכל.

הזן טומי-אטקינס גם כן הגיע לטעם סביר (מעל ל-6 מתוך 10) רק בקטיף השלישי, כאשר חלה עליה מובהקת במתיקות ועסיסיות הפרי ותכולת הכ.מ.מ היתה מעל 12% בעת הטעימה. המדד הטוב ביותר לחיזוי טעם הפרי היתה מוצקותו. צבע הקליפה וצבע הציפה (במדידה במד-צבע, אך לא בטבלות הצבע) היו אף הם במתאם מובהק עם טעם הפרי.

הזן מאיה הגיע לטעם טוב כבר בקטיף הראשון, אך טעמו הלך והשתפר עם דחיית מועד הקטיף, כנראה הודות לערכי הכ.מ.מ הגבוהים שהתפתחו בתקופת חיי המדף (עד 20%). מספר מדדי הבשלה השתנו בצורה מובהקת לאורך עונת הקטיף, אך היחיד שנמצא במתאם מובהק ($p < 0.001$) עם טעם הפרי לאחר חיי מדף היה צבע הרקע של הקליפה. פחות טובים ($p < 0.01$) היו צבע הציפה לפי לוחות הצבע, מוצקות הפרי בנגיפה ותכולת החומצה.

הזן קיט נדגם רק במועד אחד (11.8.10) מ-4 מטעים. למרות הבדלים מובהקים בין המטעים במדדי ההבשלה בעת הקטיף, לא הובחן בהבדל מובהק ביניהם בטעם הפרי, שהיה די טוב (סביב 7 מתוך 10) בכולם. לפיכך, גם לא נמצא מדד קטיף שעשוי להצביע על טעם הפרי, מפאת מספר הנתונים המצומצם.